

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**Diseño hidrosanitario para la construcción del proyecto:
“Mercado de productores del cantón Latacunga”.**

Ignacio David Carvajal Fonseca

Ingeniería Civil

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de:

Ingeniero Civil

Quito, 18 de diciembre de 2024

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

**Diseño hidrosanitario para la construcción del proyecto:
“Mercado de productores del cantón Latacunga”.**

Ignacio David Carvajal Fonseca

Nombre del profesor, Título académico

Sixto Andrés Durán Ballen, PhD

Quito, 18 de diciembre de 2024

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Ignacio David Carvajal Fonseca

Código: 00321487

Cédula de identidad: 1755040720

Lugar y fecha: Quito, 18 de diciembre de 2024

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETheses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETheses>.

RESUMEN

Este proyecto integrador, aborda el diseño completo de sistemas hidrosanitarios y de protección contra incendios para una infraestructura de tipo comercial. El trabajo comprende el diseño de la red de agua potable, en base a las demandas proyectadas y bajo la normativa hidrosanitaria NEC 11-16. Además, incluye el diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial, garantizando el manejo eficiente de aguas residuales y pluviales. También se desarrolla un sistema de protección contra incendios, incluyendo una estación de bombeo, siguiendo las normativas NFPA. El enfoque del proyecto se centra en la aplicación de la teoría de hidráulica y mecánica de fluidos en el diseño, criterios técnicos actualizados y herramientas de modelado, como Revit, Autocad y Civil3D, para garantizar eficiencia, y seguridad. Las conclusiones resaltan la importancia de la planificación integral en proyectos hidrosanitarios y la necesidad de continuar investigando soluciones innovadoras que respondan a los desafíos urbanos futuros.

Palabras clave:

Agua potable, alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial, sistemas hidrosanitarios, normativa NEC, normativa NFPA, protección contra incendios, estación de bombeo.

ABSTRACT

This integrative project addresses the comprehensive design of hydrosanitary systems and fire protection systems for a commercial infrastructure. The work includes the design of the potable water supply network, based on projected demands and in compliance with the NEC 11-16 hydrosanitary standards. It also incorporates the design of sanitary and storm sewer systems, ensuring the efficient management of wastewater and stormwater. Additionally, a fire protection system is developed, including a pumping station, following NFPA standards. The project's focus lies in applying hydraulic and fluid mechanics theory in design, updated technical criteria, and modeling tools such as Revit, AutoCAD, and Civil3D, to ensure efficiency and safety. The conclusions highlight the importance of comprehensive planning in hydrosanitary projects and the need to continue exploring innovative solutions to address future urban challenges.

Keywords:

Potable water, sanitary sewer, storm sewer, hydrosanitary systems, NEC standards, NFPA standards, fire protection, pumping station.

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción:	13
1.1 Antecedentes del proyecto:	14
1.2 Ubicación:	15
1.3 Arquitectura del proyecto:	17
1.4 Objetivos Generales del proyecto:	18
1.5 Objetivos Especificos del proyecto:.....	18
1.6 Estructura del documento:	18
2. MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ESTACIÓN DE BOMBEO	19
2.1 Parámetros y normativas de diseño según la NEC 11 16.	20
2.1.1 Velocidad de diseño:.....	20
2.1.2 Perdidas de energía por fricción (hf):	20
2.1.3 Perdidas de energía por accesorios:	21
2.1.4 Caudal de diseño:.....	22
2.3 Resumen de cálculo de QMP por tramo:	25
2.4 Cálculo de presiones por ramal:.....	29
2.6 Resumen cálculo de presiones:	45
2.7 Selección de las tuberías:	49
2.8 Cisterna:	50
2.9 Estación de bombeo:	51
2.10 Dimensionamiento del tanque hidroneumático:	54
2.10.1 Cálculo del volumen de tanque hidroneumático:.....	55
2.10.2 Comprobación de la altura máxima de succión (HMS) de la bomba:	56
2.10.3 Comprobación de la altura neta de aspiración positiva (NPSH) de la bomba:	57
3. MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	58
3.2 Ecuación para el caudal en canales abiertos:	60
3.3 Normativas de diseño según la Normativa de alcantarillado EMAAP capítulo 4:.....	61
3.4 Selección de las tuberías:	64
3.5 Calculo de pendientes y diámetros de tuberías de aguas residuales (redes externas):.....	65
3.6 Resumen red de alcantarillado sanitario:	79
3.7 Calculo de pendientes y diámetros de tuberías de aguas residuales (redes internas):	80
3.8 Tabla resumen de cálculos:	92
4. MEMORIA DE CÁLCULO DE LA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	93

4.1 Alcance de la memoria:	94
4.3 Periodo de diseño y periodo de retorno:	97
4.4 Curva IDF:	97
4.4.1 Componentes de la Curva IDF:.....	97
4.5 Tormenta de diseño:.....	99
4.6 Cuenca de análisis:.....	99
4.7 Coeficiente de escorrentía:.....	100
4.8 Ecuaciones para el modelado de flujo superficial:	102
4.9 Ecuación para el modelado de flujo corriente (Flujo en las tuberías):	103
4.10 Método racional:	104
4.11 Tiempo de concentración (tc):	104
4.12 Delimitación de la cuenca de drenaje del proyecto:	105
4.13 Sumidero tipo:.....	107
4.14 Canales existentes de agua lluvia:.....	109
4.15 Cálculos de caudales por Áreas tributarias	111
4.15.1 Parqueaderos:	111
4.15.2 Plaza central – redondel	116
4.15.3 Plaza comercial:	120
4.15.4 Redes secundarias de recolección de agua lluvia:	133
4.15.5 Redes principales de recolección de agua lluvia:	141
4.16 Canales de techo:	148
5. MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS. ..	152
5.1 Alcance de la memoria:	153
5.2 Tipo de uso de la estructura y clasificación de riesgo para las zonas que comprenden el sistema de rociadores automáticos:.....	154
5.3 Sistema de protección manual:	159
5.4 Sistema de protección manual tipo Gabinetes:	160
5.5 Características de Gabinete contra incendios clase 2:	162
5.6 Ubicación de los Gabinetes contra incendios clase 2:	164
5.7 Rociador estándar contra incendio:.....	164
5.8 Cálculos hidráulicos del sistema de rociadores y mangueras contra incendio:	166
5.9 Caudal de mangueras en gabinetes:	168
5.10 Caudal de rociador individualmente:	169
5.11 Resumen cálculo de caudales:	170
5.12 Cálculos sistema de tuberías:	171
5.13 Cálculo por tramos:.....	176
5.14 Resumen de cálculos por tramos:	207

5.15 Estación de bombeo:	210
5.16 Selección de bombas:.....	211
5.17 Potencia de bomba:	212
5.18 Tanque de almacenamiento:	213
5.19 Dimensionamiento del tanque de almacenamiento:	214
5.20 Resumen dimensionamiento del tanque de agua contra incendios:.....	215
6. Conclusiones	216
7. Referencias bibliográficas.....	219
Anexo A: Planos sistema de agua potable y alcantarillado sanitario.	220
Anexo B: Planos alcantarillado pluvial.....	237
Anexo C: Planos sistema contra incendio.....	242

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla1.- Calculo de caudal máximo probable por tramo.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla2.- Resumen de calculo de presiones según cada tramo.</i>	<i>48</i>
<i>Tabla3.- Resumen de cálculos de red de alcantarillado sanitario exterior.</i>	<i>79</i>
<i>Tabla4.- Resumen de cálculos de red de alcantarillado sanitario.</i>	<i>92</i>
<i>Tabla5. – Factor N ecuación de Kerby.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla6. – Sección de canal de techo1.....</i>	<i>149</i>
<i>Tabla7. – Esquema de sección de canal para techo1.....</i>	<i>149</i>
<i>Tabla8. – Sección de canal de techo1.....</i>	<i>151</i>
<i>Tabla9. – Esquema de sección de canal para techo1.....</i>	<i>151</i>
<i>Tabla10.- Áreas y espaciamientos máximos de rociadores según NFPA13.</i>	<i>164</i>
<i>Tabla11.- Clasificación de colores según temperatura de activación de rociador.....</i>	<i>165</i>
<i>Tabla12.- Caudal según el tipo de gabinete. NFPA13.....</i>	<i>168</i>
<i>Tabla13.- Factores para perdidas de energía por accesorios, NEC 11 – 16.....</i>	<i>172</i>
<i>Tabla14.- Resumen de calculo de presiones y diámetros de tuberías para la red contra incendios.</i>	<i>209</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura1.- Ubicación del proyecto. Fuente: GoogleMaps.</i>	<i>15</i>
<i>Figura2.- Implantación de la arquitectura en terreno natural.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura3.- Render de fachada del proyecto.</i>	<i>17</i>
<i>Figura4.- Fachada del proyecto, arquitectura.</i>	<i>17</i>
<i>Figura5.- Demandas de caudales y presiones tabla 16.1 NEC 11 16.</i>	<i>20</i>
<i>Figura6.- Ecuación para perdidas de energía, ecuación 16.6 NEC 11 16.</i>	<i>21</i>
<i>Figura7.- Ecuación de perdidas por accesorios, ecuación 16.7 NEC 11 16.</i>	<i>21</i>
<i>Figura8.- Factores según el tipo de accesorio, tabla 16.4 NEC 11 16.</i>	<i>22</i>
<i>Figura9.- Ecuación del caudal máximo probable. NEC 11 16.</i>	<i>22</i>
<i>Figura10.- Coeficiente de simultaneidad para fluxores. NEC 11 16.</i>	<i>23</i>
<i>Figura11.- Diámetros comerciales de tuberías.</i>	<i>49</i>
<i>Figura12.- Presiones máxima de operación de tuberías.</i>	<i>49</i>
<i>Figura13.- Dotación según ocupación, tabla 16.2 NEC 11 16.</i>	<i>50</i>
<i>Figura14.- Dimensionamiento de cisterna.</i>	<i>50</i>
<i>Figura15.- Especificaciones técnicas de la bomba.</i>	<i>51</i>
<i>Figura16.- Curva de rendimiento de la bomba.</i>	<i>52</i>
<i>Figura17.- Dimensiones y voltaje de trabajo de la bomba.</i>	<i>53</i>
<i>Figura18.- Numero de bombas necesarias para agua potable.</i>	<i>54</i>
<i>Figura19.- Numero de arranques según la potencia de bomba. Tabla 16.5, NEC 11 - 16.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura20.- Volumen de tanque hidroneumático. Ecuación 16.9, NEC 11 - 16.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura21.- Cálculo de volumen de tanque hidroneumático.</i>	<i>55</i>
<i>Figura22.- Capacidad de tanque hidroneumático.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura23.- Ecuación de altura máxima de succión de bomba, NEC 11- 16.</i>	<i>56</i>
<i>Figura24.- Cálculo de HMS.</i>	<i>57</i>
<i>Figura25.- Ecuación de altura neta de aspiración positiva de bomba, NEC 11- 16.</i>	<i>57</i>
<i>Figura26.- Cálculo de NPSHr.</i>	<i>57</i>
<i>Figura27.- Diámetros de tubería para drenaje sanitario red externa.</i>	<i>64</i>
<i>Figura28.- Diámetros de tubería para drenaje sanitario red interna.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura29.- Altura hidráulica en función del ángulo en canales circulares.</i>	<i>66</i>
<i>Figura30.- Implantación de red exterior de alcantarillado sanitario.....</i>	<i>79</i>
<i>Figura31.- Intensidad, duración y frecuencia estación M0064 Latacunga aeropuerto.....</i>	<i>98</i>
<i>Figura32.- Periodo de retorno según el tipo de uso.</i>	<i>99</i>
<i>Figura33.- Coeficiente de superficie del suelo.</i>	<i>101</i>
<i>Figura34.- Ecuacion de Kerby para flujo superficial.....</i>	<i>102</i>

<i>Figura35. – Ecuación para caudal captado por sumidero.</i>	107
<i>Figura36. – Topografía del terreno.</i>	109
<i>Figura37. – Zanjas existentes en el terreno.</i>	110
<i>Figura38. – Perfil longitudinal pozo 30-37.</i>	134
<i>Figura39. – Perfil longitudinal pozo 16-34.</i>	136
<i>Figura40. – Perfil longitudinal pozo 16-38.</i>	138
<i>Figura41. – Perfil longitudinal pozo 17-42.</i>	140
<i>Figura42. – Red principal 1.</i>	141
<i>Figura43. – Detalle red principal 1.</i>	142
<i>Figura44. – Pozos de red principal 1.</i>	143
<i>Figura45. – Perfil longitudinal red principal1.</i>	144
<i>Figura46. – Perfil longitudinal red principal2.</i>	147
<i>Figura47. – Clasificación de riesgos según NFPA.</i>	154
<i>Figura48. – Locales comerciales implantación.</i>	155
<i>Figura49. – Salón de uso múltiple implantación.</i>	156
<i>Figura50. – Dispensario médico implantación.</i>	157
<i>Figura51. – Oficinas implantación.</i>	158
<i>Figura52. – Pasillos generales implantación.</i>	159
<i>Figura53. – Extintor tipo K</i>	160
<i>Figura54. – Gabinete clase 2.</i>	162
<i>Figura55.- Rociador estándar tipo pendent.</i>	166
<i>Figura56.- Curva de área densidad de rociador.</i>	166

1. Introducción:

En el contexto del desarrollo urbano y la planificación de infraestructuras, el suministro adecuado de agua potable, la gestión eficiente de aguas residuales y pluviales, y la implementación de sistemas de protección contra incendios son necesidades críticas para garantizar la salud pública, el bienestar de la población y la seguridad de las edificaciones.

La presente memoria de cálculo tiene como objetivo detallar los procedimientos y fundamentos utilizados para el dimensionamiento de los sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial, así como la red contra incendios del proyecto: “*Mercado de Productores del cantón Latacunga*”. Este análisis comprende la evaluación de la demanda de agua, el diseño de las redes de distribución, recolección y drenaje, la selección de los equipos adecuados, y la implementación de las mejores prácticas para asegurar un funcionamiento eficiente y sostenible de cada sistema.

El cálculo de estos sistemas no solo involucra la determinación de caudales necesarios en función de la demanda proyectada, sino también la consideración de factores como la variabilidad en los patrones de uso, las condiciones climáticas, los riesgos asociados y las normativas vigentes. A través de una metodología rigurosa y el uso de herramientas técnicas avanzadas, se busca optimizar el diseño, minimizando costos y garantizando un funcionamiento continuo, fiable y seguro.

En este documento, se detallarán las bases teóricas y metodológicas empleadas en el cálculo de cada uno de los sistemas, así como los resultados obtenidos y las recomendaciones para su implementación, buscando satisfacer las necesidades presentes y futuras del mercado.

1.1 Antecedentes del proyecto:

El proyecto de construcción “*Mercado de Productores del cantón Latacunga*” surge como una iniciativa estratégica para impulsar el desarrollo económico y turístico de la región. En un inicio se planteaba la construcción únicamente de una estructura tipo mercado, destinada para los productores de la zona de Latacunga, sin embargo las autoridades del municipio optaron por darle un enfoque mas turístico, de modo que se conservó el nombre inicial del proyecto y se cambio la arquitectura de la edificación, esta vez enfocada hacia un centro comercial, el cual consta con locales, patio de comidas, salón de recreaion, oficians, aulas, tec. El proyecto esra ubicado a lo largo de la vía E35, en el tramo entre Latacunga y Salcedo, el centro comercial busca ofrecer un espacio moderno y funcional que permita a los productores locales exhibir y comercializar sus productos directamente al público.

Con una estructura en su mayoría de tipo comercial, con una área neta de construcción de 6100m², el centro comercial está concebido como un punto de encuentro que no solo beneficiará a los productores locales, sino que también se proyecta como un atractivo turístico para la ciudad de Latacunga, destacando la riqueza cultural y económica de la zona.

Actualmente, el proyecto se encuentra en la etapa de diseño de ingenierías, basándose en normativas nacionales como la NEC, con una proyección de inicio de construcción para el año 2025.

1.2 Ubicación:

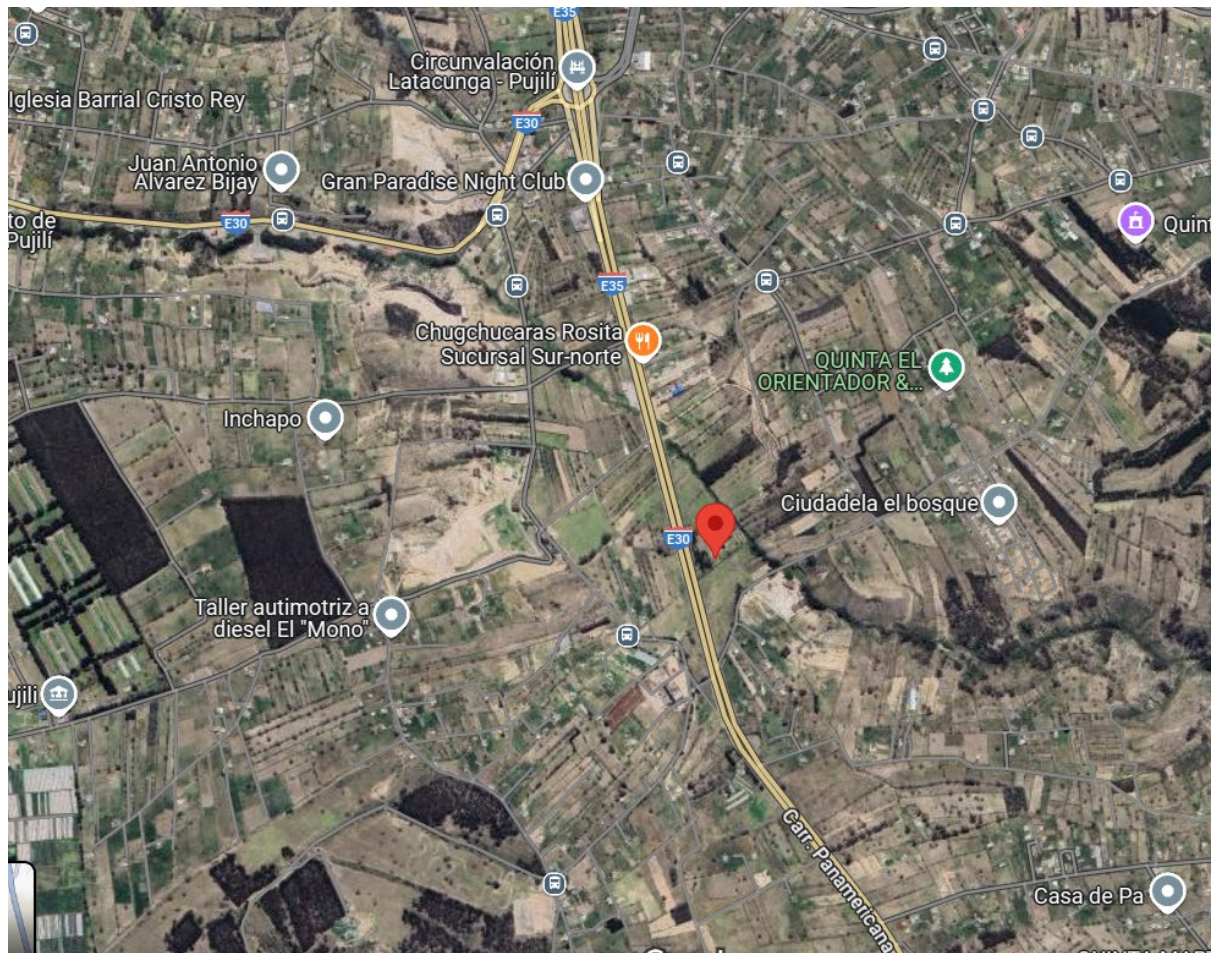


Figura1.- Ubicación del proyecto. Fuente: GoogleMaps.

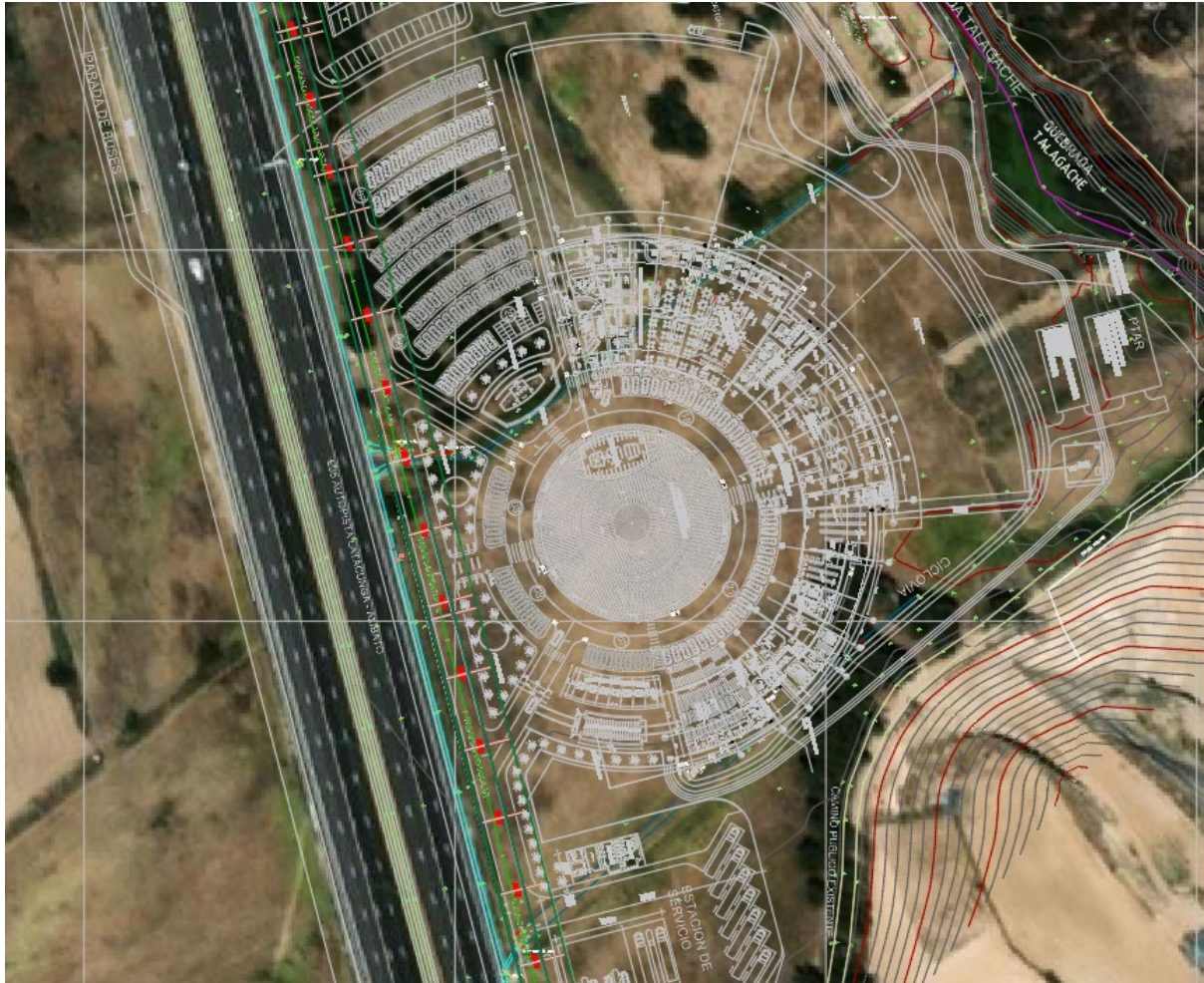


Figura2.- Implantación de la arquitectura en terreno natural.

1.3 Arquitectura del proyecto:



Figura3.- Render de fachada del proyecto.

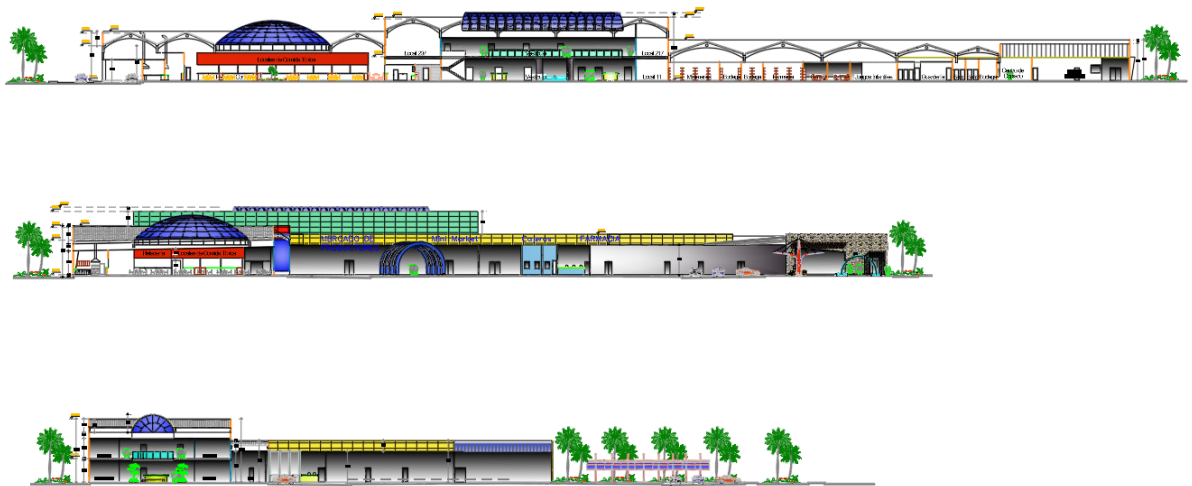


Figura4.- Fachada del proyecto, arquitectura.

1.4 Objetivos Generales del proyecto:

- Dimensionar las redes de tubería del sistema hidráulico del proyecto.
- Determinar la potencia de bomba necesaria para cada tipo de sistema de presión.
- Aplicar las normativas tanto nacionales como municipales al diseño del proyecto.
- Presentar planos de calidad profesional detallados y con vistas isométricas de los diferentes sistemas hidráulicos del proyecto.

1.5 Objetivos Específicos del proyecto:

- En base a la arquitectura determinar el caudal necesario de agua potable y alcantarillado sanitario del proyecto.
- Dimensionar redes de tubería a presión mediante la ecuación de conservación de la energía, ecuación de Manning y Darcy-Weisbach para pérdidas de energía.
- Presentar los resultados del diseño en software de dibujo como: AutoCAD, Civil3D y software BIM como: Revit.
- Determinar el caudal de escorrentía en base al método racional, topografía del terreno, tipo de suelo, e intensidad de lluvia.
- Dimensionar la red de protección contra incendio, según la norma NFPA, considerando el tipo de riesgo así como también caudales y presiones mínimas requeridas.

1.6 Estructura del documento:

A continuación se presenta el diseño de los 4 sistemas que comprenden la ingeniería hidráulica del proyecto, organizados de la siguiente manera:

- 2.- Sistema de agua potable
- 3.- Sistema de alcantarillado sanitario
- 4.- Sistema de alcantarillado pluvial
- 5.- Sistema de protección contra incendios.

2. MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ESTACIÓN DE BOMBEO

2.1 Parámetros y normativas de diseño según la NEC 11 16.

Para el dimensionamiento de las tuberías que componen el sistema de abastecimiento de agua potable para el proyecto, se comprueba que cumpla, tanto con el caudal, presión y velocidad establecida por la norma NEC 11 16.

De modo que para los caudales y presiones requeridas se usa la siguiente tabla:

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo (L/s)	Presión		Diámetro según NTE INEN 1369 (mm)
		recomendada (m c.a.)	mínima (m c.a.)	
Bañera / tina	0.30	7.0	3.0	20
Bidet	0.10	7.0	3.0	16
Calentadores / calderas	0.30	15.0	10.0	20
Ducha	0.20	10.0	3.0	16
Fregadero cocina	0.20	5.0	2.0	16
Fuentes para beber	0.10	3.0	2.0	16
Grifo para manguera	0.20	7.0	3.0	16
Inodoro con depósito	0.10	7.0	3.0	16
Inodoro con fluxor	1.25	15.0	10.0	25
Lavabo	0.10	5.0	2.0	16
Máquina de lavar ropa	0.20	7.0	3.0	16
Máquina lava vajilla	0.20	7.0	3.0	16
Urinario con fluxor	0.50	15.0	10.0	20
Urinario con llave	0.15	7.0	3.0	16
Sauna, turco, ó hidromasaje domésticos	1.00	15.0	10.0	25

Figura5.- Demandas de caudales y presiones tabla 16.1 NEC 11 16.

2.1.1 Velocidad de diseño:

La velocidad de diseño debe fluctuar entre **0.6m/s** y **2.5m/s**. De modo que el límite inferior garantiza que no exista acumulación de sedimentos y el límite superior garantiza que no exista ruido en la tubería y evita el desgaste de las mismas (NEC 11-16).

2.1.2 Pérdidas de energía por fricción (hf):

Para las pérdidas de energía por fricción la cual es directamente proporcional a la longitud de tubería, se lo calculó mediante:

(1) Para el cálculo de pérdidas de carga por longitud (en m c.a.) se aplicará la ecuación 16-6.

$$h_f = m \times L \times \left(\frac{V}{D} \right)^{1.75} \quad (16-6)$$

Donde:

N = número de viviendas, casas y departamentos iguales, del predio

V = velocidad, en metros sobre segundo (m/s)

D = diámetro, en metros (m)

L = longitud de tubería, en metros (m)

m = constante del material del tubo, que adopta los siguientes valores:

m = 0.00070, acero

m = 0.00092, acero galvanizado varios años de uso

m = 0.00056, cobre

m = 0.00054, plástico

Figura6.- Ecuación para perdidas de energía, ecuación 16.6 NEC 11 16.

2.1.3 Perdidas de energía por accesorios:

Para hallar los valores correspondientes en (m) a la longitud equivalente (Le) que generan los distintos tipos de accesorios instalados en el sistema de agua potable, se aplicó la siguiente ecuación:

(3) También se podrá calcular las longitudes equivalentes con la ecuación 16-7.

$$L_e = \left(A \times \left(\frac{d}{25.4} \right) \pm B \right) \times \left(\frac{120}{C} \right)^{1.8519} \quad (16-7)$$

Donde:

L_e = longitud equivalente, en metros

A, B = factores que dependen del tipo de accesorio, según Tabla 16.4

d = diámetro interno, en milímetros

C = coeficiente según material de tubería (acero: 120, ... plástico: 150, etc.)

Figura7.- Ecuación de perdidas por accesorios, ecuación 16.7 NEC 11 16.

Tabla 16.4. Factores para el cálculo de longitudes equivalentes

Accesorio	Factor A	Factor B
Codo de 45°	0.38	+ 0.02
Codo radio largo 90°	0.52	+ 0.04
Entrada normal	0.46	- 0.08
Reducción	0.15	+ 0.01
Salida de tubería	0.77	+ 0.04
Tee paso directo	0.53	+ 0.04
Tee paso de lado y tee salida bilateral	1.56	+ 0.37
Tee con reducción	0.56	+ 0.33
Válvula de compuerta abierta	0.17	+ 0.03
Válvula de globo abierta	8.44	+ 0.50
Válvula de pie con criba	6.38	+ 0.40

Figura8.- Factores según el tipo de accesorio, tabla 16.4 NEC 11 16.

2.1.4 Caudal de diseño:

Estimación de caudales: Según la norma NEC 11 16, aplicando el criterio de simultaneidad para cada ramal:

$$Q_{MP} = k_s \times \sum q_i$$

$$k_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F \times (0.04 + 0.04 \times \log(\log(n)))$$

Donde:

n = número total de aparatos servidos

k_s = coeficiente de simultaneidad, entre 0.2 y 1.0

q_i = caudal mínimo de los aparatos suministrados (Tabla 16-1)

F = factor que toma los siguientes valores:

F = 0, según Norma Francesa NFP 41204

F = 1, para edificios de oficinas y semejantes

F = 2, para edificios habitacionales

F = 3, hoteles, hospitales y semejantes

F = 4, edificios académicos, cuarteles y semejantes

F = 5, edificios e inmuebles con valores de demanda superiores

Figura9.- Ecuación del caudal máximo probable. NEC 11 16.

➤ **Para los ramales con predominio de fluxores:**

- *Criterio de simultaneidad:* cuando existe un predominio de fluxores la simultaneidad (k_s) del uso de ellos se calculará con la ecuación 16-1 y el caudal máximo probable con la ecuación 16-2.

$$k_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} - 0.07 \quad (16-1)$$

Donde n, en este caso representa el número de fluxores.

Figura10.- Coeficiente de simultaneidad para fluxores. NEC 11 16.

Para los caudales instantáneos mínimos, se usó un factor de seguridad de **1.67**, esto acorde lo establecido por la NEC, para edificaciones que son de uso público:

- Incrementar el caudal instantáneo 1.67 veces cuando el aparato sanitario seleccionado se diseñe para uso público.

2.2. Explicacion cálculos de QMP:

Artefacto: Tipo de pieza sanitaria en el tramo analizado.

Cantidad: Número de tipo de artefactos que existen en el tramo analizado.

Qi min (L/s): Caudal minimo que debe llegar al artefacto, según la NEC 11-16.

Subtotal Qi: Multiplicación de Qi min por la cantidad.

Total de artefactos: Cantidad total de piezas sanitarias sin fluxor en el tramo.

Total artefactos con fluxor: Cantidad total de piezas sanitarias con fluxor en el tramo.

Ks: Coeficiente de simultaneidad para aparatos con fluxor.

Ks fluxor: Coeficiente de simultaneidad de aparatos con fluxor.

Ks ponderado: Promedio ponderado entre la cantidad y el coeficiente de simultaneidad para aparatos con y sin fluxor.

Total Qi: Suma de todos los caudales mínimos en cada pieza sanitaria, es decir, caudal equivalente a que todos los aparatos sanitarios estén en uso a la vez.

QMP: Caudal máximo probable en el tramo analizado:

$$QMP = Ks \text{ ponderado} * Total Qi$$

2.3 Resumen de cálculo de QMP por tramo:

TRAMO 1-2-3-4					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	44
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con flux	123
Inodoro con depósito	20	0.167	3.34	Ks	0.29839
Inodoro con fluxor	44	2.0875	91.85	Ks fluxor	0.02054
Urinario con fluxor	19	0.835	15.865	Ks ponderado	0.09374
Fregadero	20	0.334	6.68	Total Qi (L/s)	129.091
Lavabo	60	0.167	10.02	QMP del proyecto (L/s)	12.1013
Grifo para manguera	4	0.334	1.336		
TRAMO 4 - 5					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	22
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con flux	58
Inodoro con depósito	3	0.167	0.501	Ks	0.35356
Inodoro con fluxor	27	2.0875	56.3625	Ks fluxor	0.06245
Urinario con fluxor	11	0.835	9.185	Ks ponderado	0.14251
Fregadero	17	0.334	5.678	Total Qi (L/s)	75.7345
Lavabo	20	0.167	3.34	QMP del tramo (L/s)	10.79
Grifo para manguera	2	0.334	0.668		
TRAMO 5 - 6					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	18
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con flux	3
Inodoro con depósito	3	0.167	0.501	Ks	0.37438
Inodoro con fluxor	0	2.0875	0	Ks fluxor	0.63711
Urinario con fluxor	0	0.835	0	Ks ponderado	0.41192
Fregadero	13	0.334	4.342	Total Qi (L/s)	6.012
Lavabo	3	0.167	0.501	QMP del tramo (L/s)	2.48
Grifo para manguera	2	0.334	0.668		
TRAMO 6 - 7					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	9
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con flux	3
Inodoro con depósito	3	0.167	0.501	Ks	0.47111
Inodoro con fluxor	0	2.0875	0	Ks fluxor	0.63711
Urinario con fluxor	0	0.835	0	Ks ponderado	0.51261
Fregadero	4	0.334	1.336	Total Qi (L/s)	3.006
Lavabo	3	0.167	0.501	QMP del tramo (L/s)	1.54
Grifo para manguera	2	0.334	0.668		

Caudal máximo probable				Total Artefactos	2
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con flux	0
Inodoro con depósito	0	0.167	0	Ks	1
Inodoro con fluxor	0	2.0875	0	Ks fluxor	0
Urinario con fluxor	0	0.835	0	Ks ponderado	1
Fregadero	0	0.334	0	Total Qi (L/s)	0.668
Lavabo	0	0.167	0	QMP del tramo (L/s)	0.67
Grifo para manguera	2	0.334	0.668		

TRAMO 4 - 9					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	22
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con flux	65
Inodoro con depósito	17	0.167	2.839	Ks	0.35356
Inodoro con fluxor	17	2.0875	35.4875	Ks fluxor	0.055
Urinario con fluxor	8	0.835	6.68	Ks ponderado	0.1305
Fregadero	3	0.334	1.002	Total Qi (L/s)	53.3565
Lavabo	40	0.167	6.68	QMP del tramo (L/s)	6.96
Grifo para manguera	2	0.334	0.668		
TRAMO 9 - 10					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	16
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con flux	48
Inodoro con depósito	12	0.167	2.004	Ks	0.38788
Inodoro con fluxor	13	2.0875	27.1375	Ks fluxor	0.07586
Urinario con fluxor	8	0.835	6.68	Ks ponderado	0.15387
Fregadero	2	0.334	0.668	Total Qi (L/s)	41.6665
Lavabo	27	0.167	4.509	QMP del tramo (L/s)	6.41
Grifo para manguera	2	0.334	0.668		
TRAMO 10 - 11					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	15
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con flux	38
Inodoro con depósito	12	0.167	2.004	Ks	0.39571
Inodoro con fluxor	7	2.0875	14.6125	Ks fluxor	0.0944
Urinario con fluxor	6	0.835	5.01	Ks ponderado	0.17968
Fregadero	1	0.334	0.334	Total Qi (L/s)	26.8035
Lavabo	25	0.167	4.175	QMP del tramo (L/s)	4.82
Grifo para manguera	2	0.334	0.668		
TRAMO 11 - 12					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	13
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con flux	14
Inodoro con depósito	10	0.167	1.67	Ks	0.4143
Inodoro con fluxor	0	2.0875	0	Ks fluxor	0.20735
Urinario con fluxor	0	0.835	0	Ks ponderado	0.30699
Fregadero	1	0.334	0.334	Total Qi (L/s)	5.01
Lavabo	14	0.167	2.338	QMP del tramo (L/s)	1.54
Grifo para manguera	2	0.334	0.668		
TRAMO 4 - 13					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	22
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con flux	58
Inodoro con depósito	3	0.167	0.501	Ks	0.35356
Inodoro con fluxor	27	2.0875	56.3625	Ks fluxor	0.06245
Urinario con fluxor	11	0.835	9.185	Ks ponderado	0.14251
Fregadero	17	0.334	5.678	Total Qi (L/s)	75.7345
Lavabo	20	0.167	3.34	QMP del tramo (L/s)	10.79
Grifo para manguera	2	0.334	0.668		
TRAMO 13 - 14					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	0
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con flux	18
Inodoro con depósito		0.167	0	Ks	0
Inodoro con fluxor	8	2.0875	16.7	Ks fluxor	0.17254
Urinario con fluxor	2	0.835	1.67	Ks ponderado	0.17254
Fregadero		0.334	0	Total Qi (L/s)	19.706
Lavabo	8	0.167	1.336	QMP del tramo (L/s)	3.4
Grifo para manguera		0.334	0		
TRAMO 15 - 16					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	0
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con flux	6
Inodoro con depósito		0.167	0	Ks	0
Inodoro con fluxor	3	2.0875	6.2625	Ks fluxor	0.37721
Urinario con fluxor	3	0.835	2.505	Ks ponderado	0.37721
Fregadero		0.334	0	Total Qi (L/s)	8.7675
Lavabo		0.167	0	QMP del tramo (L/s)	3.31
Grifo para manguera		0.334	0		

TRAMO 16 - 17					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	0
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con flux	12
Inodoro con depósito		0.167	0	Ks	0
Inodoro con fluxor	4	2.0875	8.35	Ks fluxor	0.23151
Urinario con fluxor		0.835	0	Ks ponderado	0.23151
Fregadero		0.334	0	Total Qi (L/s)	9.686
Lavabo	8	0.167	1.336	QMP del tramo (L/s)	2.24
Grifo para manguera		0.334	0		
TRAMO 17 - 18					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	0
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con flux	8
Inodoro con depósito		0.167	0	Ks	0
Inodoro con fluxor	4	2.0875	8.35	Ks fluxor	0.30796
Urinario con fluxor		0.835	0	Ks ponderado	0.30796
Fregadero		0.334	0	Total Qi (L/s)	9.018
Lavabo	4	0.167	0.668	QMP del tramo (L/s)	2.24
Grifo para manguera		0.334	0		
TRAMO 17 - 19					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	0
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con flux	4
Inodoro con depósito		0.167	0	Ks	0
Inodoro con fluxor		2.0875	0	Ks fluxor	0.50735
Urinario con fluxor		0.835	0	Ks ponderado	0.50735
Fregadero		0.334	0	Total Qi (L/s)	0.668
Lavabo	4	0.167	0.668	QMP del tramo (L/s)	0.34
Grifo para manguera		0.334	0		
TRAMO 20 - 21					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	4
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con flux	21
Inodoro con depósito		0.167	0	Ks	0
Inodoro con fluxor	14	2.0875	29.225	Ks fluxor	0.15361
Urinario con fluxor		0.835	0	Ks ponderado	0.15361
Fregadero	4	0.334	1.336	Total Qi (L/s)	31.73
Lavabo	7	0.167	1.169	QMP del tramo (L/s)	4.9
Grifo para manguera		0.334	0		
TRAMO 21 - A					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	2
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con flux	10
Inodoro con depósito		0.167	0	Ks	1.05743
Inodoro con fluxor	3	2.0875	6.2625	Ks fluxor	0.26333
Urinario con fluxor		0.835	0	Ks ponderado	0.39568
Fregadero	2	0.334	0.668	Total Qi (L/s)	8.0995
Lavabo	7	0.167	1.169	QMP del tramo (L/s)	3.2
Grifo para manguera		0.334	0		
TRAMO A - B					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	2
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con flux	7
Inodoro con depósito		0.167	0	Ks	1.05743
Inodoro con fluxor		2.0875	0	Ks fluxor	0.33825
Urinario con fluxor		0.835	0	Ks ponderado	0.49807
Fregadero	2	0.334	0.668	Total Qi (L/s)	1.837
Lavabo	7	0.167	1.169	QMP del tramo (L/s)	0.9
Grifo para manguera		0.334	0		
TRAMO 22 - 23					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	0
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con flux	5
Inodoro con depósito		0.167	0	Ks	0
Inodoro con fluxor		2.0875	0	Ks fluxor	0.43
Urinario con fluxor	5	0.835	4.175	Ks ponderado	0.43
Fregadero		0.334	0	Total Qi (L/s)	4.175
Lavabo		0.167	0	QMP del tramo (L/s)	1.8
Grifo para manguera		0.334	0		
TRAMO 24 - 25					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	0
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con flux	6
Inodoro con depósito		0.167	0	Ks	0
Inodoro con fluxor	5	2.0875	10.4375	Ks fluxor	0.2
Urinario con fluxor		0.835	0	Ks ponderado	0.2
Fregadero		0.334	0	Total Qi (L/s)	10.6045
Lavabo	1	0.167	0.167	QMP del tramo (L/s)	2.1
Grifo para manguera		0.334	0		

TRAMO 32 - 33					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con flux	
Inodoro con depósito	3	0.167	0.501	Ks	0.51948
Inodoro con fluxor		2.0875	0	Ks fluxor	0.63711
Urinario con fluxor		0.835	0	Ks ponderado	0.55477
Fregadero	4	0.334	1.336	Total Qi (L/s)	2.338
Lavabo	3	0.167	0.501	QMP del tramo (L/s)	1.3
Grifo para manguera		0.334	0		
TRAMO 33 - 34					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con flux	
Inodoro con depósito	2	0.167	0.334	Ks	0.51948
Inodoro con fluxor		2.0875	0	Ks fluxor	1
Urinario con fluxor		0.835	0	Ks ponderado	0.51948
Fregadero	4	0.334	1.336	Total Qi (L/s)	1.837
Lavabo	1	0.167	0.167	QMP del tramo (L/s)	1
Grifo para manguera		0.334	0		
TRAMO 33 - 35					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con flux	
Inodoro con depósito	2	0.167	0.334	Ks	2
Inodoro con fluxor		2.0875	0	Ks fluxor	1
Urinario con fluxor		0.835	0	Ks ponderado	0.93
Fregadero		0.334	0	Total Qi (L/s)	0.965
Lavabo	2	0.167	0.334	QMP del tramo (L/s)	0.668
Grifo para manguera		0.334	0		
TRAMO 36 - 37					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con flux	
Inodoro con depósito	2	0.167	0.334	Ks	2
Inodoro con fluxor		2.0875	0	Ks fluxor	1
Urinario con fluxor		0.835	0	Ks ponderado	0.93
Fregadero		0.334	0	Total Qi (L/s)	0.965
Lavabo	2	0.167	0.334	QMP del tramo (L/s)	0.668
Grifo para manguera		0.334	0		
TRAMO 38 - 39					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con flux	
Inodoro con depósito	3	0.167	0.501	Ks	4
Inodoro con fluxor		2.0875	0	Ks fluxor	3
Urinario con fluxor		0.835	0	Ks ponderado	0.67091
Fregadero	1	0.334	0.334	Ks fluxor	0.63711
Lavabo	3	0.167	0.501	Ks ponderado	0.65642
Grifo para manguera		0.334	0	Total Qi (L/s)	1.336
				QMP del tramo (L/s)	0.9
TRAMO 44-46					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con flux	
Inodoro con depósito	0	0.167	0	Ks	1
Inodoro con fluxor	3	2.0875	6.2625	Ks fluxor	7
Urinario con fluxor	2	0.835	1.67	Ks ponderado	0.5
Fregadero	1	0.334	0.334	Ks fluxor	0.33825
Lavabo	2	0.167	0.334	Ks ponderado	0.35847
Grifo para manguera		0.334	0	Total Qi (L/s)	8.6005
				QMP del tramo (L/s)	3.1
TRAMO 49-50					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con flux	
Inodoro con depósito		0.167	0	Ks	0
Inodoro con fluxor	2	2.0875	4.175	Ks fluxor	0.50735
Urinario con fluxor		0.835	0	Ks ponderado	0.50735
Fregadero		0.334	0	Total Qi (L/s)	4.509
Lavabo	2	0.167	0.334	QMP del tramo (L/s)	2.3
Grifo para manguera		0.334	0		
TRAMO 51-52					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con flux	
Inodoro con depósito	2	0.167	0.334	Ks	2
Inodoro con fluxor		2.0875	0	Ks fluxor	6
Urinario con fluxor		0.835	1.67	Ks ponderado	0.5
Fregadero		0.334	0	Ks fluxor	0.37721
Lavabo	4	0.167	0.668	Ks ponderado	0.40791
Grifo para manguera		0.334	0	Total Qi (L/s)	2.672
				QMP del tramo (L/s)	1.1

TRAMO 52-53					
Caudal máximo probable					
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)		
Inodoro con depósito	2	0.167	0.334	Total Artefactos	2
Inodoro con fluxor		2.0875	0	Total Artefactos con flux	2
Urinario con fluxor		0.835	0	Ks	0.5
Fregadero		0.334	0	Ks fluxor	0.93
Lavabo	2	0.167	0.334	Ks ponderado	0.715
Grifo para manguera		0.334	0	Total Qi (L/s)	0.668
				QMP del tramo (L/s)	0.5
TRAMO 54-55					
Caudal máximo probable					
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)		
Inodoro con depósito	0	0.167	0	Total Artefactos	0
Inodoro con fluxor	6	2.0875	12.525	Total Artefactos con flux	11
Urinario con fluxor	0	0.835	0	Ks	0.5
Fregadero	0	0.334	0	Ks fluxor	0.24623
Lavabo	5	0.167	0.835	Ks ponderado	0.24623
Grifo para manguera		0.334	0	Total Qi (L/s)	13.36
				QMP del tramo (L/s)	3.3
TRAMO 59-60					
Caudal máximo probable					
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)		
Inodoro con depósito		0.167	0	Total Artefactos	0
Inodoro con fluxor		2.0875	0	Total Artefactos con flux	4
Urinario con fluxor	4	0.835	3.34	Ks	0.5
Fregadero		0.334	0	Ks fluxor	0.50735
Lavabo		0.167	0	Ks ponderado	0.50735
Grifo para manguera		0.334	0	Total Qi (L/s)	3.34
				QMP del tramo (L/s)	1.7

Tabla1.- Cálculo de caudal máximo probable por tramo.

2.4 Cálculo de presiones por ramal:

El computo de la presión en cada ramal se lo realizó en base a la: Ecuación general de la energía, (Ecuación de Bernoulli más pérdidas de energía):

ECUACION GENERAL DE LA ENERGIA

$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + h_A - h_R - h_L = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g}$$

Asimismo, y para la determinación de la presión inicial requerida en la estación de bombeo, se comprueba la presión mínima en el aparato más desfavorable del proyecto, el cual se encuentra en el segundo nivel.

Una vez cumplida la presión en el aparato más desfavorable se realiza la comprobación de las presiones en el resto de aparatos, comprobando que no se exceda de los (50 m c.a) en ningún punto de consumo de acuerdo a la NEC:

- b. La presión en cualquier nudo de consumo no deberá ser mayor que 50 m c.a. (71.12 psi); y, siempre se deberá tomar en cuenta la presión residual recomendada por el fabricante del aparato a instalar.

2.5 Explicación tabla de cálculos:

- **Tramo:** Corresponde a los dos puntos (Inicio – fin) de tubería analizado para su cálculo.
- **MT:** Corresponde al material de la tubería en el tramo analizado.
- **Qtramo:** Caudal de diseño, o también el caudal máximo que se espera en dicho tramo medido el L/s.
- **L:** Longitud correspondiente al tramo de tubería analizado, medido en metros.
- **Perdidas por accesorios:** Mediante el método de longitud equivalente para cada tipo de accesorio respectivamente, considerando también el material de dichos accesorios.

Para las pérdidas por accesorios se calculan en base a la NEC 11 – 16, mediante la tabla 16.4.

Aplicando la ecuación 16.7, de la NEC 11 - 16, se obtiene el valor de la longitud equivalente en metros de pérdida que genera cada tipo de accesorio respectivamente.

(3) También se podrá calcular las longitudes equivalentes con la ecuación 16-7.

$$L_e = \left(A \times \left(\frac{d}{25.4} \right) \pm B \right) \times \left(\frac{120}{C} \right)^{1.8519} \quad (16-7)$$

Donde:

L_e = longitud equivalente, en metros

A, B = factores que dependen del tipo de accesorio, según Tabla 16.4

d = diámetro interno, en milímetros

C = coeficiente según material de tubería (acero: 120, ... plástico: 150, etc.)

- **Perdidas por fricción:** Se calculan en base a la ecuación de Hazen – Williams:

$$h = 10,674 \cdot \frac{Q^{1,852}}{C^{1,852} \cdot D^{4,871}} \cdot L$$

Donde:

h: Pérdida por fricción en metros.

Q: Caudal del tramo medido en m³/s

C: Coeficiente de material.

Coeficiente de Hazen - Willians	
Material	C
Plástico	150
Acero	120
Cobre	130

D: Diámetro interno de la tubería medido en metros.

L: Longitud del tramo analizado.

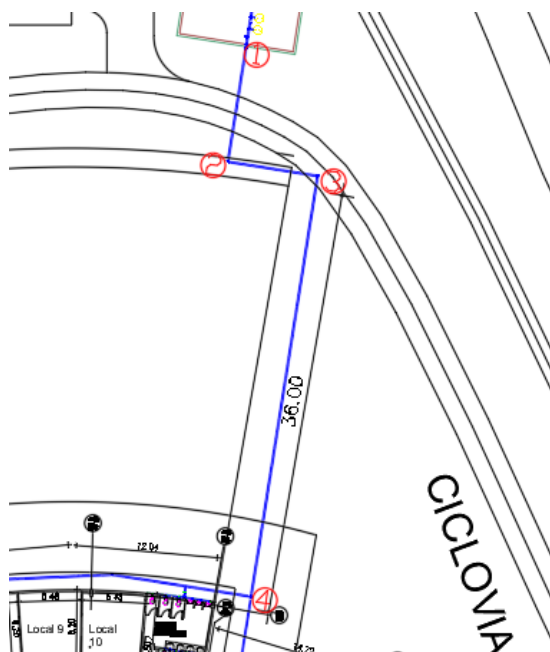
- **Pérdida total:** Suma de las pérdidas generadas por los distintos tipos de accesorios y la pérdida por fricción para cada tramo.
- **Pieza sanitaria:** Tipo de pieza sanitaria que se encuentra al final de cada ramal.
- **Presión de salida:** Presión inicial menos las pérdidas totales. A partir de la ecuación general de la energía para mecánica de fluidos:

ECUACIÓN GENERAL DEL BALANCE DE ENERGÍA MECÁNICA

$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} + h_A - h_R - h_L = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2 \cdot g}$$

- **Presión mínima:** Corresponde a la presión mínima requerida para cada tipo de pieza que se presente a la final de cada Ramal.

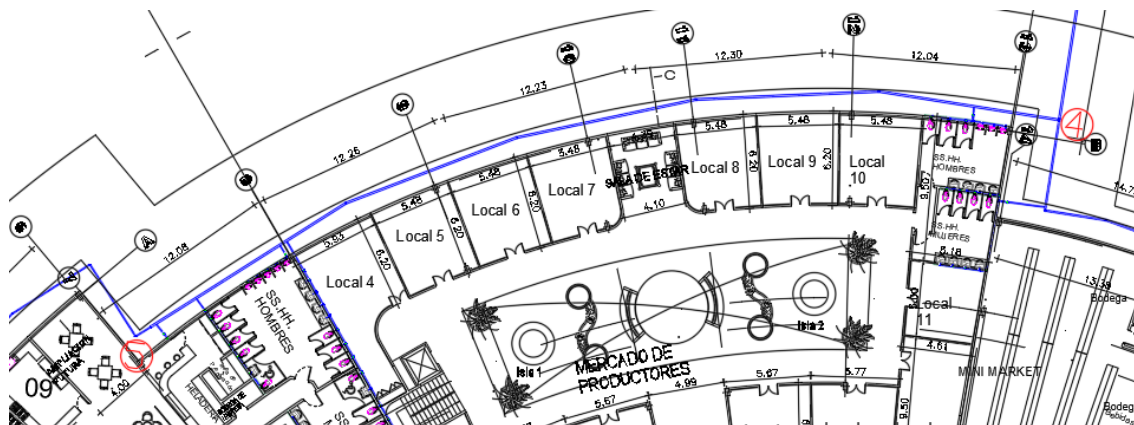
Tramo 1-4



Tramo	MT	DN (in)	n	Ks	Qi (L/s)	QMP (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción	Pérdida total hL (m)	Altura pieza sanitaria (m)	Presión de salida (m.c.a)	Presión mínima (m.c.a)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad	
								Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
								Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	"m"	hf (m)							
1-2-3-4	Plástico	4	167	0.094	129	12.101	57	Entrada normal	1	1.2	1.2	Codo de 90°	4	1.4	5.6	0	0	0	0	0	0	0	5E-04	1.082	7.8554	Ninguno	0	48.1	0	✔	1.432644	✔

1-2-3-4	Plástico	4	167	0.094	129	12.101	57	Entrada normal	1	1.2	1.2	Codo de 90°	4	1.4	5.6		0	0	0		0	0	0	5E-04	1.082	7.8554	Ninguno	0	48.1	0	✓	1.432644	✓
---------	----------	---	-----	-------	-----	--------	----	----------------	---	-----	-----	-------------	---	-----	-----	--	---	---	---	--	---	---	---	-------	-------	--------	---------	---	------	---	---	----------	---

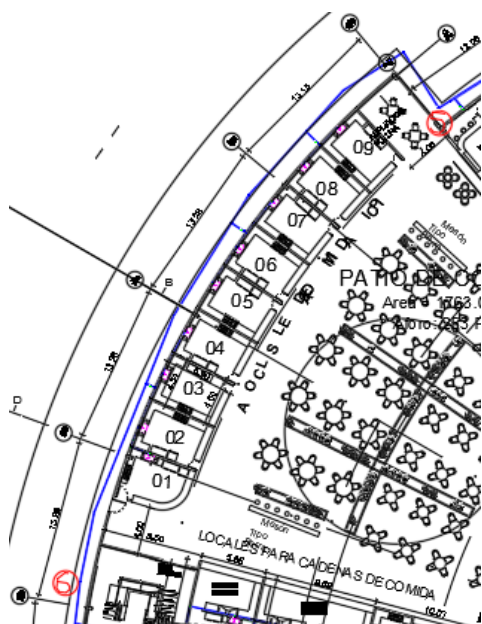
Tramo 4-5



Tramo	MT	DN (in)	n	Ks	Qi (L/s)	QMP (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción	Pérdida total hL (m)	Altura pieza sanitaria (m)	Presión de salida (m.c.a)	Presión mínima (m.c.a)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad	
								Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
								Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	"m"	hf (m)							
4-5	Plástico	4	80	0.143	75.7	10.793	63.5	Tee paso de lado	1	4.4	4.4	Tee paso directo	5	1.4	7.1	Codo de 45°	3	1.02	3.06		0	0	5E-04	0.986	15.553	Ninguno	0	32.6	0	✓	1.331246	✓

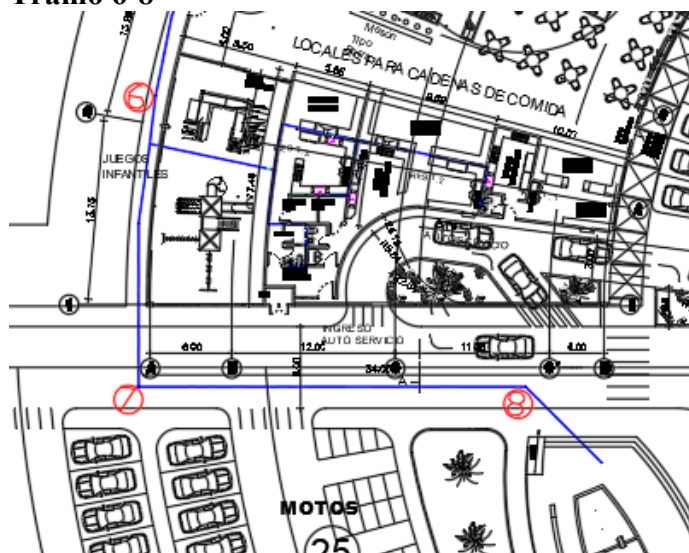
4-5	Plástico	4	80	0.143	75.7	10.793	63.5	Tee paso de lado	1	4.4	4.4	Tee paso directo	5	1.4	7.1	Codo de 45°	3	1.02	3.06			0	0	5E-04	0.986	15.553	Ninguno	0	32.6	0	✓	1.331246	✓
-----	----------	---	----	-------	------	--------	------	------------------	---	-----	-----	------------------	---	-----	-----	-------------	---	------	------	--	--	---	---	-------	-------	--------	---------	---	------	---	---	----------	---

Tramo 5-6



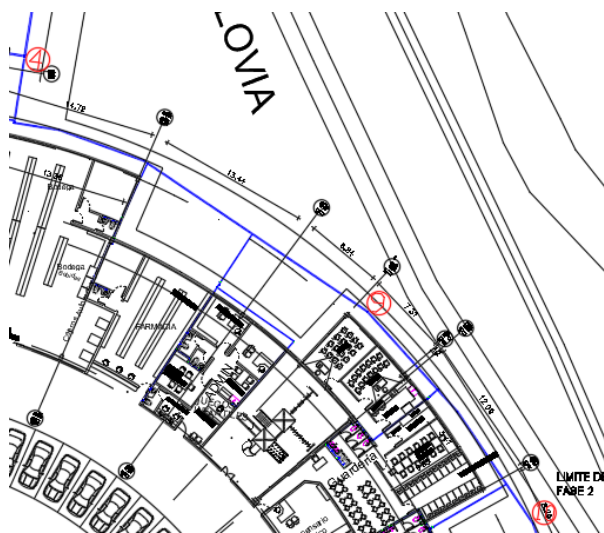
Tramo	MT	DN (in)	n	Ks	Qi (L/s)	QMP (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Altura pieza sanitaria (m)	Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad	
								Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4													
								Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	"m"	hf (m)								
5-6	Plástico	2	21	0.412	6.01	2.4764	54.5	Codo de 90°	2	0.7	1.4	Tee paso directo	3	0.7	2.2	Codo de 45°	3	0.52	1.55		2	0	0	5E-04	1.733	6.8925	Ninguno	0	25.7	0	✓	1.221829	✓

Tramo 6-8



Tramo	MT	DN (in)	n	Ks	Qi (L/s)	QMP (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Altura a pieza sanitaria (m)	Presión de salida (m.c.a.)	Presión mínima (m.c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad	
								Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4				"m"	hf (m)								
								Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total										
6-7	Plástico	1 1/2	12	0.513	3.01	1.5409	27	Tee paso de lado	1	1.8	1.8	Codo de 45°	2	0.4	0.8		6	0	0	Codo de 45°	3	0.39	1.17	5E-04	1.467	5.2116	Ninguno	0	20.5	0	✓	1.351565	✓
7-8	Plástico	1	2	1	0.67	0.668	30	Codo de 90°	1	0.4	0.4		7	0	0		7	0	0	Codo de 90°	4	0.37	1.48	5E-04	2.591	4.4434	Ninguno	0	16	0	✓	1.318315	✓
8-pil	Plástico	1	2	1	0.67	0.668	8.2	Tee paso de lado	1	1.3	1.3	Válvula de globo	1	5.9	5.9		8	0	0		5	0	0	5E-04	0.708	7.8988	Grifo para manguera	0.3	7.84	3	✓	1.318315	✓

Tramo 4-10



Tramo	MT	DN (in)	n	Ks	Qi (L/s)	QMP (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Altura pieza sanitaria (m)	Presión de salida (m.c.a.)	Presión mínima (m.c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad	
								Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4				"m"	hf (m)								
								Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total										
4-9	Plástico	3	87	0.13	53.4	6.963	42	Tee paso directo	1	1.1	1.1	Codo de 90°	1	1.1	1.1	Codo de 45°	1	0.77	0.77		0	0	0	5E-04	1.188	4.0921	Ninguno	0	44.1	0	✓	1.526845	✓
9-10	Plástico	3	64	0.154	41.7	6.4112	24	Tee paso directo	2	1.1	2.2	Codo de 45°	1	0.8	0.8		10	0	0		0	0	0	5E-04	0.588	3.5114	Ninguno	0	40.5	0	✓	1.405844	✓

Tramo 10-12



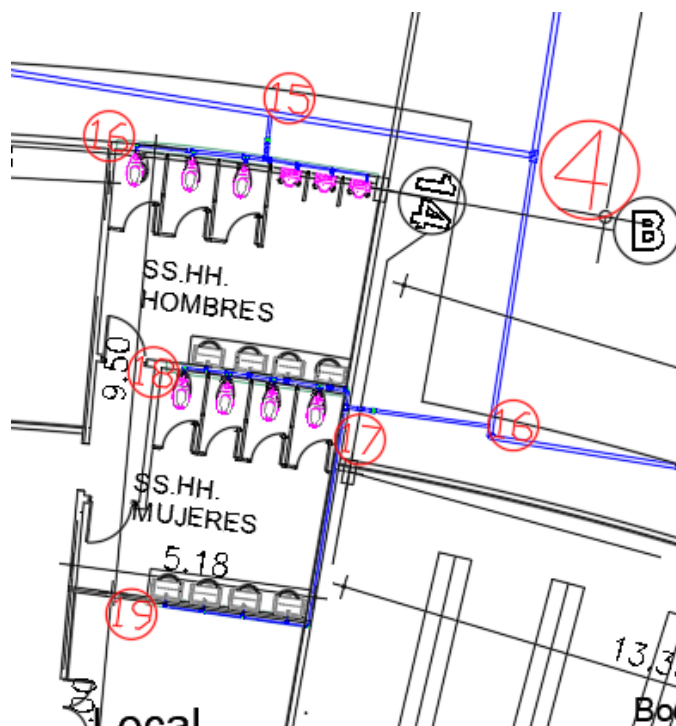
Tramo	MT	DN (in)	n	Ks	Qi (L/s)	QMP (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Altura pieza sanitaria (m)	Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad	
								Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4													
								Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	"m"	hf (m)								
10-11	Plástico	3	53	0.18	26.8	4.816	18	Tee paso directo	1	1.1	1.1	Codo de 45°	2	0.8	1.5		11	0	0		0	0	0	SE-04	0.267	2.88	Ninguno	0	37.7	0	✓	1.056048	✓
11-12	Plástico	2	27	0.307	5.01	1.538	48	Tee paso directo	3	0.7	2.2	Codo de 45°	1	0.5	0.5		0	0	0		0	0	0	SE-04	0.663	3.362	Ninguno	0	34.3	0	✓	0.758835	✓

Tramo 13-14 (Planta alta)



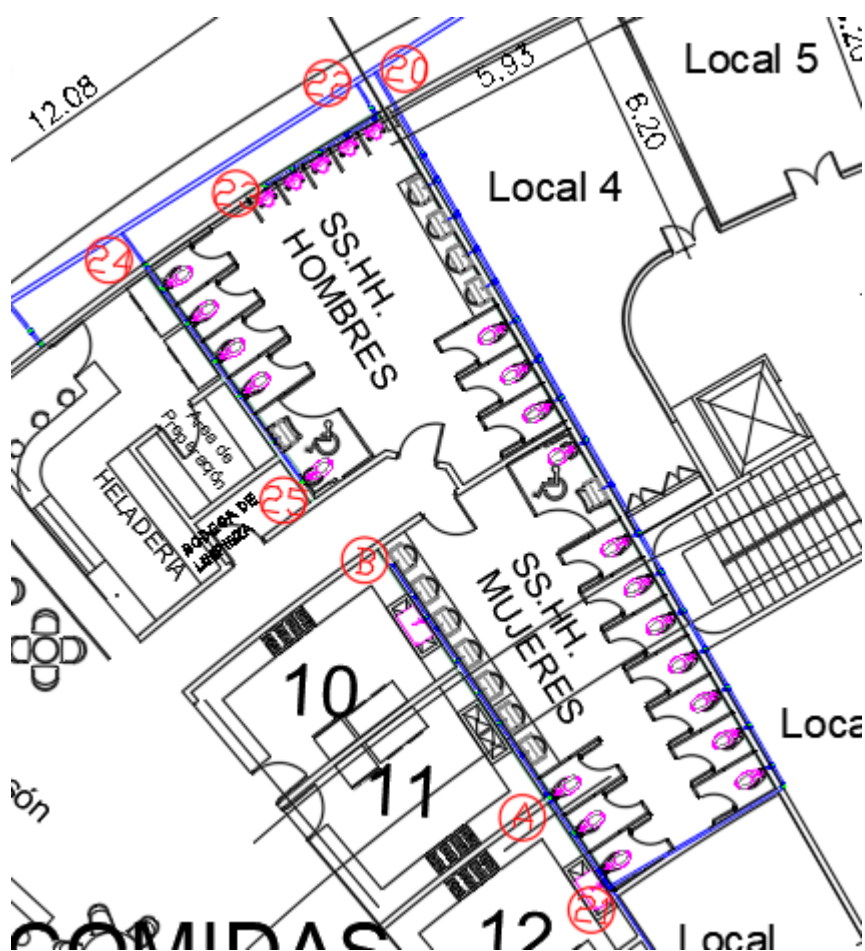
Tramo	MT	DN (in)	n	Ks	Qi (L/s)	QMP (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Altura pieza sanitaria (m)		Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
								Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4				"m"	hf (m)								
								Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total										
4-13	Plástico	4	80	0.143	75.7	10.793	62.8	Tee paso de lado	1	4.4	4.4	Tee paso directo	5	1.4	7.1	Codo de 45°	3	1.02	3.06			0	0	5E-04	0.975	15.548	Ninguno	0	32.6	0	✓	1.331246	✓
13-14	Plástico	2	18	0.173	19.7	3.4	44.3		0	0	0	Codo de 90°	9	0.7	6.4	Tee paso directo	5	0.73	3.64			0	0	5E-04	2.45	12.518	Ninguno	0	13.2	0	✓	1.67749	✓
14-UF	Plástico	3/4	1	1	0.5	0.5	0.8	Tee paso de lado	1	1	1	Codo de 90°	1	0.3	0.3	Válvula de compuerta	1	0.1	0.1	Reducción	1	0.08	0.08	5E-04	0.163	1.6516	Urinario con flujor	1.2	10.4	10	✓	1.754245	✓

Baño 1



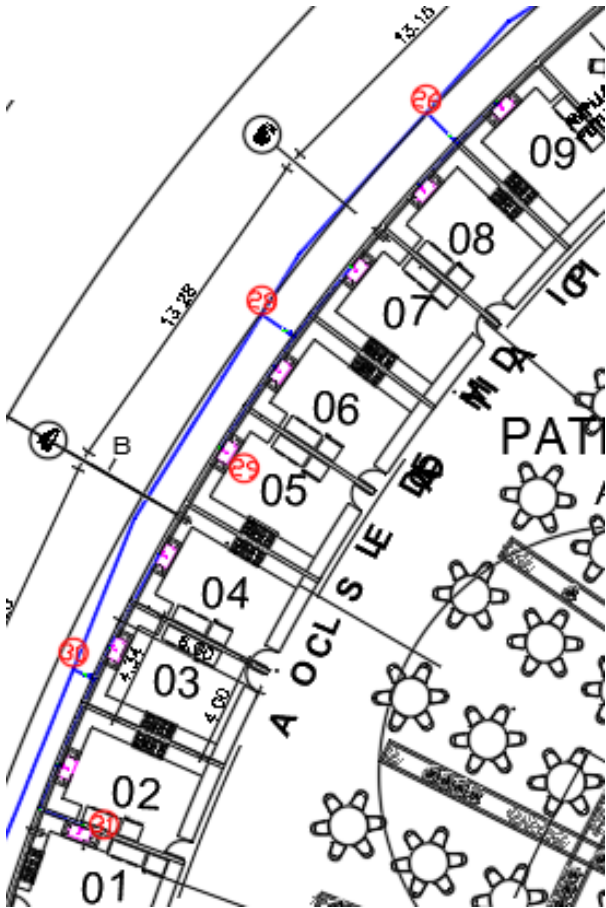
Tramo	MT	DN (in)	n	Ks	Qi (L/s)	QMP (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios – Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Altura pieza sanitaria (m)	Presión de salida (m c. a.)	Presión mínima (m c. a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad	
								Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4				"m"	hf (m)								
								Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total										
4-15	Plástico	4	80	0.143	75.7	10.793	5.74	Tee paso de lado	1	4.4	4.4		0	0	0		3	0	0		0	0	0	5E-04	0.089	4.4617	Ninguno	0	43.7	0	✓	1.331246	✓
15-16	Plástico	2	6	0.377	8.77	3.3072	6.74	Tee paso de lado	4	2.3	9.2		0	0	0		4	0	0		0	0	0	5E-04	0.356	9.5901	Ninguno	0	34.1	0	✓	1.631721	✓
16-1F	Plástico	1	1	1	1.2	1.2	0.5	Tee paso de lado	1	1.3	1.3	Válvula de compuerta	1	0.1	0.1		0	0	0		0	0	0	5E-04	0.12	1.5294	Inodoro con flujo	0.4	32.2	10	✓	2.36823	✓
4-16	Plástico	3	87	0.099	72.6	7.1514	5.1	Tee paso directo	1	1.1	1.1		1	0	0		1	0	0		0	0	0	5E-04	0.151	1.2294	Ninguno	0	46.9	0	✓	1.568156	✓
16-17	Plástico	2	12	0.232	9.69	2.24	3.3	Tee paso de lado	1	2.3	2.3		2	0	0		2	0	0		0	0	0	5E-04	0.088	2.3967	Ninguno	0	44.5	0	✓	1.105174	✓
17-18	Plástico	2	8	0.308	9.02	2.24	4.44	Tee paso de lado	1	2.3	2.3	Codo de 90°	1	0.7	0.7	Tee paso directo	6	0.73	4.37		0	0	0	5E-04	0.118	7.5074	Ninguno	0	37	0	✓	1.105174	✓
18-1F	Plástico	1 1/2	1	1	2.09	2.09	0.4	Tee paso de lado	1	1.8	1.8	Válvula de compuerta	1	0.2	0.2		7	0	0		0	0	0	5E-04	0.037	2.0183	Inodoro con flujo	0.4	34.3	10	✓	1.833186	✓
17-19	Plástico	3/4	4	0.507	0.67	0.34	7.84	Tee paso de lado	1	1	1	Codo de 90°	1	0.3	0.3	Tee paso directo	4	0.29	1.16	Reducción	1	0.08	0.08	5E-04	0.814	3.3563	Ninguno	0	30.9	0	✓	1.192886	✓
19-LV	Plástico	1/2	1	1	0.17	0.167	0.9	Codo de 90°	2	0.2	0.4	Válvula de compuerta	1	0.1	0.1	Reducción	1	0.06	0.06		0	0	0	5E-04	0.185	0.7141	Lavabo	0.8	29.4	2	✓	1.318315	✓

Baño 2:



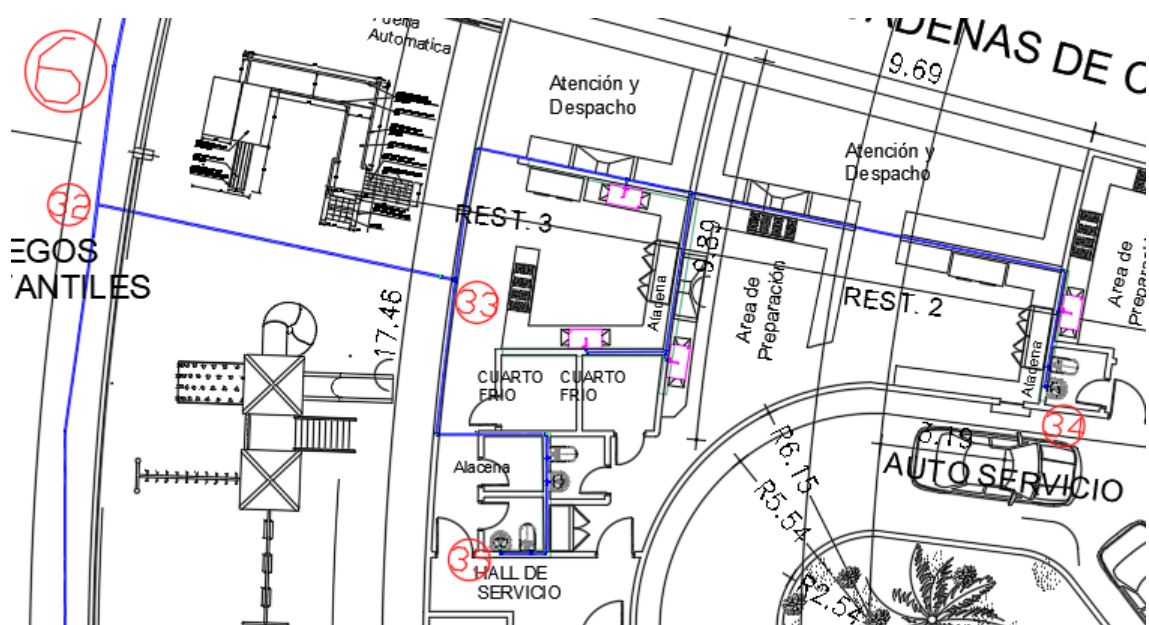
Tramo	MT	DN (in)	n	Ks	Qi (L/s)	QMP (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción	Pérdida total hL (m)	Altura pieza sanitaria (m)	Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad		
								Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4													
								Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	"m"	hf (m)								
4-20	Plástico	4	80	0.143	75.7	10.793	52.5	Tee paso de lado	1	4.4	4.4	Tee paso directo	1	1.4	1.4	Codo de 45°	3	1.02	3.06		0	0	5E-04	0.815	3.6722	Ninguno	0	38.5	0	✓	1.331246	✓	
20-21	Plástico	2	21	0.154	31.7	4.9	22.6	Tee paso de lado	1	2.3	2.3	Codo de 90°	3	0.7	2.1	Tee paso directo	18	0.73	13.1		0	0	5E-04	2.372	19.922	Ninguno	0	18.6	0	✓	2.417568	✓	
21-A	Plástico	2	12	0.396	8.1	3.2	3	Tee paso de lado	1	2.3	2.3	Codo de 90°	1	0.7	0.7		1	0	0		0	0	5E-04	0.149	3.1724	Ninguno	0	15	0	✓	1.57882	✓	
A-IF	Plástico	1	1	1	1.2	1.2	0.5	Tee paso de lado	1	1.3	1.3	Válvula de compuerta	1	0.1	0.1		0	0	0		0	0	5E-04	0.12	1.5294	Inodoro con flujo	0.4	13.1	10	✓	2.36823	✓	
A-B	Plástico	1	9	0.498	184	0.9	7	Tee paso directo	8	0.4	3	Codo de 90°	1	0.4	0.4	Reducción	1	0.11	0.11		0	0	5E-04	1.019	4.5114	Ninguno	0	10.5	0	✓	1.776173	✓	
4-22	Plástico	4	80	0.143	75.7	10.793	52.5	Tee paso de lado	1	4.4	4.4	Tee paso directo	2	1.4	2.9	Codo de 45°	3	1.02	3.06		0	0	5E-04	0.815	11.101	Ninguno	0	37	0	✓	1.331246	✓	
22-23	Plástico	1 1/4	5	0.43	4.18	1.8	3.2	Tee paso de lado	1	1.5	1.5	Tee paso directo	4	0.5	1.9	Codo de 90°	1	0.46	0.46		0	0	5E-04	0.543	4.3927	Ninguno	0	32.7	0	✓	2.273501	✓	
23-UF	Plástico	3/4	1	1	0.5	0.5	0.8	Reducción	1	0.1	0.1	Tee paso de lado	1	1	1	Codo de 90°	2	0.28	0.57	Válvula de compuerta	1	0.1	0.1	5E-04	0.163	1.936	Urinario con flujo	1.2	29.5	10	✓	1.754245	✓
4-24	Plástico	4	80	0.143	75.7	10.793	54.5	Tee paso de lado	1	4.4	4.4	Tee paso directo	3	1.4	4.3	Codo de 45°	3	1.02	3.06		0	0	5E-04	0.846	12.561	Ninguno	0	35.6	0	✓	1.331246	✓	
24-25	Plástico	1 1/2	6	0.2	10.6	2.1209	7.6	Tee paso de lado	1	1.8	1.8	Codo de 90°	2	0.5	1.1	Tee paso directo	7	0.55	3.87		0	0	5E-04	0.722	7.4665	Ninguno	0	28.1	0	✓	1.860289	✓	
25-IF	Plástico	1	12	0.396	8.1	3.2	0.5	Tee paso de lado	1	2.3	2.3	Codo de 90°	1	0.7	0.7	Válvula de compuerta	1	0.24	0.24		0	0	5E-04	0.025	3.2927	Inodoro con flujo	0.4	24.1	10	✓	1.57882	✓	

Fregaderos:



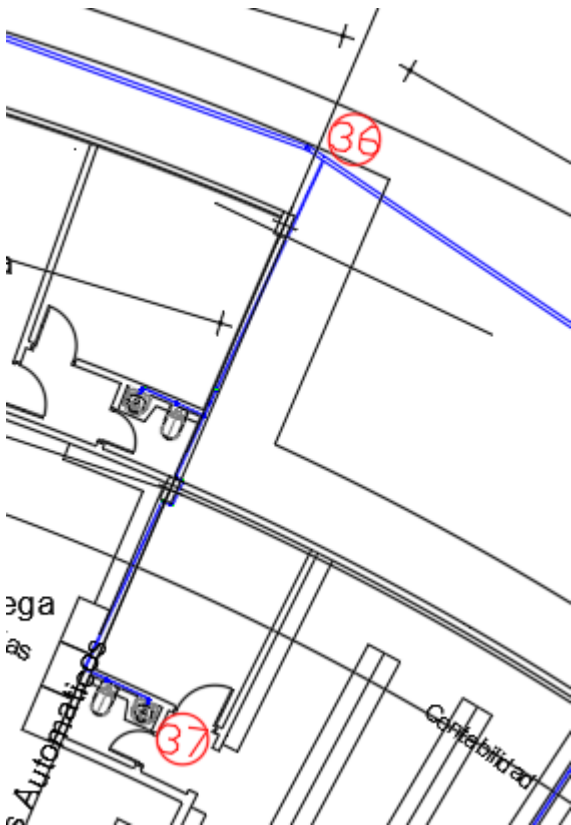
Tramo	MT	DN (in)	n	Ks	Qi (L/s)	QMP (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Altura pieza sanitaria (m)	Presión de salida (m.c.a.)	Presión mínima (m.c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad	
								Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4				"m"	hf (m)								
								Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total										
5-26	Plástico	2	21	0.412	6.01	2.4764	16	Codo de 90°	2	0.7	1.4		0	0	0	Codo de 45°	1	0.52	0.52		2	0	0	5E-04	0.509	2.4535	Ninguno	0	30.1	0	✓	1.221829	✓
26-28	Plástico	2	21	0.412	6.01	2.4764	9.8	Codo de 90°	2	0.7	1.4	Tee paso directo	1	0.7	0.7	Codo de 45°	1	0.52	0.52		2	0	0	5E-04	0.312	2.984	Ninguno	0	27.1	0	✓	1.221829	✓
28-29	Plástico	1	2	0.78	0.67	0.521	6.3	Tee paso de lado	1	1.3	1.3	Tee paso directo	1	0.4	0.4		2	0	0		3	0	0	5E-04	0.352	2.006	Ninguno	0	25.1	0	✓	1.028286	✓
29-FR	Plástico	3/4	1	1	0.33	0.334	1.3	Tee paso de lado	1	1	1	Codo de 90°	1	0.3	0.3	Válvula de compuerta	1	0.1	0.1			0	0	5E-04	0.131	1.5383	Fregadero	0.9	22.7	2	✓	1.171835	✓
28-30	Plástico	2	21	0.412	6.01	2.4764	15.6	Codo de 90°	2	0.7	1.4	Tee paso directo	2	0.7	1.5	Codo de 45°	2	0.52	1.03		0	0	0	5E-04	0.496	4.4121	Ninguno	0	22.7	0	✓	1.221829	✓
30-31	Plástico	1	2	1	0.67	0.668	8.4	Tee paso de lado	1	1.3	1.3	Tee paso directo	2	0.4	0.8	Codo de 90°	1	0.37	0.37	Reducción	1	0.11	0.11	5E-04	0.726	3.2326	Ninguno	0	21.9	0	✓	1.318315	✓

Baño 3:



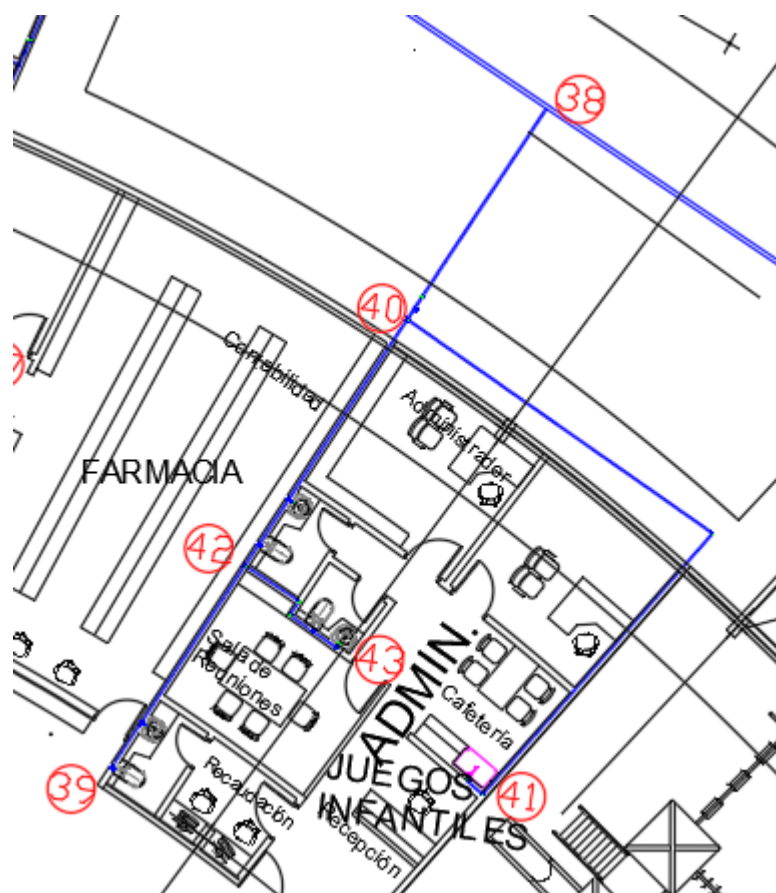
Tramo	MT	DN (in)	n	Ks	Qi (L/s)	QMP (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)												Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Altura pieza sanitaria (m)	Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad					
								Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4									"m"	hf (m)			
								Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant										Le	Total	
6-32	Plástico	11/2	12	0.513	3.01	15409	9	Codo de 45°	2	0.4	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5E-04	0.489	1.2637	Ninguno	0	24.4	0	✓	1.351565	✓		
32-33	Plástico	11/4	10	0.555	2.34	1.3	9	Tee paso de lado	1	1.5	1.5	Reducción	1	0.1	0.1	1	0	0	1	0	0	5E-04	0.864	2.529	Ninguno	0	21.9	0	✓	1.641973	✓		
33-34	Plástico	1	7	0.519	1.84	1	21.4	Tee paso directo	4	0.4	1.5	Codo de 90°	2	0.4	0.7	2	0	0	2	0	0	5E-04	3.745	5.994	Ninguno	0	15.9	0	✓	1.973525	✓		
33-35	Plástico	1	4	0.965	0.67	0.6	11.7	Tee paso de lado	1	1.3	1.3	Codo de 90°	3	0.4	1.1	Tee paso directo	3	0.38	1.13	Reducción	1	0.11	0.11	5E-04	0.837	4.4625	Ninguno	0	11.4	0	✓	1.184115	✓
35-ID	Plástico	1/2	1	1	0.17	0.167	0.4	Tee paso de lado	1	0.8	0.8	Codo de 90°	1	0.2	0.2	Válvula de compuerta	1	0.08	0.08	Reducción	1	0.06	0.06	5E-04	0.082	1.1737	Inodoro con depósito	0.4	9.91	3	✓	1.318315	✓

Baño 4:



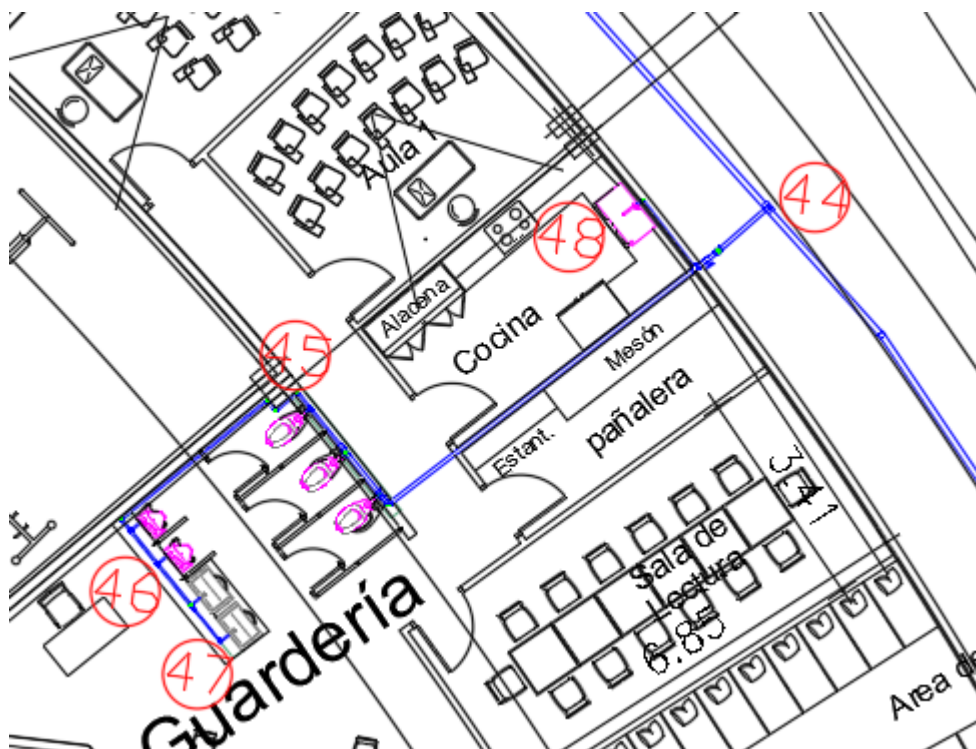
Tramo	MT	DN (in)	n	Ks	Qi (L/s)	QMP (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Altura pieza sanitaria (m)		Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión
								Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4											
								Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	"m"	hf (m)						
4-36	Plástico	3	87	0.13	53.4	6.963	18	Tee paso directo	1	1.1	1.1	Codo de 90°	1	1.1	1.1	Codo de 45°	1	0.77	0.77		0	0	0	5E-04	0.509	3.4132	Ninguno	0	44.7	0	✓
36-37	Plástico	3/4	4	0.965	0.67	0.6	13.5	Tee paso de lado	1	1	1	Tee paso directo	1	0.3	0.3	Codo de 90°	5	0.28	1.42	Reducción	1	0.08	0.08	5E-04	3.79	6.6009	Ninguno	0	38.1	0	✓
37-LV	Plástico	1/2	1	1	0.17	0.167	0.9	Codo de 90°	2	0.2	0.4	Válvula de compuert	1	0.1	0.1	Reducción	1	0.06	0.06	Tee paso de lado	1	0.76	0.76	5E-04	0.185	1.4748	Lavabo	0.8	35.9	2	✓

Baño 5:



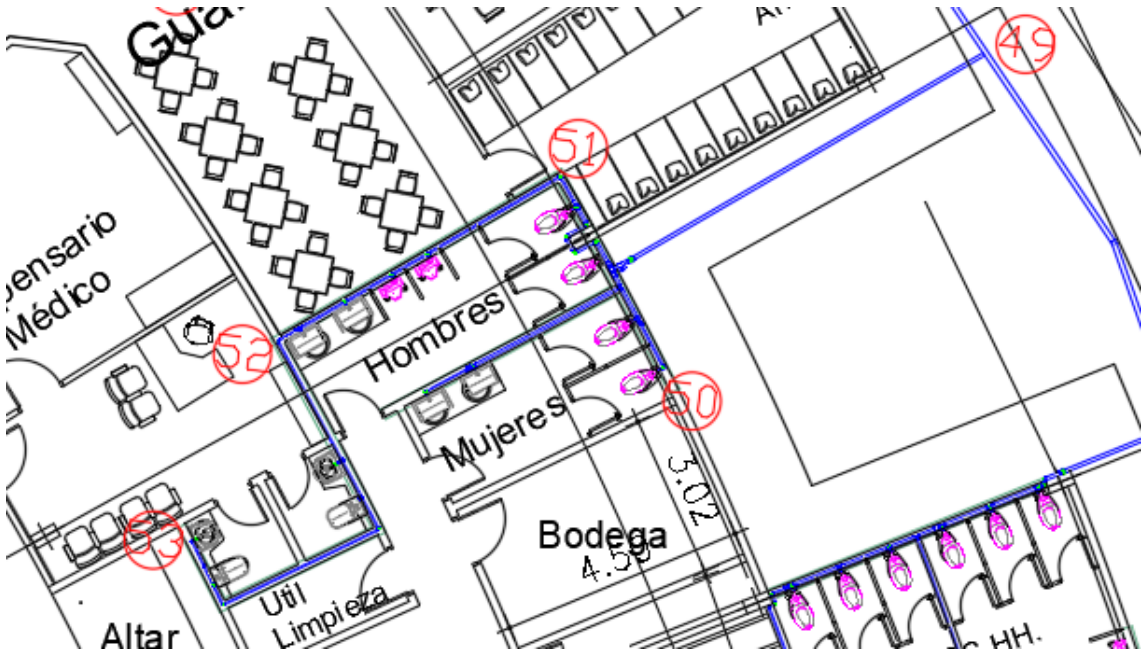
Tramo	MT	DN (in)	n	Ks	Qi (L/s)	QMP (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción	Pérdida total hL (m)	Altura pieza sanitaria (m)	Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad		
								Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4													
								Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	"m"	hf (m)								
36-38	Plástico	3	87	0.13	53.4	6.963	11.5	Tee paso directo	2	1.1	2.2		1	0	0		1	0	0		0	0	0	5E-04	0.325	2.4818	Ninguno	0	42.2	0	✓	1.526845	✓
38-39	Plástico	1	7	0.656	1.34	0.877	12.5	Tee paso de lado	1	1.3	1.3	Tee paso directo	5	0.4	1.9	Reducción	1	0.11	0.11		1	0	0	5E-04	1.738	5.0063	Ninguno	0	37.2	0	✓	1.73074	✓
39-ID	Plástico	1/2	1	1	0.17	0.167	0.4	Tee paso de lado	1	0.8	0.8	Codo de 90°	1	0.2	0.2	Válvula de compuerta	1	0.08	0.08	Reducción	1	0.06	0.06	5E-04	0.082	1.1737	Inodoro con depósito	0.4	35.7	3	✓	1.318315	✓
38-40	Plástico	1	7	0.656	1.34	0.877	4.7	Tee paso de lado	1	1.3	1.3	Reducción	1	0.1	0.1			0	0		2	0	0	5E-04	0.654	2.0362	Ninguno	0	40.2	0	✓	1.73074	✓
40-41	Plástico	3/4	1	1	0.33	0.334	16.6	Tee paso de lado	1	1	1	Reducción	1	0.1	0.1	Codo de 90°	2	0.28	0.57		3	0	0	5E-04	1.672	3.3403	Ninguno	0	33.9	0	✓	1.171835	✓
40-42	Plástico	1	7	0.656	1.34	0.877	7.3	Tee paso directo	3	0.4	1.1		0	0	0		3	0	0		0	0	0	5E-04	1.015	2.1464	Ninguno	0	38.1	0	✓	1.73074	✓
42-43	Plástico	3/4	2	1	0.33	0.334	3.2	Tee paso de lado	1	1	1	Reducción	1	0.1	0.1	Tee paso directo	1	0.29	0.29		4	0	0	5E-04	0.322	1.7114	Ninguno	0	34	0	✓	1.171835	✓

Baño 6:



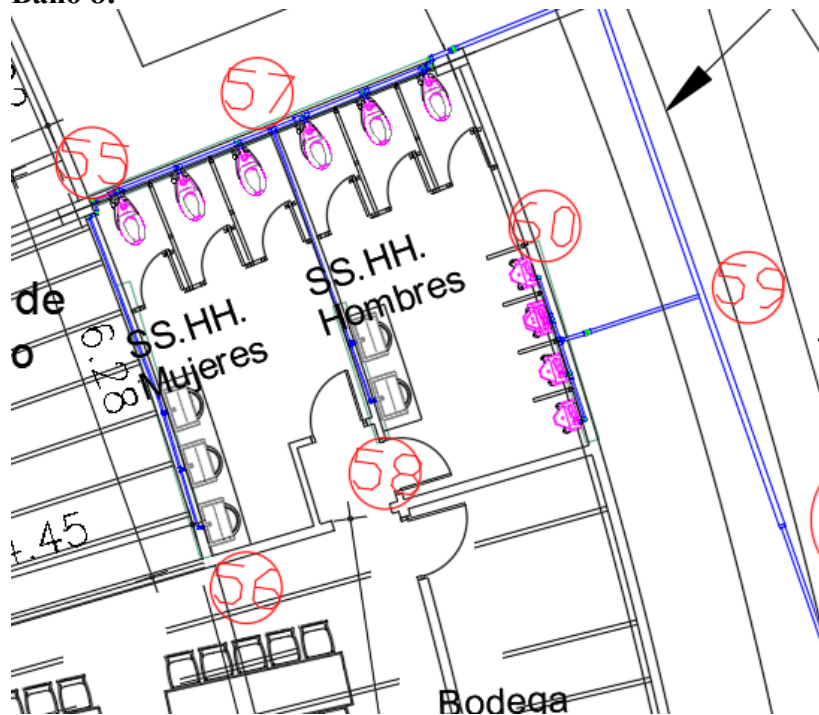
Tramo	MT	DN (in)	n	Ks	Qi (L/s)	QMP (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Altura pieza sanitaria (m)		Presión de salida (m.c.a.)	Presión mínima (m.c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
								Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4													
								Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	"m"	hf (m)								
9-44	Plástico	3	64	0.154	41.7	6.4112	9	Codo de 45°	1	0.8	0.8		2	0	0		2	0	0		5	0	0	5E-04	0.22	0.9877	Ninguno	0	43.1	0	✓	1.405844	✓
44-45	Plástico	2	8	0.358	8.6	3.1	9	Codo de 90°	1	0.7	0.7	Tee paso directo	1	0.7	0.7	Reducción	1	0.21	0.21	Tee paso de lado	1	2.31	2.31	5E-04	0.424	4.3797	Ninguno	0	38.7	0	✓	1.529482	✓
45-46	Plástico	1	4	0.5	2	1.002	5	Reducción	1	0.1	0.1	Tee paso de lado	2	1.3	2.6	Codo de 90°	4	0.37	1.48		2	0	0	5E-04	0.878	5.0191	Ninguno	0	33.7	0	✓	1.977472	✓
46-UF	Plástico	3/4	1	1	0.5	0.5	0.8	Reducción	1	0.1	0.1	Tee paso de lado	1	1	1	Codo de 90°	2	0.28	0.57	Válvula de compuerta	1	0.1	0.1	5E-04	0.163	1.936	Urinario con flujo	1.2	30.5	10	✓	1.754245	✓
46-47	Plástico	3/4	2	1	0.33	0.334	1.4	Reducción	1	0.1	0.1	Tee paso de lado	1	1	1		5	0	0		3	0	0	5E-04	0.141	1.2407	Ninguno	0	32.4	0	✓	1.171835	✓
44-48	Plástico	3/4	1	1	0.33	0.334	2.1	Reducción	1	0.1	0.1	Tee paso de lado	2	1	2		6	0	0		4	0	0	5E-04	0.211	2.3293	Ninguno	0	40.7	0	✓	1.171835	✓

Baño 7:



Tramo	MT	DN (in)	n	Ks	Qi (L/s)	QMP (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Altura pieza sanitaria (m)	Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad	
								Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4				"m"	hf (m)								
								Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total										
10-49	Plástico	3	53	0.18	26.8	4.816	1.6		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	5E-04	0.024	0.0237	Ninguno	0	44	0	✓	1.056048	✓
49-50	Plástico	1 1/2	4	0.507	4.51	2.3	10	Tee paso de lado	2	1.8	3.6	Tee paso directo	2	0.6	1.1		1	0	0		1	0	0	5E-04	1.096	5.7856	Ninguno	0	38.2	0	✓	2.017381	✓
49-51	Plástico	1 1/2	4	0.507	4.51	2.3	8	Tee paso de lado	2	1.8	3.6	Tee paso directo	1	0.6	0.6	Codo de 90°	4	0.54	2.17		2	0	0	5E-04	0.876	7.1838	Ninguno	0	36.8	0	✓	2.017381	✓
51-52	Plástico	1	8	0.408	2.67	1.1	6	Tee paso directo	3	0.4	1.1	Codo de 90°	1	0.4	0.4		5	0	0		3	0	0	5E-04	1.241	2.7422	Ninguno	0	34.1	0	✓	2.170878	✓
52-53	Plástico	3/4	4	0.715	0.67	0.5	8.6	Tee paso directo	3	0.3	0.9	Codo de 90°	3	0.3	0.9		6	0	0		4	0	0	5E-04	1.755	3.4762	Ninguno	0	30.6	0	✓	1.754245	✓

Baño 8:



Tramo	MT	DN (in)	n	Ks	Qi (L/s)	QMP (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción "m" hf (m)	Pérdida total hL (m)	Altura a pieza sanitaria (m)		Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad			
								Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4															
								Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total												
10-54	Plástico	3	53	0.18	26.8	4.816	8.7	Tee paso directo	1	1.1	1.1												5E-04	0.129	1.2073	Ninguno	0	39.3	0	✓	1.056048	✓			
54-55	Plástico	2	11	0.246	13.4	3.3	6.5	Tee paso de lado	1	2.3	2.3	Codo de 90°	2	0.7	1.4	Tee paso directo	6	0.73	4.37	Reducción	1	0.21	0.21	5E-04	0.342	8.65	Ninguno	0	30.7	0	✓	1.628158	✓		
55-IF	Plástico	1	1	1	1.2	1.2	0.5	Tee paso de lado	1	1.3	1.3	Codo de 90°	1	0.4	0.4	Válvula de compuerta	1	0.13	0.13				0	0	5E-04	0.12	1.8998	Inodoro con flusor	0.4	28.4	10	✓	2.36823	✓	
55-56	Plástico	3/4	3	0.75	0.5	0.3758	5.6	Reducción	1	0.1	0.1	Codo de 90°	3	0.3	0.9	Tee paso de lado	2	1.02	2.04				0	0	5E-04	0.693	3.6648	Ninguno	0	24.8	0	✓	1.318315	✓	
54-57	Plástico	2	11	0.246	13.4	3.3	3.4	Reducción	1	0.2	0.2	Codo de 90°	2	0.7	1.4	Tee paso de lado	1	2.31	2.31	Tee paso directo	3	0.73	2.18	5E-04	0.179	6.3042	Ninguno	0	33	0	✓	1.628158	✓		
57-58	Plástico	3/4	2	1	0.33	0.334	4.6	Reducción	1	0.1	0.1	Tee paso de lado	1	1	1	Tee paso directo	2	0.29	0.58				1	0	0	5E-04	0.463	2.1418	Ninguno	0	30.9	0	✓	1.171835	✓
54-59	Plástico	3	53	0.18	26.8	4.816	4.55	Tee paso directo	1	1.1	1.1	Codo de 45°	0	0.8	0								0	0	0	5E-04	0.068	1.1458	Ninguno	0	38.2	0	✓	1.056048	✓
59-60	Plástico	1 1/2	4	0.507	3.34	1.7	1.88	Tee paso directo	2	0.6	1.1	Tee paso de lado	2	1.8	3.6	Reducción	1	0.16	0.16				3	0	0	5E-04	0.121	4.9663	Ninguno	0	33.2	0	✓	1.431108	✓

2.6 Resumen cálculo de presiones:

Presión mínima (m c.a.)																																
Tramo	Material	DN (in)	n	Ks	Qi (L/s)	QMP (L/s)	Longitud d (m)	Pérdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)										Pérdidas por total HL (m)	Altura pieza sanitaria (m)	Presión de salida mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad									
								Accesorio 1			Accesorio 2			Accesorio 3			Accesorio 4							Pérdidas por "m" Hf (m)								
								Nombre	Cant	Le	Nombre	Cant	Le	Nombre	Cant	Le	Nombre								Cant	Le	Total					
1-2-3-4	Plástico	4	167	0.094	123.1	12.101	57	Entrada normal	1	1.2	1.16		4	1.4	5.61		0	0	0	5E-04	1.082	7.8554191	Ninguno	0	48.145	0	✓	1.492644	✓			
4-5	Plástico	4	80	0.143	75.73	10.793	63.5	Tee paso de lado	1	4.4	4.37		5	1.4	7.14	Codo de 45°	3	1.02	3.056		0	5E-04	15.559214	Ninguno	0	32.505	0	✓	1.331246	✓		
5-6	Plástico	2	21	0.412	6.012	2.4764	54.5	Codo de 90°	2	0.7	1.43		3	0.7	2.18	Codo de 45°	3	0.52	1.548		2	0	5E-04	1.733	6.8924508	0	25.693	0	✓	1.221829	✓	
6-7	Plástico	1 1/2	12	0.513	3.006	15409	27	Tee paso de lado	1	1.8	1.79		2	0.4	0.78	Codo de 45°	6	0	0		3	0.39	1.171	5E-04	1.467	5.215713	0	20.481	0	✓	1.351565	✓
7-8	Plástico	1	2	1	0.668	0.668	30	Codo de 90°	1	0.4	0.37		7	0	0		7	0	0		4	0.37	1.482	5E-04	2.591	4.4343131	0	16.038	0	✓	1.318375	✓
8-pil	Plástico	1	2	1	0.668	0.668	8.2	Tee paso de lado	1	1.3	1.28		1	5.9	5.91	Válvula de globo	8	0	0		5	0	5E-04	0.708	7.8989166	0.3	7.0391	3	✓	1.318375	✓	
4-9	Plástico	3	87	0.13	53.36	6.963	42	Tee paso directo	1	11	108		1	11	106	Codo de 45°	1	0.77	0.767		0	0	5E-04	1.188	4.0920678	0	44.053	0	✓	1.525845	✓	
9-10	Plástico	3	64	0.154	41.67	6.412	24	Tee paso directo	2	11	2.16		1	0.8	0.77	Codo de 45°	10	0	0		0	0	5E-04	0.588	3.5114054	0	40.541	0	✓	1.405844	✓	
10-11	Plástico	3	53	0.18	26.8	4.816	18	Tee paso directo	1	11	108		2	0.8	1.53	Codo de 45°	11	0	0		0	0	5E-04	0.267	2.8800372	0	37.661	0	✓	1.066048	✓	
11-12	Plástico	2	27	0.307	5.01	1.538	48	Tee paso directo	3	0.7	2.18		1	0.5	0.52	Codo de 45°	0	0	0		0	0	5E-04	0.663	3.3620118	0	34.299	0	✓	0.758835	✓	
4-13	Plástico	4	80	0.143	75.73	10.793	62.8	Tee paso de lado	1	4.4	4.37		5	1.4	7.14	Codo de 45°	3	1.02	3.056		0	0	5E-04	0.975	15.548341	0	32.596	0	✓	1.331246	✓	
13-14	Plástico	2	18	0.173	19.71	3.4	44.26		0	0	0		9	0.7	6.43	Tee paso directo	5	0.73	3.638		0	0	5E-04	2.45	12.518451	0	13.228	0	✓	1.67749	✓	
14-LF	Plástico	3/4	1	1	0.5	0.5	0.8	Tee paso de lado	1	1	102		1	0.3	0.28	Válvula de compuerta	1	0.1	0.104	Reducción	1	0.081	5E-04	0.163	1.6516033	12	10.376	10	✓	1.754245	✓	
4-15	Plástico	4	80	0.143	75.73	10.793	5.74	Tee paso de lado	1	4.4	4.37		0	0	0		3	0	0		0	0	5E-04	0.089	4.4516941	0	43.683	0	✓	1.331246	✓	
15-16	Plástico	2	6	0.377	8.768	3.3072	6.74	Tee paso de lado	4	2.3	9.23		0	0	0		4	0	0		0	0	5E-04	0.356	9.5901051	0	34.093	0	✓	1.631721	✓	
16-1F	Plástico	1	1	1	12	12	0.5	Tee paso de lado	1	1.3	1.28		1	0.1	0.13	Válvula de compuerta	0	0	0		0	0	5E-04	0.12	1.5293866	0.35	32.213	10	✓	2.36823	✓	
4-16	Plástico	3	87	0.099	72.56	7.1514	5.1	Tee paso directo	1	11	108		1	0	0		1	0	0		0	0	5E-04	0.151	1.2294162	0	46.915	0	✓	1.568156	✓	
16-17	Plástico	2	12	0.232	9.686	2.24	3.3	Tee paso de lado	1	2.3	2.31		2	0	0		2	0	0		0	0	5E-04	0.088	2.3965684	0	44.518	0	✓	1.105174	✓	
17-18	Plástico	2	8	0.308	9.018	2.24	4.44	Tee paso de lado	1	2.3	2.31		1	0.7	0.71	Codo de 90°	6	0.73	4.366		0	0	5E-04	0.118	7.5074245	0	37.011	0	✓	1.105174	✓	
18-1F	Plástico	1 1/2	1	1	2.09	2.09	0.4	Tee paso de lado	1	1.8	1.79		1	0.2	0.19	Válvula de	7	0	0		0	0	5E-04	0.037	2.0182642	0.35	34.293	10	✓	1.833186	✓	

17-18	Plástico	2	8	0.308	3.018	2.24	4.44	Tee paso de lado	1	2.3	2.31	Codo de 90°	1	0.7	0.71	Tee paso directo	6	0.73	4.366		0	0	0	5E-04	0.118	7.5074245	Ninguno	0	37.011	0	✓	1.1051741	✓
18-1F	Plástico	112	1	1	2.09	2.09	0.4	Tee paso de lado	1	1.8	1.79	Válvula de 90°	1	0.2	0.19		7	0	0		0	0	0	5E-04	0.037	2.0182642	Inodoro con fluxor	0.35	34.293	10	✓	1.8331657	✓
17-19	Plástico	34	4	0.507	0.668	0.34	7.84	Tee paso de lado	1	1	1.02	Codo de 90°	1	0.3	0.28	Tee paso directo	4	0.29	1.158	Reducción	1	0.081	0.081	5E-04	0.814	3.3563254	Ninguno	0	30.936	0	✓	1.1928864	✓
19-LV	Plástico	12	1	1	0.167	0.167	0.9	Codo de 90°	2	0.2	0.4	Válvula de 90°	1	0.1	0.08	Reducción	1	0.06	0.056		0	0	0	5E-04	0.185	0.740938	Lavabo	0.78	29.442	2	✓	1.1363149	✓
4-20	Plástico	4	80	0.143	75.73	10.793	52.45	Tee paso de lado	1	4.4	4.37	Tee paso directo	1	1.4	1.43	Codo de 45°	3	1.02	3.056		0	0	0	5E-04	0.815	9.677919	Ninguno	0	38.472	0	✓	1.1332461	✓
20-21	Plástico	2	21	0.164	31.73	4.9	22.6	Tee paso de lado	1	2.3	2.31	Codo de 90°	3	0.7	2.14	Tee paso directo	18	0.73	13.1		0	0	0	5E-04	2.372	19.921536	Ninguno	0	18.551	0	✓	2.4175884	✓
21-A	Plástico	2	12	0.396	8.1	3.2	3	Tee paso de lado	1	2.3	2.31	Codo de 90°	1	0.7	0.71		1	0	0		0	0	0	5E-04	0.149	3.1724438	Ninguno	0	15.028	0	✓	1.5788202	✓
A-1F	Plástico	1	1	1	1.2	1.2	0.5	Tee paso de lado	1	1.3	1.28	Válvula de 90°	1	0.1	0.13		0	0	0		0	0	0	5E-04	0.12	1.5293856	Inodoro con fluxor	0.35	13.149	10	✓	2.3682303	✓
A-B	Plástico	1	9	0.498	1.837	0.9	7	Tee paso directo	8	0.4	3.02	Codo de 90°	1	0.4	0.37	Reducción	1	0.11	0.106				0	5E-04	1.019	4.5114458	Ninguno	0	10.517	0	✓	1.7761727	✓
4-22	Plástico	4	80	0.143	75.73	10.793	52.45	Tee paso de lado	1	4.4	4.37	Tee paso directo	2	1.4	2.86	Codo de 45°	3	1.02	3.056				0	5E-04	0.815	11.1004	Ninguno	0	37.044	0	✓	1.1332461	✓
22-23	Plástico	114	5	0.43	4.175	18	3.2	Tee paso de lado	1	1.5	1.53	Tee paso directo	4	0.5	1.86	Codo de 90°	1	0.46	0.456				0	5E-04	0.543	4.3926781	Ninguno	0	32.651	0	✓	2.2735011	✓
23-UF	Plástico	34	1	1	0.5	0.5	0.8	Reducción	1	0.1	0.08	Tee paso de lado	1	1	1.02	Codo de 90°	2	0.28	0.569	Válvula de compuerta	1	0.104	0.104	5E-04	0.163	1.93605	Urinario con fluxor	1.2	29.515	10	✓	1.7542447	✓
4-24	Plástico	4	80	0.143	75.73	10.793	54.45	Tee paso de lado	1	4.4	4.37	Tee paso directo	3	1.4	4.29	Codo de 45°	3	1.02	3.056				0	5E-04	0.846	12.560952	Ninguno	0	35.584	0	✓	1.1332461	✓
24-25	Plástico	112	6	0.2	10.6	2.1209	7.6	Tee paso de lado	1	1.8	1.79	Codo de 90°	2	0.5	1.08	Tee paso directo	7	0.55	3.866				0	5E-04	0.722	7.4684962	Ninguno	0	28.117	0	✓	1.8602887	✓
25-1F	Plástico	1	12	0.396	8.1	3.2	0.5	Tee paso de lado	1	2.3	2.31	Codo de 90°	1	0.7	0.71	Válvula de compuerta	1	0.24	0.245				0	5E-04	0.025	3.292724	Inodoro con fluxor	0.35	24.124	10	✓	1.5788202	✓
5-26	Plástico	2	21	0.412	5.012	2.4764	16	Codo de 90°	2	0.7	1.43	Tee paso directo	1	0	0	Codo de 45°	1	0.52	0.516		2	0	0	5E-04	0.509	2.45351	Ninguno	0	30.132	0	✓	1.2218287	✓
26-28	Plástico	2	21	0.412	5.012	2.4764	9.8	Codo de 90°	2	0.7	1.43	Tee paso directo	1	0.7	0.73	Codo de 45°	1	0.52	0.516		2	0	0	5E-04	0.312	2.9840472	Ninguno	0	27.148	0	✓	1.2218287	✓
28-29	Plástico	1	2	0.78	0.668	0.521	6.3	Tee paso de lado	1	1.3	1.28	Tee paso directo	1	0.4	0.38		2	0	0		3	0	0	5E-04	0.352	2.0060421	Ninguno	0	25.142	0	✓	1.0282856	✓
29-FR	Plástico	34	1	1	0.334	0.334	1.3	Tee paso de lado	1	1	1.02	Codo de 90°	1	0.3	0.28	Válvula de compuerta	1	0.1	0.104				0	5E-04	0.131	15.38263	Fregadero	0.9	22.704	2	✓	1.1718354	✓
28-30	Plástico	2	21	0.412	5.012	2.4764	15.6	Codo de 90°	2	0.7	1.43	Tee paso directo	2	0.7	1.46	Codo de 45°	2	0.52	1.032		0	0	0	5E-04	0.496	4.4120741	Ninguno	0	22.736	0	✓	1.2218287	✓
30-31	Plástico	1	2	1	0.668	0.668	8.4	Tee paso de lado	1	1.3	1.28	Tee paso directo	2	0.4	0.75	Codo de 90°	1	0.37	0.37	Reducción	1	0.106	0.106	5E-04	0.726	3.2326445	Ninguno	0	21.909	0	✓	1.181349	✓
6-32	Plástico	112	12	0.513	3.006	1.5409	9	Codo de 45°	2	0.4	0.78		0	0	0		0	0	0		0	0	0	5E-04	0.489	1.2697278	Ninguno	0	24.423	0	✓	1.3515555	✓
32-33	Plástico	114	10	0.555	2.338	1.3	9	Tee paso de lado	1	1.5	1.53	Reducción	1	0.1	0.13		1	0	0		1	0	0	5E-04	0.864	2.5290044	Ninguno	0	21.894	0	✓	1.641973	✓

33-34	Plástico	1	7	0.519	1.837	1	214	Tee paso directo	4	0.4	1.51	Codo de 90°	2	0.4	0.74		2	0	0		2	0	0	5E-04	3.745	5.9940117	Ninguno	0	15.9	0	✓	1.9735252	✓
33-35	Plástico	1	4	0.955	0.668	0.6	117	Tee paso de lado	1	1.3	1.28	Codo de 90°	3	0.4	1.11	Tee paso directo	3	0.38	1.131	Reducción	1	0.106	0.106	5E-04	0.837	4.4625255	Ninguno	0	11.438	0	✓	1.1841151	✓
35-ID	Plástico	1/2	1	1	0.167	0.167	0.4	Tee paso de lado	1	0.8	0.76	Codo de 90°	1	0.2	0.2	Válvula de compuerta	1	0.08	0.076	Reducción	1	0.056	0.056	5E-04	0.082	1.1736549	Inodoro con depósito	0.35	9.914	3	✓	1.1383149	✓
4-36	Plástico	3	87	0.13	53.36	6.963	18	Tee paso directo	1	1.1	1.08	Codo de 90°	1	1.1	1.06	Codo de 45°	1	0.77	0.767		0	0	0	5E-04	0.509	3.413729	Ninguno	0	44.731	0	✓	1.5268452	✓
36-37	Plástico	3/4	4	0.955	0.668	0.6	13.5	Tee paso de lado	1	1	1.02	Tee paso directo	1	0.3	0.29	Codo de 90°	5	0.28	1.422	Reducción	1	0.081	0.081	5E-04	3.79	6.6009074	Ninguno	0	38.131	0	✓	2.1050936	✓
37-LV	Plástico	1/2	1	1	0.167	0.167	0.9	Codo de 90°	2	0.2	0.4	Válvula de	1	0.1	0.08	Reducción	1	0.06	0.056	Tee paso de lado	1	0.761	0.761	5E-04	0.185	1.4748231	Lavabo	0.78	35.876	2	✓	1.1383149	✓
36-38	Plástico	3	87	0.13	53.36	6.963	11.5	Tee paso directo	2	1.1	2.16		1	0	0		1	0	0		0	0	0	5E-04	0.325	2.4818062	Ninguno	0	42.25	0	✓	1.5268452	✓
38-39	Plástico	1	7	0.656	1.336	0.877	12.5	Tee paso de lado	1	1.3	1.28	Tee paso directo	5	0.4	1.89	Reducción	1	0.11	0.106		1	0	0	5E-04	1.738	5.0062388	Ninguno	0	37.243	0	✓	1.7307397	✓
39-ID	Plástico	1/2	1	1	0.167	0.167	0.4	Tee paso de lado	1	0.8	0.76	Codo de 90°	1	0.2	0.2	Válvula de compuerta	1	0.08	0.076	Reducción	1	0.056	0.056	5E-04	0.082	1.1736549	Inodoro con depósito	0.35	35.72	3	✓	1.1383149	✓
38-40	Plástico	1	7	0.656	1.336	0.877	4.7	Tee paso de lado	1	1.3	1.28	Reducción	1	0.1	0.11			0	0		2	0	0	5E-04	0.654	2.0362077	Ninguno	0	40.213	0	✓	1.7307397	✓
40-41	Plástico	3/4	1	1	0.334	0.334	16.6	Tee paso de lado	1	1	1.02	Reducción	1	0.1	0.08	Codo de 90°	2	0.28	0.569		3	0	0	5E-04	1.672	3.3403101	Ninguno	0	33.903	0	✓	1.178354	✓
40-42	Plástico	1	7	0.656	1.336	0.877	7.3	Tee paso directo	3	0.4	1.13		0	0	0		3	0	0		0	0	0	5E-04	1.015	2.146438	Ninguno	0	38.067	0	✓	1.7307397	✓
42-43	Plástico	3/4	2	1	0.334	0.334	3.2	Tee paso de lado	1	1	1.02	Reducción	1	0.1	0.08	Tee paso directo	1	0.29	0.289		4	0	0	5E-04	0.322	1.711407	Ninguno	0	34.008	0	✓	1.178354	✓
9-44	Plástico	3	64	0.154	41.67	6.412	9	Codo de 45°	1	0.8	0.77		2	0	0		2	0	0		5	0	0	5E-04	0.22	0.9876789	Ninguno	0	43.065	0	✓	1.4058438	✓
44-45	Plástico	2	8	0.358	8.601	3.1	9	Codo de 90°	1	0.7	0.71	Tee paso directo	1	0.7	0.73	Reducción	1	0.21	0.205	Tee paso de lado	1	2.309	2.309	5E-04	0.424	4.3796887	Ninguno	0	38.685	0	✓	1.5294821	✓
45-46	Plástico	1	4	0.5	2.004	1.002	5	Reducción	1	0.1	0.11	Tee paso de lado	2	1.3	2.55	Codo de 90°	4	0.37	1.482		2	0	0	5E-04	0.878	5.0190549	Ninguno	0	33.666	0	✓	1.9774723	✓
46-LF	Plástico	3/4	1	1	0.5	0.5	0.8	Reducción	1	0.1	0.08	Tee paso de lado	1	1	1.02	Codo de 90°	2	0.28	0.569	Válvula de compuerta	1	0.104	0.104	5E-04	0.163	1.93605	Urinario con flusor	1.2	30.53	10	✓	1.7542447	✓
46-47	Plástico	3/4	2	1	0.334	0.334	1.4	Reducción	1	0.1	0.08	Tee paso de lado	1	1	1.02		5	0	0		3	0	0	5E-04	0.141	1.240734	Ninguno	0	32.425	0	✓	1.178354	✓
44-48	Plástico	3/4	1	1	0.334	0.334	2.1	Reducción	1	0.1	0.08	Tee paso de lado	2	1	2.04		6	0	0		4	0	0	5E-04	0.211	2.3299419	Ninguno	0	40.735	0	✓	1.178354	✓
10-49	Plástico	3	53	0.18	26.8	4.816	1.6		0	0	0		0	0	0		0	0		0	0	0	5E-04	0.024	0.023742	Ninguno	0	44.029	0	✓	1.0560485	✓	
49-50	Plástico	1/2	4	0.507	4.509	2.3	10	Tee paso de lado	2	1.8	3.59	Tee paso directo	2	0.6	1.1		1	0	0		1	0	0	5E-04	1.096	5.7855725	Ninguno	0	38.243	0	✓	2.0173814	✓
49-51	Plástico	1/2	4	0.507	4.509	2.3	8	Tee paso de lado	2	1.8	3.59	Tee paso directo	1	0.6	0.95	Codo de 90°	4	0.54	2.17		2	0	0	5E-04	0.876	7.1838472	Ninguno	0	36.845	0	✓	2.0173814	✓
51-52	Plástico	1	8	0.408	2.672	1.1	6	Tee paso de lado	3	0.4	1.13	Codo de 90°	1	0.4	0.37		5	0	0		3	0	0	5E-04	1.241	2.74285	Ninguno	0	34.103	0	✓	2.1708778	✓

52-53	Plástico	3/4	4	0.715	0.688	0.5	8.6	Tee paso directo	3	0.3	0.87	Codo de 90°	3	0.3	0.85		6	0	0		4	0	0	5E-04	1.755	3.4761764	Ninguno	0	30.627	0	17542447	☒
10-54	Plástico	3	53	0.18	26.8	4.816	8.7	Tee paso directo	1	1.1	1.08		4	0	0		7	0	0		5	0	0	5E-04	0.129	1.2073482	Ninguno	0	39.334	0	10560485	☒
54-55	Plástico	2	11	0.246	13.36	3.3	6.5	Tee paso de lado	1	2.3	2.31	Codo de 90°	2	0.7	1.43	Tee paso directo	6	0.73	4.366	Reducción	1	0.205	0.205	5E-04	0.342	8.6500317	Ninguno	0	30.684	0	16281583	☒
55-1F	Plástico	1	1	1	12	1.2	0.5	Tee paso de lado	1	1.3	1.28	Codo de 90°	1	0.4	0.37	Válvula de compuerta	1	0.13	0.132			0	0	5E-04	0.12	1.9998278	Inodoro con flujo	0.35	28.434	10	2.3682303	☒
55-56	Plástico	3/4	3	0.75	0.501	0.3758	5.6	Reducción	1	0.1	0.08	Codo de 90°	3	0.3	0.85	Tee paso de lado	2	1.02	2.037			0	0	5E-04	0.693	3.6648271	Ninguno	0	24.769	0	13163149	☒
54-57	Plástico	2	11	0.246	13.36	3.3	3.4	Reducción	1	0.2	0.21	Codo de 90°	2	0.7	1.43	Tee paso de lado	1	2.31	2.309	Tee paso directo	3	0.728	2.183	5E-04	0.179	6.304179	Ninguno	0	33.03	0	16281583	☒
57-58	Plástico	3/4	2	1	0.334	0.334	4.6	Reducción	1	0.1	0.08	Tee paso de lado	1	1	1.02	Tee paso directo	2	0.29	0.579		1	0	0	5E-04	0.463	2.1417989	Ninguno	0	30.888	0	11718354	☒
54-59	Plástico	3	53	0.18	26.8	4.816	4.55	Tee paso directo	1	1.1	1.08	Codo de 45°	0	0.8	0		0	0	0		0	0	0	5E-04	0.068	1.1457674	Ninguno	0	38.188	0	10560485	☒
59-60	Plástico	1/2	4	0.507	3.34	1.7	1.88	Tee paso directo	2	0.6	1.1	Tee paso de lado	2	1.8	3.59	Reducción	1	0.16	0.155		3	0	0	5E-04	0.121	4.9668644	Ninguno	0	33.221	0	1491108	☒

Tabla2.- Resumen de calculo de presiones según cada tramo.

2.7 Selección de las tuberías:

Para la selección de las tuberías tanto de los ramales principales como de la red interior, se toma en cuenta un material apropiado para el transporte de agua potable y con la capacidad de resistir la presión máxima que se va a suministrar por la estación de bombeo, para este caso la presión máxima del sistema ronda entre 57 -72 m c.a.

- Ramales principales: *TUBERIA CÉDULA 40 PVC PEGABLE:*

Tabla de especificaciones Cédula 40 Norma ASTM-D 1785

Diámetro Nominal (pulg.)	Diámetro Exterior		Diámetro Interior		Espesor de Pared		Presión a 23 °C		Peso Aprox. kg/m
	(pulg.) (O.D.)	(mm)	(pulg.) (I.D.)	(mm)	(pulg.) (T)	(mm)	(psi)	(kg/cm²)	
1/2"	0.840	21.3	0.609	15.5	0.109	2.8	600	42.0	0.24
3/4"	1.050	26.7	0.810	20.6	0.113	2.9	480	33.6	0.32
1"	1.315	33.4	1.033	26.2	0.133	3.4	450	31.5	0.47
1 1/4"	1.660	42.2	1.363	34.6	0.140	3.6	370	25.9	0.63
1 1/2"	1.900	48.3	1.593	40.5	0.145	3.7	330	23.1	0.76
2"	2.375	60.3	2.049	52.0	0.154	3.9	280	19.6	1.01
2 1/2"	2.875	73.0	2.445	62.1	0.203	5.2	300	21.0	1.60
3"	3.500	88.9	3.042	77.3	0.216	5.5	260	18.2	2.10
4"	4.500	114.3	3.998	101.5	0.237	6.0	220	15.4	2.98
6"	6.625	168.3	6.031	153.2	0.280	7.1	180	12.6	5.26
8"	8.625	219.1	7.942	201.7	0.322	8.2	160	11.2	7.89
10"	10.750	273.1	9.976	253.4	0.365	9.3	140	9.8	11.20
12"	12.750	323.9	11.889	302.0	0.406	10.3	130	9.1	14.80
14"	14.000	355.6	13.073	332.1	0.437	11.1	130	9.1	17.56
16"	16.000	406.4	14.940	379.5	0.500	12.7	130	9.1	22.93
18"	18.000	457.2	16.809	426.9	0.562	14.3	130	9.1	29.91
20"	20.000	508.0	18.743	476.1	0.593	15.1	120	8.4	35.13
24"	24.000	609.6	22.544	572.6	0.687	17.4	120	8.4	48.89

Figura 11.- Diámetros comerciales de tuberías.

- Red interna de tuberías: *TUBERÍA DE POLIPROPILENO ROSCABLE (PPR)*

Condiciones de servicio

Temp. °C	Tiempo de servicio continuo (años)	PRESION NOMINAL	
		1 MPa	
		Presión permisible de trabajo o servicio	
		MPa	lb/pulg2
20	50	1.0	145.0
40	25	0.70	101.5
	50	0.65	94.3
60	25	0.35	50.8
	50	0.30	43.5
80	10	0.20	29.0
	20	0.15	21.8

Figura 12.- Presiones máxima de operación de tuberías.

2.8 Cisterna:

Para el dimensionamiento de la cisterna, se lo realizó en base a la dotación establecida por la NEC para el tipo de infraestructura, suministrando así una reserva de agua para 2 días:

Tabla 16.2. Dotaciones para edificaciones de uso específico

Tipo de edificación	Unidad	Dotación
Bloques de viviendas	L/habitante/día	200 a 350
Bares, cafeterías y restaurantes	L/m ² área útil/día	40 a 60
Camales y planta de faenamiento	L/cabeza	150 a 300
Cementerios y mausoleos	L/visitante/día	3 a 5
Centro comercial	L/m ² área útil/día	15 a 25
Cines, templos y auditorios	L/concurrente/día	5 a 10
Consultorios médicos y clínicas con hospitalización	L/ocupante/día	500 a 1000
Cuarteles	L/persona/día	150 a 350
Escuelas y colegios	L/estudiante/día	20 a 50
Hospitales	L/cama/día	800 a 1300
Hoteles hasta 3 estrellas	L/ocupante/día	150 a 400
Hoteles de 4 estrellas en	L/ocupante/día	350 a 800

Figura13.- Dotación según ocupación, tabla 16.2 NEC 11 16.

➤ Dimensionamiento de la cisterna:

$$Volumen = Q * Tiempo$$

Cisterna	
Dotacion (L/m2/d)	25
Area (m2)	6100
Consumo (L/d)	152500
Reserva (dias)	2
Volumen (m3)	305
Dimensiones	
Lado a (m)	10
Lado b (m)	10
Altura h (m)	3.1

Figura14.- Dimensionamiento de cisterna.

2.9 Estación de bombeo:

Tomando en cuenta que el proyecto es una edificación de uso público la cual está sometida a un uso variable de caudal a lo largo del día, se propone diseñar una estación de bombeo conectada en paralelo con tanque hidroneumático.

De esta manera se garantiza un sistema con presión constante (mediante el tanque hidroneumático) y un caudal variable, según la demanda requerida (con la conexión de bombas en paralelo).

Así mismo el tanque hidroneumático sirve como amortiguador para el golpe de ariete. Reduciendo el desgaste de las tuberías internas.

Cálculo de bombas:

- Selección de grupo de bombas eléctricas, en base a la demanda máxima probable, tomando en cuenta un número de bombas en base a los ciclos de encendido por hora, para de esta manera minimizar el desgaste de cada equipo:

CP

Electrobombas centrífugas

Aguas limpias

Uso civil

Uso agrícola

Uso industrial

CAMPO DE PRESTACIONES

- Caudal hasta **900 l/min** (54 m³/h)
- Altura hasta **76 m**

USOS E INSTALACIONES

Se recomienda para bombear agua limpia y líquidos químicamente no agresivos para los materiales de la bomba. Debido a su fiabilidad y facilidad de uso, se utilizan ampliamente en los sectores civil, agrícola e industrial, para el suministro de agua, sistemas de aire acondicionado o refrigeración, riego, etc.

MOTOR ELÉCTRICO

Las electrobombas trifásicas están equipadas con motores eléctricos de nuevo desarrollo, diseñados para funcionar con variadores, que garantizan un funcionamiento equilibrado y silencioso.

Clase de eficiencia **IE3** para motores trifásicos, **IE2** para motores monofásicos, aislamiento de clase F, protección IPX4 para CP160, CP210 e IPX5 para CP220, CP230, CP250.

LÍMITES DE UTILIZO

- Altura de aspiración manométrica de hasta **7 m**
- Temperatura del líquido de **-10 °C** hasta **+90 °C**
- Temperatura ambiente de **-10 °C** hasta **+40 °C**
- Presión máxima en el cuerpo de la bomba **10 bar**

EJECUCIONES A PEDIDO

- ✳ Sello mecánico especial
- ✳ Eje bomba en acero inoxidable AISI 316 - EN 10088-3 - 1.4401 para CP 220, CP 230, CP 250
- ✳ Protección IP X5 para CP 160 y CP 210
- ✳ Otras tensiones o frecuencias a 60 Hz

PATENTES - MARCAS - MODELOS

- Modelo comunitario registrado n° 002098434 para CP 160, CP 210, CP 250
- Modelo italiano registrado n° 72753 para CP 220, CP 230

Figura15.- Especificaciones técnicas de la bomba.

Bomba seleccionada:

En base a la curva de rendimiento, se selecciona la *BOMBA PEDROLLO CP 250A 15HP 380V*, la cual es la que más se ajusta a la demanda solicitada por la edificación:

Tomando en cuenta un grupo de 3 bombas, se considera que cada un aporte 1/3 del QMP:

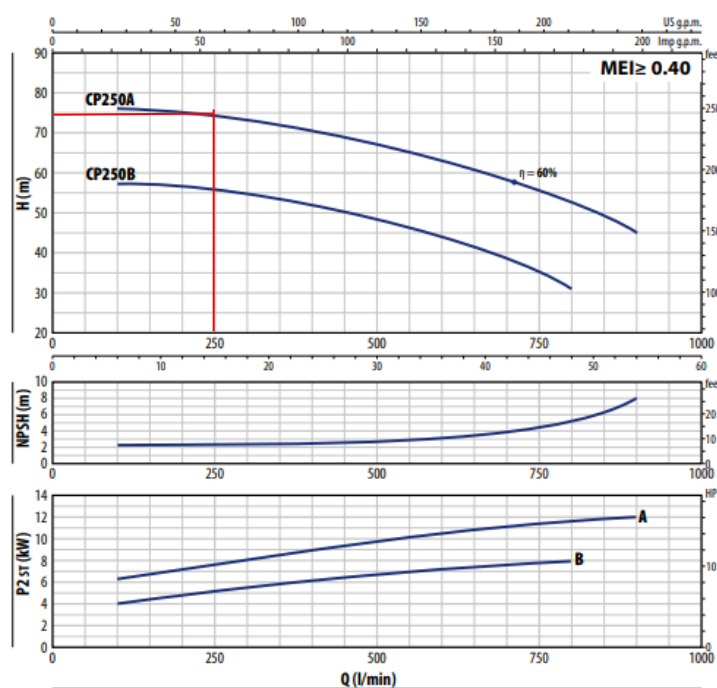
$$QMP \text{ bomba} = 242 \text{ L/min}$$

$$H_{req} = 73 \text{ m c. a}$$

CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES – HS=0 m

50 Hz

CP 250



CP 250

TIPO	POTENCIA (P2)		3~	Q	m³/h	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54
	kW	HP			l/min	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
Trifásico			IE3	H m											
CP 250B	7.5	10				57	57	56.5	54.5	52	48.5	44	38	31	
CP 250A	11	15				76	76	75	73.5	71	67.5	63	58	52	45

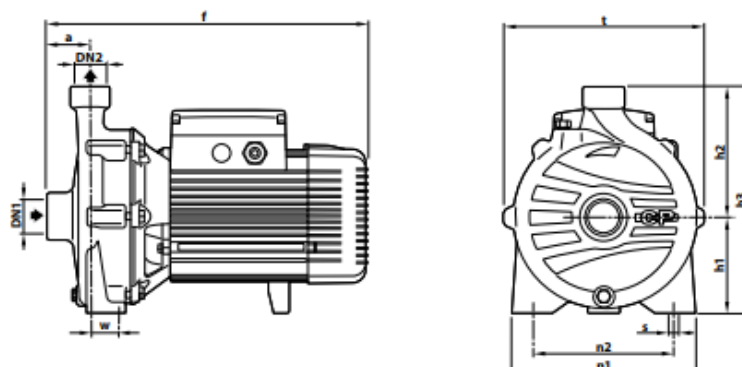
Q = Caudal H = Altura manométrica total HS = Altura de aspiración

Tolerancia de las curvas de prestaciones según EN ISO 9906 Grado 3B.

Figura16.- Curva de rendimiento de la bomba.

CP Datos técnicos

DIMENSIONES Y PESOS



TIPO		BOCAS		DIMENSIONES mm										kg	
Monofásico	Trifásico	DN1	DN2	a	f	h1	h2	h3	t	n1	n2	w	s	1~	3~
CPm 160C	CP 160C	1½"	1"	54	370	110	150	260	-	206	165	44.5	11	18.7	18.8
CPm 160B	CP 160B													20.0	20.0
CPm 160A	CP 160A				390									22.7	22.9
-	CP 210B			60	454	132	180	312		274	205	35		-	33.8
-	CP 210A													-	37.2
CPm 220C	CP 220C	2"	2"	70	428	132	183	315	243	230	170	40	14	29.5	32.3
-	CP 220B			70	468	136	192	328	273	250	190	40		-	34.2
-	CP 220A													-	41.0
-	CP 220AH													-	47.0
-	CP 230C													-	37.2
-	CP 230B													-	41.0
-	CP 230A													-	46.0
-	CP 250B			65	519	160	232	392	317	294	230	45		-	67.0
-	CP 250A				570									-	98.0

PALETIZACIÓN

TIPO		PARA GRUPAJE
Monofásico	Trifásico	nº de bombas
CPm 160C	CP 160C	50
CPm 160B	CP 160B	50
CPm 160A	CP 160A	35
-	CP 210B	18
-	CP 210A	18

TIPO		PARA GRUPAJE
Monofásico	Trifásico	nº de bombas
CPm 220C	CP 220C	18
-	CP 220B	18
-	CP 220A	18
-	CP 220AH	18
-	CP 230C	18
-	CP 230B	18
-	CP 230A	18
-	CP 250B	6
-	CP 250A	6

Figura17.- Dimensiones y voltaje de trabajo de la bomba.

Resumen cálculo de número de bombas:

Número de bombas	
QMP (L/min)	726.1
h min (m c.a)	56
Bomba seleccionada	CP 250A
Q bomba (L/min)	350
h bomba (m c.a)	73
N bombas necesarias	3.00
Bombas de reserva	1
Número total de bombas	4.00

Figura18.- Numero de bombas necesarias para agua potable.

2.10 Dimensionamiento del tanque hidroneumático:

Tomando en cuenta el número de bombas, y el número de arranque por hora, según la potencia de bomba en base a la NEC 11 16:

16.5.4.2 CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO MOTOR-BOMBA-HIDRONEUMÁTICO

- (1) El equipo para inyección de presión deberá situarse en la planta baja del edificio o en el sótano en caso de existir, en una habitación independiente que permita aislar el ruido y que sea de fácil acceso para las acciones de operación y mantenimiento.
- (2) El encendido y apagado del grupo motor-bomba será gobernado por un sensor de presión ó presostato que mantendrá la fluctuación de presión entre dos valores, el mínimo (de encendido) que deberá ser al menos 15 m por arriba del valor de la altura del techo del último departamento o vivienda a abastecer. El máximo valor de presión en el grupo hidroneumático (de apagado) deberá ser de hasta 20 m por arriba de la mínima presión o de la de encendido.
- (3) La bomba debe ser elegida con base en la altura manométrica y el caudal requeridos para el suministro.

Tabla 16.5. Ciclos por hora de encendido y apagado del grupo motor-bomba

Potencia (HP)	Máximo número de Ciclos / hora	Tiempo mínimo (minutos)
Hasta 10.0	20	3
De 10.0 a 20.0	15	4
De 20.0 a 30.0	12	5
De 30.0 a 50.0	10	6
Desde 50.0	6	10

Figura19.- Numero de arranques según la potencia de bomba. Tabla 16.5, NEC 11 - 16

(1) El volumen del tanque hidroneumático se deberá calcular con la ecuación 16-9.

$$W_{\text{thn}} = \frac{19 R_{\text{aire}} Q_b (P_{\text{OFF}} + 10.33)}{N_{\text{bombas}} N_{\text{ciclos}} (P_{\text{OFF}} - P_{\text{ON}})} \quad (16-9)$$

Donde:

W_{thn} = volumen total del tanque hidroneumático, en litros

Q_b = caudal de bombeo medio, en litros por minuto

N_{bombas} = número de bombas en funcionamiento (excepto la de reserva)

N_{ciclos} = número de ciclos por hora

P_{ON} = presión de encendido o arranque

P_{OFF} = presión de apagado o paro

R_{aire} = coeficiente que relaciona el tipo de renovación de aire.

$R_{\text{aire}} = 1.0$, para hidroneumático de membrana con revisión periódica de la masa de aire

$R_{\text{aire}} = 1.5$, para renovación de aire con compresor automático

$R_{\text{aire}} = 2.0$, para renovación de aire mediante inyección manual

Figura20.- Volumen de tanque hidroneumático. Ecuación 16.9, NEC 11 - 16

2.10.1 Cálculo del volumen de tanque hidroneumático:

Volumen tanque Hidroneumatico	
Numero de bombas	3
Numero de ciclos/hora	15
Qpromedio (L/min)	403.4
Presion de encendido	56
Presion de apagado	71
R	1
Volumen (Litros)	923.45
Volumen Total (Litros)	1000.00

Figura21.- Cálculo de volumen de tanque hidroneumático.

- Por tanto, se selecciona 2 tanques de presión de 500Lt: *TANQUE HIDRONEUMÁTICO PEDROLLO 500 LITROS 16 BAR VERTICAL:*

TANQUES HIDRONEUMÁTICOS

MEMBRANA INTERCAMBIABLE (MR PLUS)



-  Agua limpia
-  Uso doméstico
-  Uso civil
-  Uso industrial
-  Uso agrícola

PRESENTACIONES

- Tanque vertical de 200, 300, 500, 750, 1000, 1500 y 2000 litros.

LÍMITES DE USO

- Presión máxima de operación (16 bar - 232 psi)
- Temperatura de trabajo (-10 ÷ 100 °C)
- Precarga de fábrica (2 bar - 29 psi ± 20%)
- Volumen nominal (200 ÷ 2000 litros)

CERTIFICACIONES





USOS E INSTALACIONES

- Grupos de presión para edificaciones.
- Grupos de presión para plazas comerciales.
- Procesos industriales a altas presiones.
- Sistemas de velocidad variable - presión constante.
- Equipos contra incendio.
- Sistemas de riego.

GARANTÍA

5 años de garantía contra defectos de fabricación.

MODELO		CAPACIDAD Lts.	MÁXIMA PRESIÓN DE TRABAJO	PESO Kg	DRAWDOWN		
					20-40	30-50	40-60
PMR 200VP		200		41.7	125	112	97
PMR 300VP		300		55.1	187.5	168	145.5
PMR 500VP		500		67.7	312.5	280	242.5
PMR 750VP	Tanque vertical	750	16 bar / 232 psi	208	468.75	420	363.75
PMR 10CVP		1000		215	625	560	485
PMR 15CVP		1500		320	937.5	840	727.5
PMR 20CVP		2000		570	1250	1120	970

Figura22.- Capacidad de tanque hidroneumático.

2.10.2 Comprobación de la altura máxima de succión (HMS) de la bomba:

(3) Se deberá comprobar la altura máxima de succión - H_{MS} , con la ecuación 16-10;

$$H_{MS} = 10.33 - h_{temp} - h_{vac} - h_{fr} - h_{msnm} - h_{bar} - h_v \quad (16-10)$$

Donde:

Figura23.- Ecuación de altura máxima de succión de bomba, NEC 11- 16.

Donde:

h_{temp} = pérdida por temperatura

h_{vac} = pérdida por vacío imperfecto en la bomba

h_{fr} = pérdida por fricción y accesorios

h_{msnm} = pérdida por altitud

h_{bar} = pérdida por depresión barométrica

h_v = pérdida por velocidad

Altura máxima de succión	
Patm (m c.a)	10.33
h _{temp}	0.17
h _{vac}	2.00
h _{fr}	0.53
h _{msnm}	3.13
h _v	0.18
HMS (m)	4.32

Figura24.- Cálculo de HMS.

2.10.3 Comprobación de la altura neta de aspiración positiva (NPSH) de la bomba:

(4) Se deberá comprobar que la altura neta positiva de succión disponible (NPSH_d), calculada con la ecuación 16-11, sea mayor que la altura neta positiva de succión requerida (NPSH_r) dada por el fabricante de la bomba.

$$NPSH_d = \frac{10 (P_{Atm} - P_v)}{\gamma} - h_f - Z_s \quad (16-11)$$

Donde:

P_{Atm} = presión atmosférica del sitio, (kg/cm²)

P_v = presión de vapor a la temperatura del agua, (kg/cm²)

γ = peso específico del agua, (kg/dm³)

h_f = pérdida de carga en succión, (m)

Z_s = altura estática de aspiración, (m)

Figura25.- Ecuación de altura neta de aspiración positiva de bomba, NEC 11- 16.

Altura neta de succión disponible	
Patm (kg/cm2)	0.74
Pv (kg/cm2)	0.01739627
Yagua (kg/dm3)	1
h _{fs} (m)	0.53
Z _s (m)	3.1
NPSHd (m)	3.60
NPSHr (m)	3

Figura26.- Cálculo de NPSHr.

3. MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

3.1 Objetivo de la memoria de cálculo:

La presente memoria de cálculo tiene como objetivo proporcionar un análisis basado en hidráulica para el sistema de alcantarillado sanitario del: *Mercado de productores del cantón Latacunga*. Esto incluye una memoria de cálculo basada en la infraestructura existente y en las demandas de agua de la misma, la identificación de problemas actuales y la formulación de recomendaciones dentro del diseño para optimizar el funcionamiento del sistema. Los objetivos específicos de la memoria de cálculo son:

- **Evaluar la Infraestructura Actual:** Analizar la cantidad de aparatos sanitarios para el proyecto y cuantificar los caudales de aguas residuales de diseño para cada ramal de tuberías.
- **Cálculo hidráulico: Determinar las pendientes y diámetros apropiados garantizando un sistema óptimo y a su vez un correcto funcionamiento de la red.**
- **Trazado externo de la red:** Detalle de planta y cortes longitudinales de la red externa de alcantarillado sanitario.
- **Trazado interno de la red:** Trazado de la red desde cada aparato sanitario hacia la caja de revisión respectiva.

3.2 Ecuación para el caudal en canales abiertos:

La ecuación de Manning es una fórmula ampliamente utilizada en ingeniería hidráulica para estimar la velocidad y el caudal de agua en canales abiertos y otros sistemas de flujo superficial. La ecuación se basa en la idea de que la resistencia al flujo de agua en un canal está influenciada por la rugosidad de su superficie, la pendiente del canal y la geometría del mismo.

La ecuación de Manning para calcular la velocidad del flujo es:

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

- V= Velocidad del flujo (m/s)
- n = Coeficiente de rugosidad de Manning (adimensional), que depende del material del canal.
- R = Radio hidráulico (m), que se calcula como $R=A/PM$, donde A es el área transversal de flujo de agua, y PM es el perímetro mojado.
- S = Pendiente o inclinación del canal (adimensional)

Para calcular el caudal Q, se usa la fórmula:

$$Q = V * A$$

Entonces, combinando ambas fórmulas, el caudal se puede expresar como:

$$Q = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} * A$$

Esta ecuación es útil para una variedad de aplicaciones, como el diseño de canales, el análisis de sistemas de drenaje y la evaluación de flujo en ríos y arroyos.

3.3 Normativas de diseño según la Normativa de alcantarillado EMAAP capítulo 4:

3.3.1 Diámetro mínimo en redes de recolección principales:

En cuanto al diámetro interior mínimo para los ramales principales de recolección de aguas servidas, se toma un valor de 250mm, mientras que para los ramales secundarios se toma un valor mínimo de 200mm:

4.2.7. Diámetro interno mínimo

En las redes de recolección y evacuación de aguas residuales, la sección circular es la más usual para las tuberías, principalmente en los tramos iniciales. El diámetro interno real mínimo permitido en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales tipo alcantarillado sanitario convencional es 250 mm con el fin de evitar obstrucciones de los conductos por objetos relativamente grandes introducidos al sistema.

3.3.2 Velocidad mínima de diseño:

Para la velocidad mínima requerida en las tuberías se realiza el cálculo manteniendo como límite inferior un valor de **0.6m/s**. El parámetro de la velocidad se lo controla mediante el diámetro de las tuberías y la pendiente de cada tramo respectivamente.

4.2.8. Velocidad mínima

Si las aguas residuales fluyen por un período largo a bajas velocidades, los sólidos transportados pueden depositarse dentro de las tuberías. En consecuencia, se debe disponer regularmente de una velocidad suficiente para lavar los sólidos depositados durante periodos de caudal bajo. Para lograr esto, se establece la velocidad mínima como criterio de diseño.

- a) Cuando la verificación se realice atendiendo al criterio de velocidad de flujo, se deberá tender a alcanzar la condición $V > 0,60 \text{ m/s}$.

Donde:

V = Es la velocidad para el caudal a sección llena que corresponda al diámetro y pendiente seleccionados.

3.3.3 Velocidad máxima de diseño:

Se adopta un valor de límite superior de velocidad de diseño de **5m/s**.

4.2.9. Velocidad máxima

Los valores máximos permisibles para la velocidad media en las tuberías por gravedad dependen del material, en función de su sensibilidad a la abrasión. Los valores adoptados deben estar plenamente justificados en términos de características de los materiales, de las características abrasivas de las aguas residuales, de la turbulencia del flujo y de los empotramientos de las tuberías. Deben hacerse las previsiones necesarias de ataque del colector. En general, la velocidad máxima real no debe sobrepasar los 5 m/s. Valores mayores deben justificarse apropiadamente para ser aceptados por la Empresa prestadora del servicio.

3.3.4 Pendiente mínima de diseño:

Para garantizar un flujo de agua tal que garantice una auto limpieza en las tuberías y evite la acumulación de sólidos, se adopta un valor de pendiente mínima de diseño de **1%** en todos los tramos del proyecto. Asimismo, se comprueba que con este valor de pendiente se cumpla con la velocidad mínima establecida anteriormente.

4.2.10. Pendiente mínima

El valor de la pendiente mínima del colector debe ser aquel que permita tener condiciones de auto-limpieza y de control de gases adecuadas de acuerdo con los criterios del literal 4.2.8.

3.3.5 Pendiente máxima de diseño:

Para la pendiente máxima, se comprueba que no se sobrepase el valor establecido de 5m/s con velocidad máxima en ningún tramo de las tuberías de recolección.

4.2.11. Pendiente máxima

El valor de la pendiente máxima admisible es aquel para el cual se tenga una velocidad máxima real, según el literal 4.2.9.

3.3.6 Profundidad hidráulica máxima:

Para la profundidad hidráulica, se comprueba que no se exceda el valor de 70%, esto con el fin de evitar la presurización de las tuberías.

4.2.12. Profundidad hidráulica máxima

Para permitir aireación adecuada del flujo de aguas residuales, el valor máximo permisible de la profundidad hidráulica para el caudal de diseño en un colector debe estar entre 70% y 85% del diámetro real de éste.

3.3.7 Profundidad mínima de la red de alcantarillado:

Para las redes de recolección de aguas residuales se adopta un valor de profundidad mínimo de 1.5m

4.2.13. Profundidad mínima a la cota clave

Las redes de recolección y evacuación de aguas residuales deben estar a una profundidad adecuada para permitir el drenaje por gravedad de las descargas domiciliarias sin sótano, aceptando una pendiente mínima de éstas de 2%. Además, el cubrimiento mínimo del colector debe evitar la ruptura de éste, ocasionada por cargas vivas que pueda experimentar. Los valores mínimos permisibles de cubrimiento de las tuberías se definen en la Tabla N° 4.2.13.1 siguiente:

TABLA N° 4.2.13.1 PROFUNDIDAD MÍNIMA DE TUBERÍAS	
Servidumbre	Profundidad mínima a la clave del colector (m)
Vías peatonales o zonas verdes	1,50
Vías vehiculares	1,50

3.3.8 Profundidad máxima:

Para la profundidad máxima de la red de alcantarillado sanitario se toma un valor de **5m**.

4.2.14. Profundidad máxima a la cota de la clave de la tubería

En general la máxima profundidad de las tuberías es del orden de 5 m, aunque puede ser mayor siempre y cuando se garanticen los requerimientos geotécnicos de las cimentaciones y estructurales de los materiales y tuberías durante (y después de) su construcción.

3.4 Selección de las tuberías:

Para los cálculos de las redes se toma los siguientes catálogos comerciales:

➤ Para la red externa

Tubería de PVC corrugada:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS TUBERÍAS DE PVC PARED ESTRUCTURADA NOVAFORT PLUS						
Diámetro Nominal	Diámetro Interior	Longitud Útil (NO incluye campana)	RIGIDEZ			
			Rigidez Anular ISO 9969 kPa (kN/m ²)		Rigidez del Tubo ASTM D-2412 lb/plg ² (kN/m ²)	
			INEN 2059			
mm	mm	m	Serie 5	*Serie 6	Serie 5	*Serie 6
125	110,00	6	-	8	-	57 (394)
175	160,00	6	4	-	29 (199)	-
220	200,00	6	4	-	29 (199)	-
280	250,00	6	4	-	29 (199)	-
335	300,00	6	4	-	29 (199)	-
400	364,00	6	4	-	29 (199)	-
440	400,00	6	4	-	29 (199)	-
540	500,00	6	4	-	29 (199)	-
650	600,00	6	4	-	29 (199)	-
760	700,00	6	4	-	29 (199)	-
875	800,00	6	4	-	29 (199)	-
* 975	900,00	6	4	-	29 (199)	-

Figura27 .- Diámetros de tubería para drenaje sanitario red externa.

➤ Para la red interna:

Tubería de PVC:

TUBOS PARA DESAGÜE (INEN 1374)

CÓDIGO	DIÁMETRO	ESPESOR NOMINAL	DIÁMETRO INTERNO NOMINAL	LONGITUD ÚTIL EC
	mm	mm	mm	m
926224	50	1,8	46,4	3,0
926225	75	2,0	71,0	
926217	110	2,2	105,6	
926218	160	3,2	153,6	
926219	200	3,9	192,2	6,0

TUBOS PARA VENTILACIÓN (INEN 2474)

CÓDIGO	DIÁMETRO	ESPESOR NOMINAL	DIÁMETRO INTERNO NOMINAL	LONGITUD ÚTIL EC
	mm	mm	mm	m
926230	50	1,5	47,0	3,0
926231	75	1,8	71,4	
926229	110	2,0	106	

Figura28 .- Diámetros de tubería para drenaje sanitario red interna.

3.5 Cálculo de pendientes y diámetros de tuberías de aguas residuales (redes externas):

Se realiza el cálculo de la pendiente y diámetro apropiado según la ecuación de Manning, la cual modela el flujo en canales abiertos por gravedad:

Términos de la tabla de cálculo:

- **Mat:** Material de la tubería.
- **DI (mm):** Diámetro interno de tubería.
- **n:** Coeficiente de rugosidad de Manning.
- **S (m/m):** Pendiente del tramo.
- **Vfull (m/s):** Corresponde a la velocidad de flujo cuando la tubería está 100% llena.

$$V_{full} = \frac{1}{n} * \left(\frac{DI}{4}\right)^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

- **QMP:** Caudal máximo probable del tramo, corresponde al caudal de diseño del tramo.
- **Qfull:** Caudal con el cual la tubería trabaja con una profundidad hidráulica del 100%:

$$Q_{full} = \frac{1}{n} * \left(\frac{DI}{4}\right)^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} * A$$

- **%Q:** Relación entre el caudal 100% lleno y el caudal de diseño de la tubería (QMP):

$$\%Q = \frac{Q_{full}}{Q_{MP}} * 100\%$$

- **Ai:** Área transversal de flujo de agua en la tubería (Área parcialmente llena).

$$Ai = \frac{DI^2}{8} * (\phi - \sin\phi)$$

- **PMI:** Perímetro mojado de la sección parcialmente llena:

$$PMI = \frac{\phi * DI}{2}$$

- **θ (rad):** Ángulo resultante entre dos proyecciones del radio y el ancho superficial del flujo.

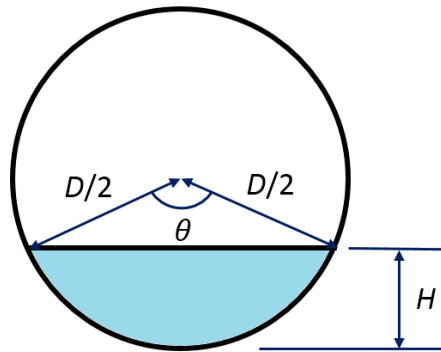


Figura29.- Altura hidráulica en función del ángulo en canales circulares.

- **Y_n (mm):** Profundidad normal o profundidad hidráulica. Valor de la altura de agua con la cual trabaja la tubería:

$$Y_n = \frac{DI}{2} * \left(1 - \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) \right)$$

- **% Y_n :** Relación entre el diámetro de la tubería y la profundidad normal.

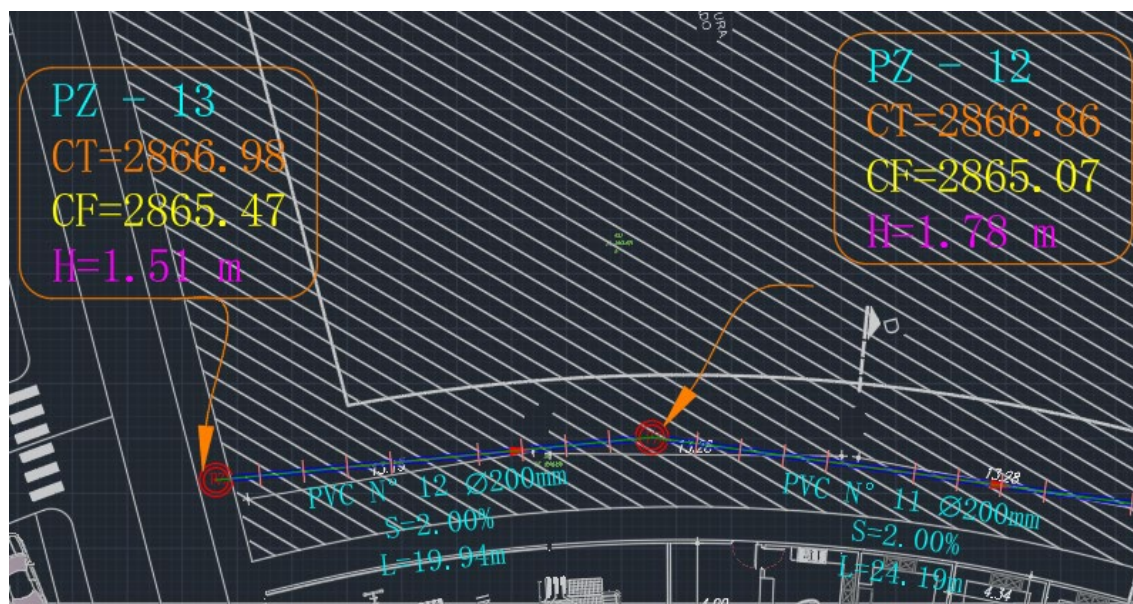
$$\%Y_n = \frac{DI}{Y_n} * 100\%$$

- **V_i (m/s):** Velocidad del flujo en la tubería parcialmente llena:

$$V = \frac{QMP}{Ai}$$

A continuación, se presenta el calculo por tramo, en donde se realiza el diseño en base a una pendiente y diámetro de canal optimo según la demanda proyectada, la cual es equivalente al suministro, en otras palabras, se proyecta que se evacue, la misma cantidad de agua que se entrega al sistema.

Tramo PZ13 – PZ12:



Cálculo:

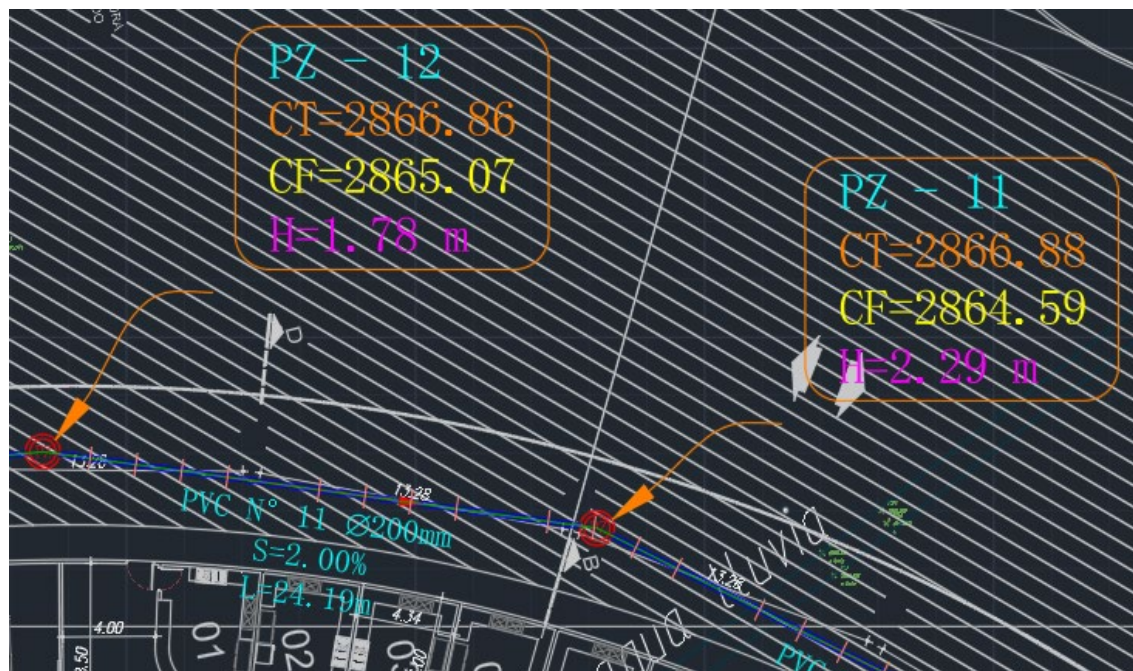
➤ Caudal de diseño:

PZ13-PZ12					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	9
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con fluxor	3
				Ks	0.47111244
Inodoro con depósito	3	0.167	0.501	Ks fluxor	0.63710678
Inodoro con fluxor	0	2.0875	0	Ks ponderado	0.51261103
Urinario con fluxor	0	0.835	0	Total Qi (L/s)	3.006
Fregadero	4	0.334	1.336	QMP del tramo (L/s)	1.54090875
Lavabo	3	0.167	0.501		
Grifo para manguera	2	0.334	0.668		

➤ Diámetro y pendiente requerido:

TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	QMP (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
PZ13 - PZ12	PVC	200	0.011	0.02	2	1.74489	1.5409	54.817	2.811	0.00201	0.1385	1.385	23.0495	11.52	✓	0.766	✓

Tramo PZ12 – PZ11:



Cálculo:

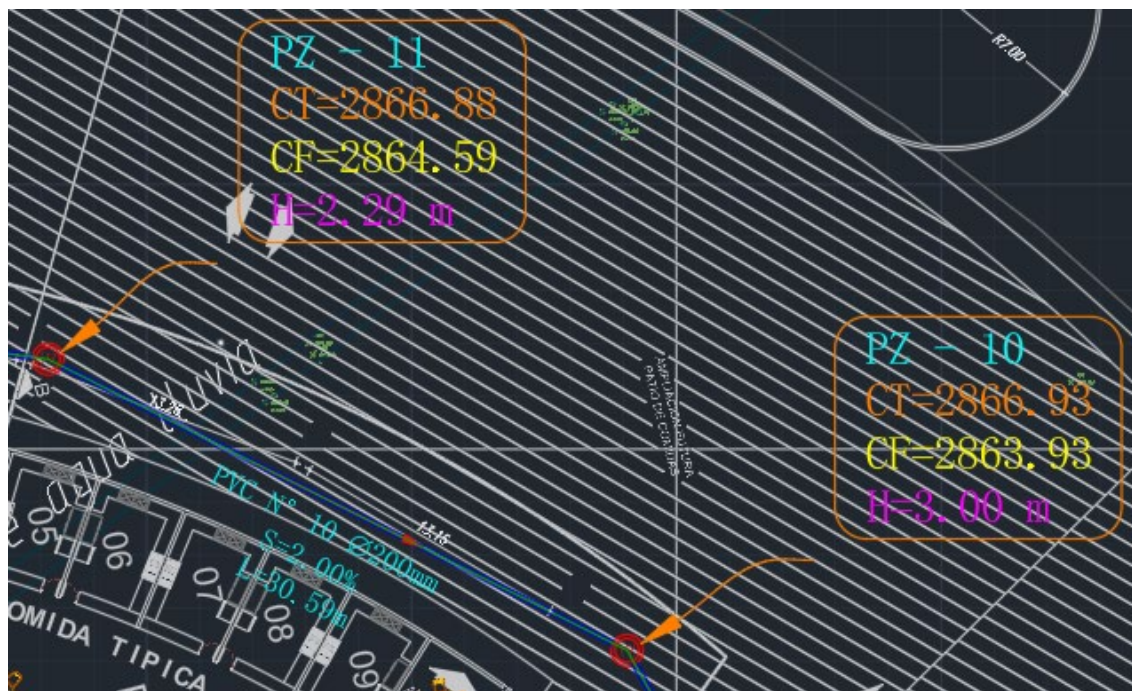
- Caudal de diseño:

PZ12-PZ11					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	9
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con fluxor	3
				Ks	0.47111244
Inodoro con depósito	3	0.167	0.501	Ks fluxor	0.63710678
Inodoro con fluxor	0	2.0875	0	Ks ponderado	0.51261103
Urinario con fluxor	0	0.835	0	Total Qi (L/s)	3.006
Fregadero	4	0.334	1.336	QMP del tramo (L/s)	1.54090875
Lavabo	3	0.167	0.501		
Grifo para manguera	2	0.334	0.668		

- Diámetro y pendiente requerido:

RAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	QMP (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
12 - 11	PVC	200	0.011	0.02	2	1.74489	1.5409	54.817	2.811	0.00201	0.1385	1.385	23.0495	11.52	✓	0.766	✓

Tramo PZ11 – PZ10:



Cálculo:

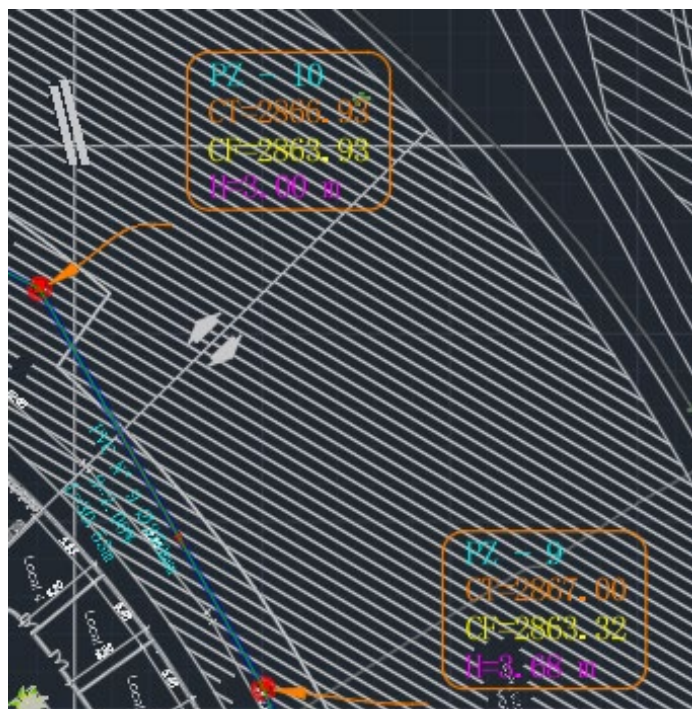
- Caudal de diseño:

PZ11-PZ10					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	18
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con fluxor	3
				Ks	0.37438419
Inodoro con depósito	3	0.167	0.501	Ks fluxor	0.63710678
Inodoro con fluxor	0	2.0875	0	Ks ponderado	0.41191599
Urinario con fluxor	0	0.835	0	Total Qi (L/s)	6.012
Fregadero	13	0.334	4.342	QMP del tramo (L/s)	2.47643891
Lavabo	3	0.167	0.501		
Grifo para manguera	2	0.334	0.668		

- Diámetro y pendiente requerido:

RAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	QMP (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
11 - 10	PVC	200	0.011	0.02	2	1.74489	2.4764	54.817	4.518	0.00281	0.1561	1.561	28.9553	14.48	✓	0.882	✓

Tramo PZ10 – PZ9:



Cálculo:

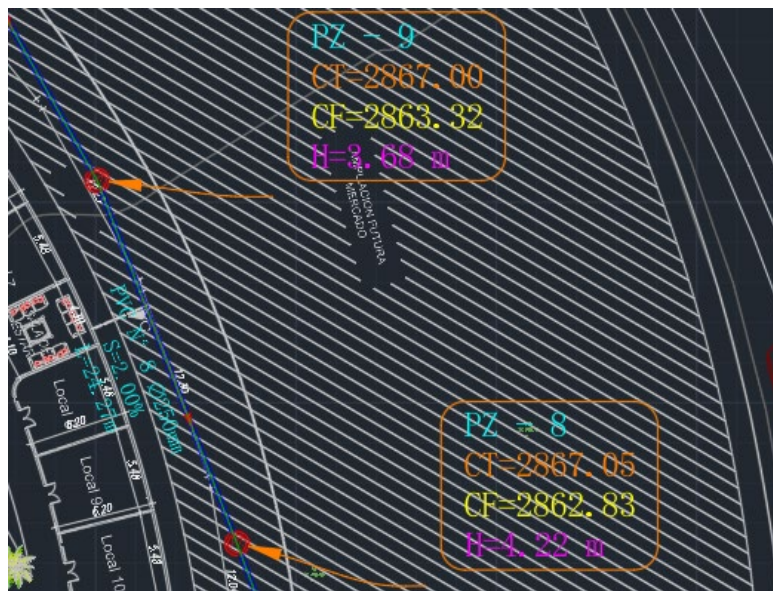
- Caudal de diseño:

PZ10-PZ9					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	22
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con fluxor	58
				Ks	0.3535646
Inodoro con depósito	3	0.167	0.501	Ks fluxor	0.06245324
Inodoro con fluxor	27	2.0875	56.3625	Ks ponderado	0.14250886
Urinario con fluxor	11	0.835	9.185	Total Qi (L/s)	75.7345
Fregadero	17	0.334	5.678	QMP del tramo (L/s)	10.7928374
Lavabo	20	0.167	3.34		
Grifo para manguera	2	0.334	0.668		

- Diámetro y pendiente requerido:

RAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	QMP (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
10 - PZ9	PVC	250	0.011	0.02	2	2.02477	10.793	99.391	10.86	0.00814	0.2456	1.965	55.6304	22.25	✓	1.326	✓

Tramo PZ9 – PZ8:



Cálculo:

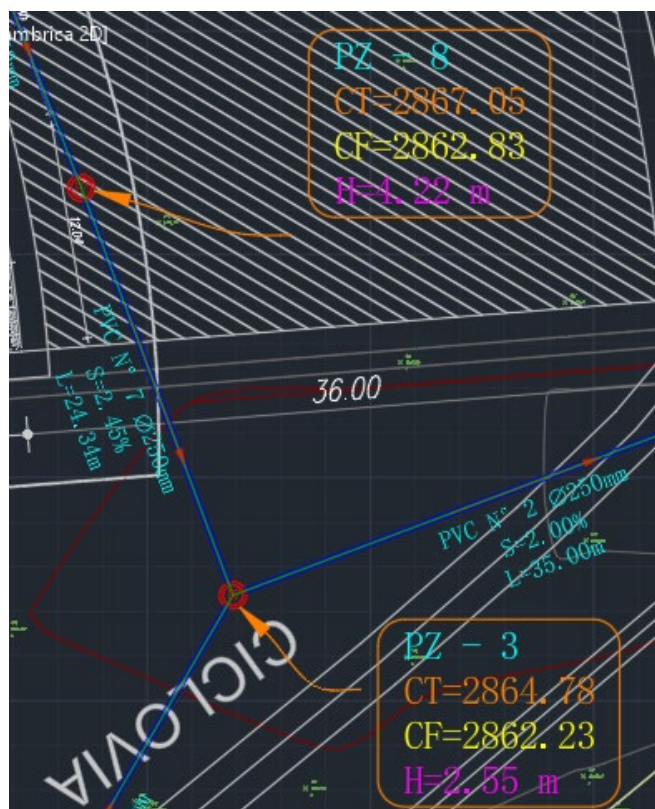
- Caudal de diseño:

PZ9-PZ8					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	22
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con fluxor	58
				Ks	0.3535646
Inodoro con depósito	3	0.167	0.501	Ks fluxor	0.06245324
Inodoro con fluxor	27	2.0875	56.3625	Ks ponderado	0.14250886
Urinario con fluxor	11	0.835	9.185	Total Qi (L/s)	75.7345
Fregadero	17	0.334	5.678	QMP del tramo (L/s)	10.7928374
Lavabo	20	0.167	3.34		
Grifo para manguera	2	0.334	0.668		

- Diámetro y pendiente requerido:

RAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	QMP (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
PZ9 - PZ8	PVC	250	0.011	0.02	2	2.02477	10.793	99.391	10.86	0.00814	0.2456	1.965	55.6304	22.25	✓	1.326	✓

Tramo PZ8 – PZ3:



Cálculo:

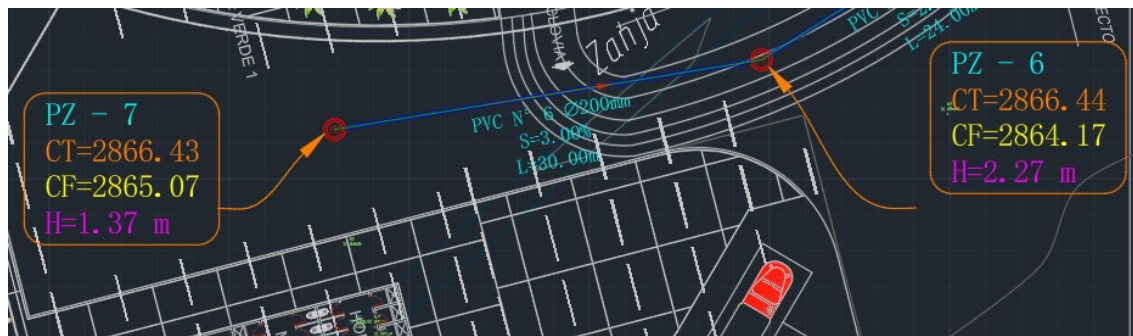
➤ Caudal de diseño:

PZ8-PZ3					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	22
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con fluxor	58
				Ks	0.3535646
Inodoro con depósito	3	0.167	0.501	Ks fluxor	0.06245324
Inodoro con fluxor	27	2.0875	56.3625	Ks ponderado	0.14250886
Urinario con fluxor	11	0.835	9.185	Total Qi (L/s)	75.7345
Fregadero	17	0.334	5.678	QMP del tramo (L/s)	10.7928374
Lavabo	20	0.167	3.34		
Grifo para manguera	2	0.334	0.668		

➤ Diámetro y pendiente requerido:

RAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	QMP (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
8 - PZ3	PVC	250	0.011	0.0256	2.56	2.29077	10.793	112.45	9.598	0.00746	0.2376	1.901	52.3198	20.93	✓	1.447	✓

Tramo PZ7 – PZ6:



Cálculo:

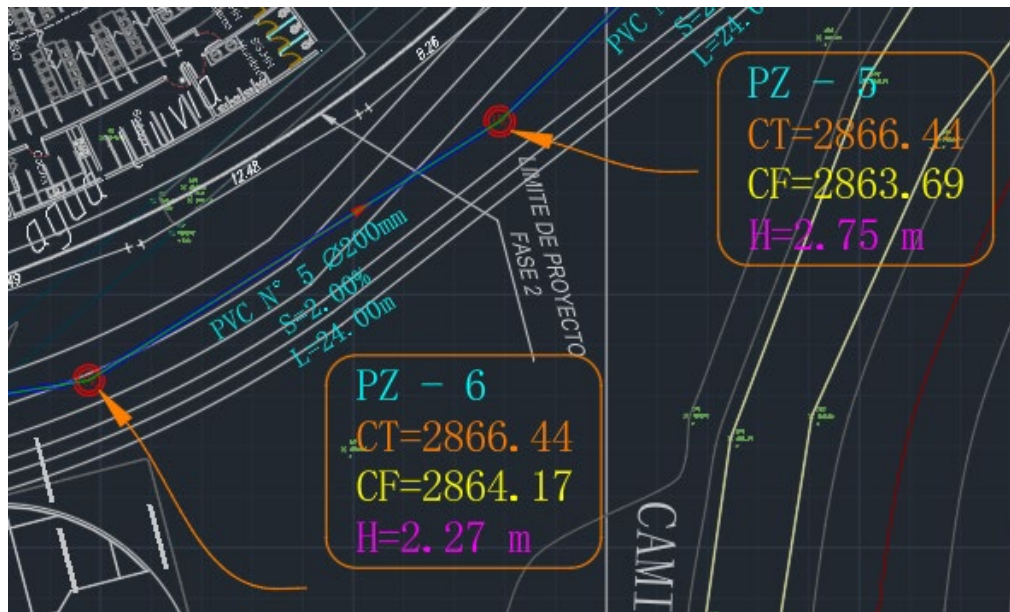
- Caudal de diseño:

PZ7-PZ6					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	13
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con fluxor	14
				Ks	0.41429871
Inodoro con depósito	10	0.167	1.67	Ks fluxor	0.2073501
Inodoro con fluxor	0	2.0875	0	Ks ponderado	0.30699202
Urinario con fluxor	0	0.835	0	Total Qi (L/s)	5.01
Fregadero	1	0.334	0.334	QMP del tramo (L/s)	1.53803003
Lavabo	14	0.167	2.338		
Grifo para manguera	2	0.334	0.668		

- Diámetro y pendiente requerido:

TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	QMP (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
PZ7 - PZ6	PVC	200	0.011	0.03	3	2.13705	1.538	67.137	2.291	0.00174	0.1317	1.317	20.9041	10.45	✓	0.882	✓

Tramo PZ6 – PZ5:



Cálculo:

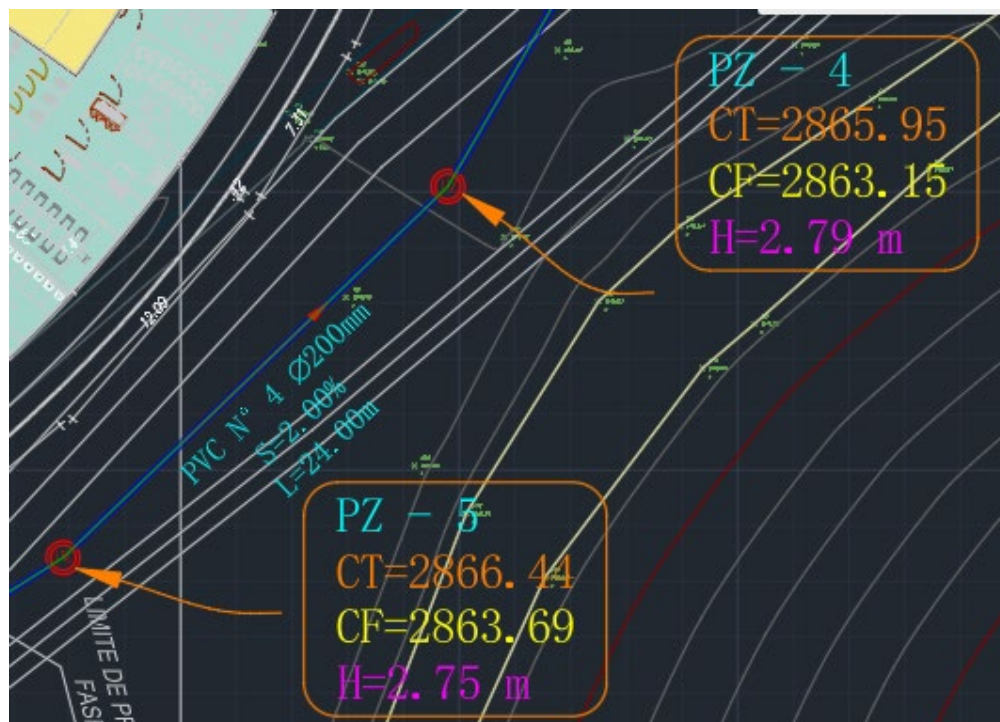
➤ Caudal de diseño:

PZ6-PZ5					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	13
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con fluxor	14
				Ks	0.41429871
Inodoro con depósito	10	0.167	1.67	Ks fluxor	0.2073501
Inodoro con fluxor	0	2.0875	0	Ks ponderado	0.30699202
Urinario con fluxor	0	0.835	0	Total Qi (L/s)	5.01
Fregadero	1	0.334	0.334	QMP del tramo (L/s)	1.53803003
Lavabo	14	0.167	2.338		
Grifo para manguera	2	0.334	0.668		

➤ Diámetro y pendiente requerido:

TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	QMP (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
PZ6 - PZ5	PVC	200	0.011	0.02	2	1.74489	1.538	54.817	2.806	0.00201	0.1385	1.385	23.0289	11.51	✓	0.765	✓

Tramo PZ5 – PZ4:



Cálculo:

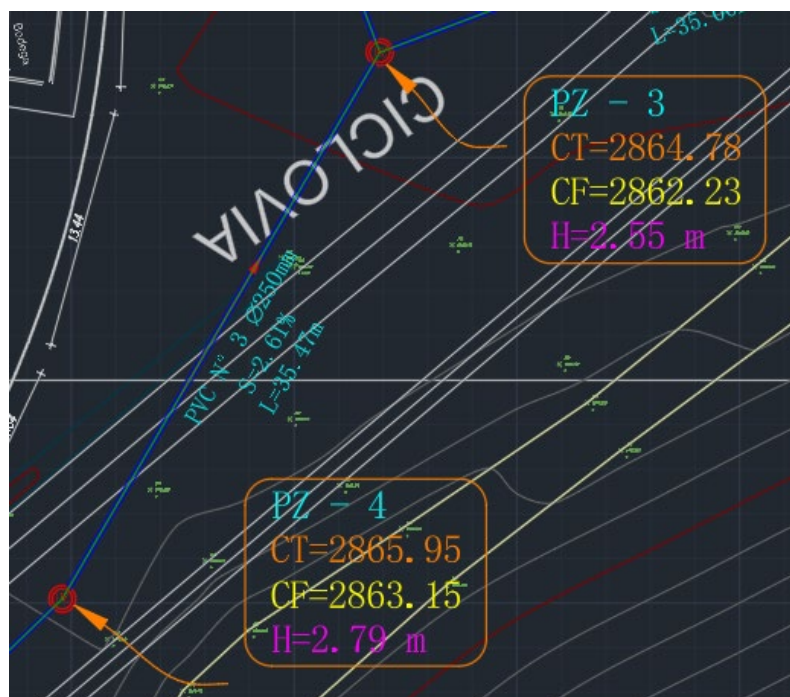
- Caudal de diseño:

PZ5-PZ4					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	15
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con fluxor	38
				Ks	0.395714165
Inodoro con depósito	12	0.167	2.004	Ks fluxor	0.094398987
Inodoro con fluxor	7	2.0875	14.6125	Ks ponderado	0.179676868
Urinario con fluxor	6	0.835	5.01	Total Qi (L/s)	26.8035
Fregadero	1	0.334	0.334	QMP del tramo (L/s)	4.815969
Lavabo	25	0.167	4.175		
Grifo para manguera	2	0.334	0.668		

- Diámetro y pendiente requerido:

RAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	QMP (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
5 - PZ4	PVC	200	0.011	0.02	2	1.74489	4.816	54.817	8.785	0.00448	0.1856	1.856	40.0638	20.03	✓	1.074	✓

Tramo PZ4 – PZ3:



Cálculo:

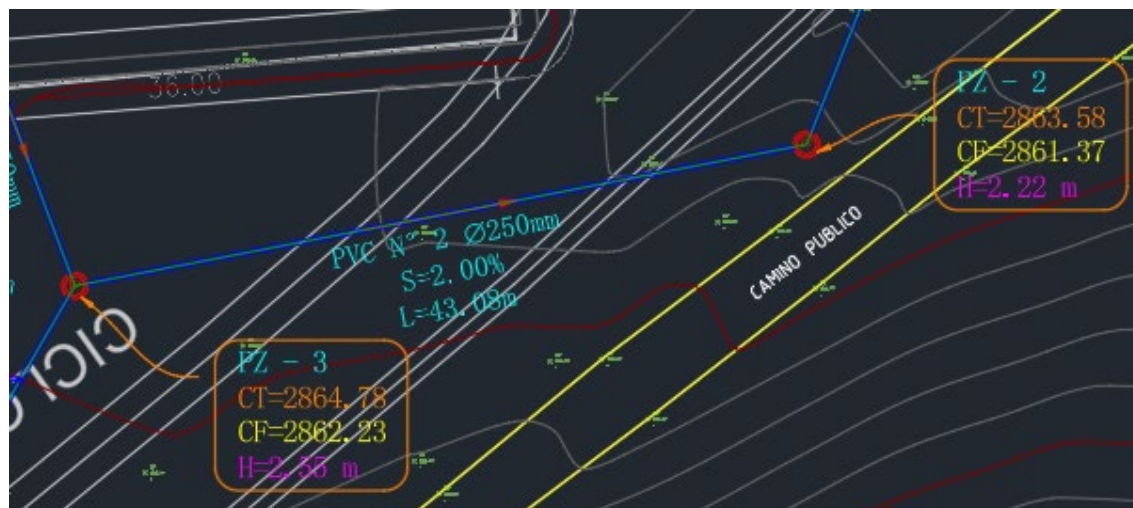
- Caudal de diseño:

PZ4-PZ3					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	22
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con fluxor	65
Inodoro con depósito	17	0.167	2.839	Ks	0.353564604
Inodoro con fluxor	17	2.0875	35.4875	Ks fluxor	0.055
Urinario con fluxor	8	0.835	6.68	Ks ponderado	0.130499095
Fregadero	3	0.334	1.002	Total Qi (L/s)	53.3565
Lavabo	40	0.167	6.68	QMP del tramo (L/s)	6.962975
Grifo para manguera	2	0.334	0.668		

- Diámetro y pendiente requerido:

RAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	QMP (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
4 - PZ3	PVC	250	0.011	0.026	2.6	2.30859	6.963	113.32	6.144	0.00544	0.2112	1.69	42.0213	16.81	✓	1.279	✓

Tramo PZ3 – PZ2:



Cálculo:

- Caudal de diseño:

PZ3-PZ2					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	44
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con fluxor	123
Inodoro con depósito	20	0.167	3.34	Ks	0.298389435
Inodoro con fluxor	44	2.0875	91.85	Ks fluxor	0.020535746
Urinario con fluxor	19	0.835	15.865	Ks ponderado	0.093742706
Fregadero	20	0.334	6.68	Total Qi (L/s)	129.091
Lavabo	60	0.167	10.02	QMP del tramo (L/s)	12.101340
Grifo para manguera	4	0.334	1.336		

- Diámetro y pendiente requerido:

TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	QMP (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
PZ3 - PZ2	PVC	250	0.011	0.02	2	2.02477	12.101	99.391	12.18	0.00883	0.2534	2.027	58.9047	23.56	✓	1.371	✓

Tramo PZ2 – PZ1:



Cálculo:

- Caudal de diseño:

PZ2-PZ1					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	44
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con fluxor	123
				Ks	0.298389435
Inodoro con depósito	20	0.167	3.34	Ks fluxor	0.020535746
Inodoro con fluxor	44	2.0875	91.85	Ks ponderado	0.093742706
Urinario con fluxor	19	0.835	15.865	Total Qi (L/s)	129.091
Fregadero	20	0.334	6.68	QMP del tramo (L/s)	12.101340
Lavabo	60	0.167	10.02		
Grifo para manguera	4	0.334	1.336		

- Diámetro y pendiente requerido:

RAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	QMP (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m ²)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
2 - PZ1	PVC	250	0.011	0.02	2	2.02477	12.101	99.391	12.18	0.00883	0.2534	2.027	58.9047	23.56	✓	1.371	✓

3.6 Resumen red de alcantarillado sanitario:

TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	QMP (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
PZ13 - PZ12	PVC	200	0.011	0.02	2	1.74489	1.5409	54.817	2.811	0.00201	0.1385	1.385	23.0495	11.52	✓	0.766	✓
PZ12 - PZ11	PVC	200	0.011	0.02	2	1.74489	1.5409	54.817	2.811	0.00201	0.1385	1.385	23.0495	11.52	✓	0.766	✓
PZ11 - PZ10	PVC	200	0.011	0.02	2	1.74489	2.4764	54.817	4.518	0.00281	0.1561	1.561	28.9553	14.48	✓	0.882	✓
PZ10 - PZ9	PVC	250	0.011	0.02	2	2.02477	10.793	99.391	10.86	0.00814	0.2456	1.965	55.6304	22.25	✓	1.326	✓
PZ9 - PZ8	PVC	250	0.011	0.02	2	2.02477	10.793	99.391	10.86	0.00814	0.2456	1.965	55.6304	22.25	✓	1.326	✓
PZ8 - PZ3	PVC	250	0.011	0.025	2.56	2.29077	10.793	112.45	9.598	0.00746	0.2376	1.901	52.3198	20.93	✓	1.447	✓
PZ7 - PZ6	PVC	200	0.011	0.03	3	2.13705	1.538	67.137	2.291	0.00174	0.1317	1.317	20.9041	10.45	✓	0.882	✓
PZ6 - PZ5	PVC	200	0.011	0.02	2	1.74489	1.538	54.817	2.806	0.00201	0.1385	1.385	23.0289	11.51	✓	0.765	✓
PZ5 - PZ4	PVC	200	0.011	0.02	2	1.74489	4.816	54.817	8.785	0.00448	0.1856	1.856	40.0638	20.03	✓	1.074	✓
PZ4 - PZ3	PVC	250	0.011	0.026	2.6	2.30859	6.963	113.32	6.144	0.00544	0.2112	1.69	42.0213	16.81	✓	1.279	✓
PZ3 - PZ2	PVC	250	0.011	0.02	2	2.02477	12.101	99.391	12.18	0.00883	0.2534	2.027	58.9047	23.56	✓	1.371	✓
PZ2 - PZ1	PVC	250	0.011	0.02	2	2.02477	12.101	99.391	12.18	0.00883	0.2534	2.027	58.9047	23.56	✓	1.371	✓

Tabla3 .- Resumen de cálculos de red de alcantarillado sanitario exterior.

Trazado de la red:

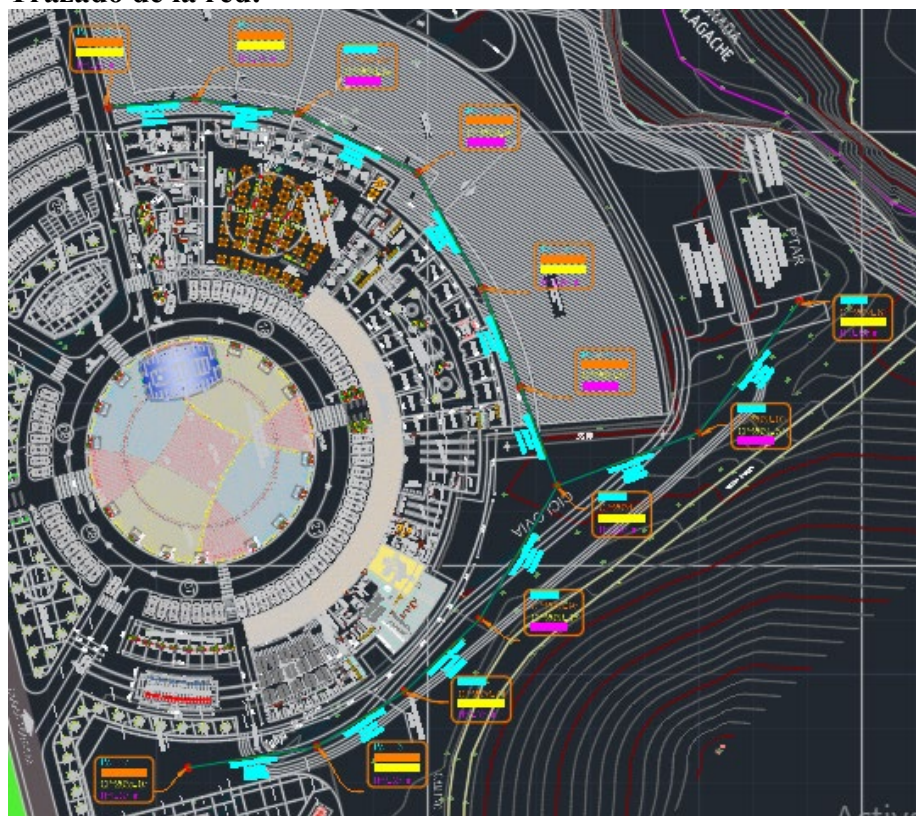


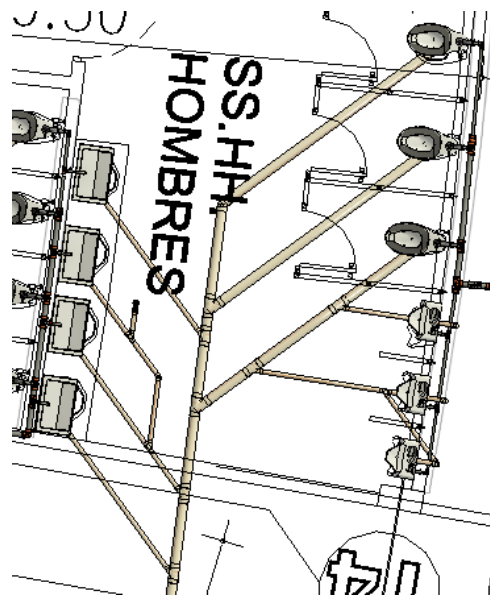
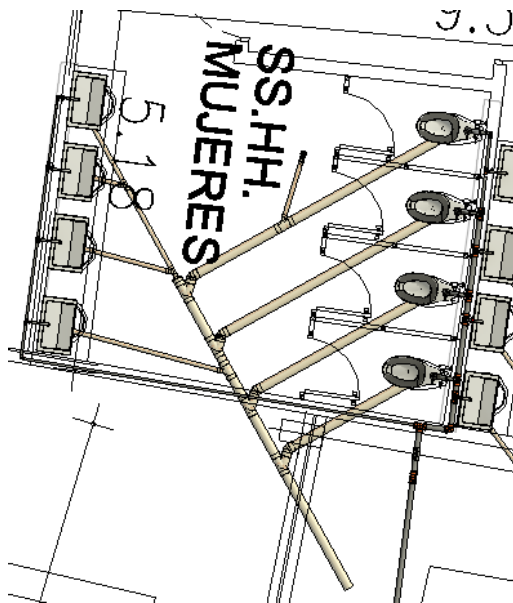
Figura30 .- Implantación de red exterior de alcantarillado sanitario.

3.7 Cálculo de pendientes y diámetros de tuberías de aguas residuales (redes internas):

Se realiza el cálculo para cada ramal principal de cada baño. Para los ramales secundarios, los cuales se conectan directamente a los dispositivos sanitarios, se usa el diámetro de salida del fabricante respectivamente, y se usa una pendiente mínima del 1%, la cual va aumentando conforme se conectan al ramal principal:

Se realiza la comprobación de altura hidráulica máxima y velocidad mínima requerida para así corroborar que exista un flujo de agua tal que garantice una auto limpieza en las tuberías evitando así la acumulación de sedimentos.

Baño 1:



Cálculo:

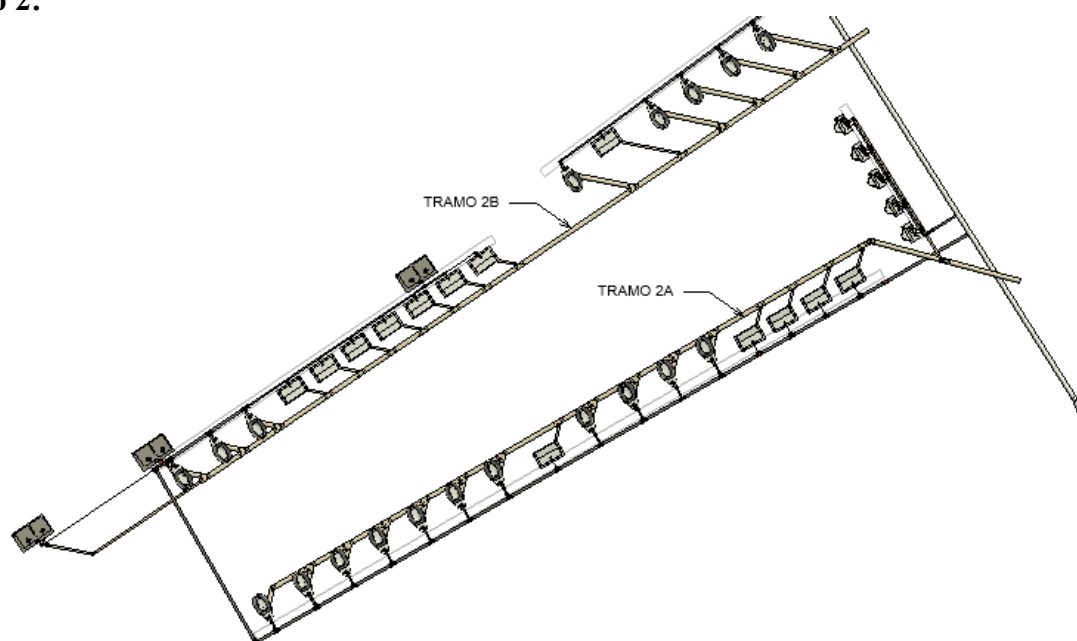
➤ Caudal de diseño:

BAÑO 1A					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	0
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con fluxor	8
				Ks	0
Inodoro con depósito	0	0.167	0	Ks fluxor	0.30796447
Inodoro con fluxor	4	2.0875	8.35	Ks ponderado	0.30796447
Urinario con fluxor	0	0.835	0	Total Qi (L/s)	9.018
Fregadero	0	0.334	0	QMP del tramo (L/s)	2.77722362
Lavabo	4	0.167	0.668		
Grifo para manguera	0	0.334	0		

BAÑO 1B					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	0
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con fluxor	10
				Ks	0
Inodoro con depósito	0	0.167	0	Ks fluxor	0.26333333
Inodoro con fluxor	3	2.0875	6.2625	Ks ponderado	0.26333333
Urinario con fluxor	3	0.835	2.505	Total Qi (L/s)	9.4355
Fregadero	0	0.334	0	QMP del tramo (L/s)	2.48
Lavabo	4	0.167	0.668		
Grifo para manguera	0	0.334	0		

➤ Diámetro y pendiente requerido:

TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	QMP (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
BAÑO 1A	PVC	110	0.011	0.02	2	1.17133	2.77722	11.1315	24.949	0.00285	0.1371	37.4455	34.04	✓	0.973	✓
BAÑO 1B	PVC	110	0.011	0.02	2	1.17133	2.48	11.1315	22.279	0.00263	0.1325	35.2858	32.08	✓	0.943	✓

Baño 2:**Cálculo:**

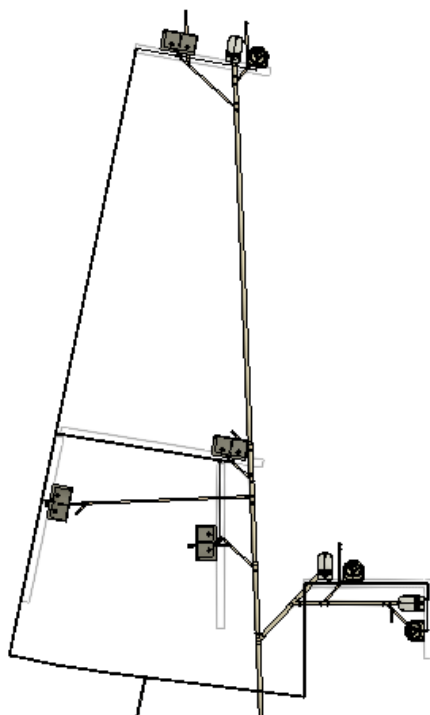
➤ Caudal de diseño:

BAÑO 2A					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	0
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con fluxor	20
				Ks	0
Inodoro con depósito	0	0.167	0	Ks fluxor	0.15941573
Inodoro con fluxor	11	2.0875	22.9625	Ks ponderado	0.15941573
Urinario con fluxor	5	0.835	4.175	Total Qi (L/s)	27.8055
Fregadero	0	0.334	0	QMP del tramo (L/s)	4.43
Lavabo	4	0.167	0.668		
Grifo para manguera	0	0.334	0		

BAÑO 2B					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	3
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con fluxor	16
				Ks	0.78854223
Inodoro con depósito	0	0.167	0	Ks fluxor	0.18819889
Inodoro con fluxor	8	2.0875	16.7	Ks ponderado	0.28298994
Urinario con fluxor	0	0.835	0	Total Qi (L/s)	19.038
Fregadero	3	0.334	1.002	QMP del tramo (L/s)	5.39
Lavabo	8	0.167	1.336		
Grifo para manguera	0	0.334	0		

➤ Diámetro y pendiente requerido:

TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	QMP (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
BAÑO 2A	PVC	110	0.011	0.0125	1.25	0.92601	4.43	8.8002	50.34	0.00478	0.1732	55.22	50.2	✓	0.928	✓
BAÑO 2B	PVC	110	0.011	0.0125	1.25	0.92601	5.39	8.8002	61.249	0.00554	0.1872	62.2069	56.55	✓	0.973	✓

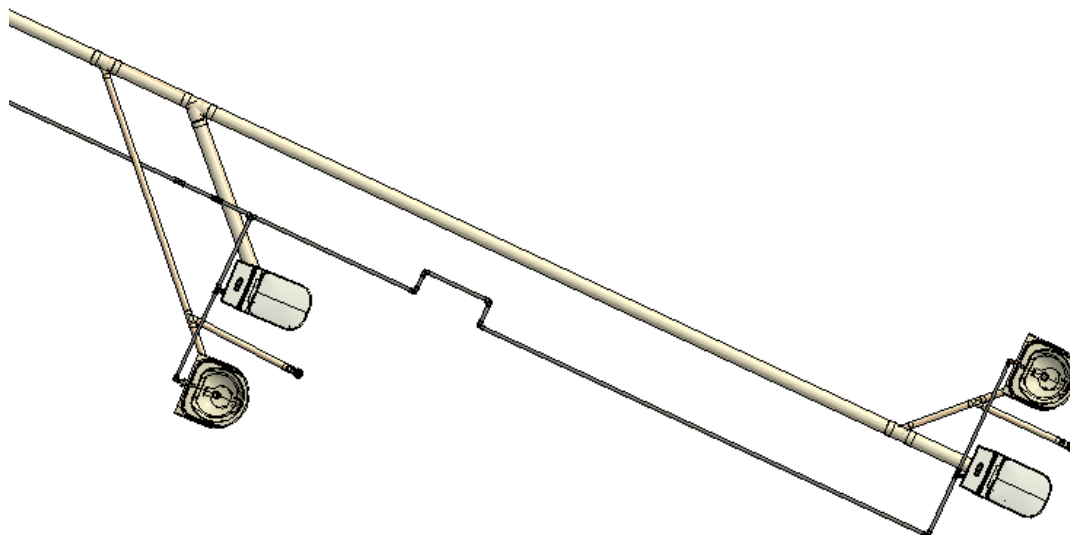
Baño 3:**Cálculo:**

➤ Caudal de diseño:

BAÑO 3					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	7
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con fluxor	3
				Ks	1
Inodoro con depósito	3	0.167	0.501	Ks fluxor	0
Inodoro con fluxor	0	2.0875	0	Ks ponderado	0.7
Urinario con fluxor	0	0.835	0	Total Qi (L/s)	2.338
Fregadero	4	0.334	1.336	QMP del tramo (L/s)	1.64
Lavabo	3	0.167	0.501		
Grifo para manguera	0	0.334	0		

➤ Diámetro y pendiente requerido:

TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	QMP (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
BAÑO 3	PVC	110	0.011	0.0125	1.25	0.92601	1.64	8.8002	18.636	0.00231	0.1257	32.1672	29.24	✓	0.709	✓

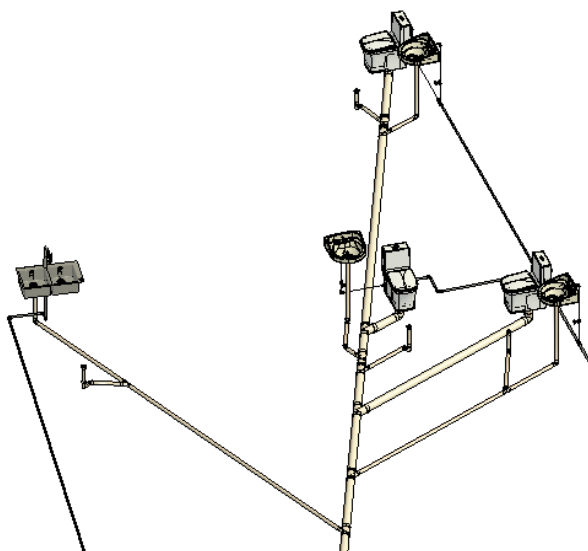
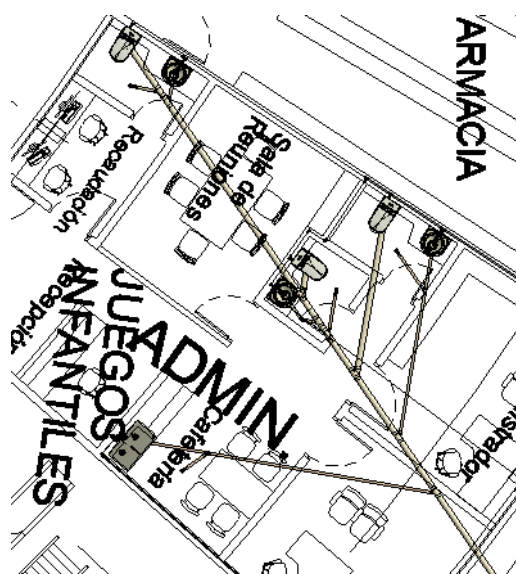
Baño 4:**Cálculo:**

➤ Caudal de diseño:

BAÑO 4					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	2
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con fluxor	2
				Ks	1.05743317
Inodoro con depósito	2	0.167	0.334	Ks fluxor	0.93
Inodoro con fluxor	0	2.0875	0	Ks ponderado	0.99371659
Urinario con fluxor	0	0.835	0	Total Qi (L/s)	0.668
Fregadero	0	0.334	0	QMP del tramo (L/s)	0.66
Lavabo	2	0.167	0.334		
Grifo para manguera	0	0.334	0		

➤ Diámetro y pendiente requerido:

TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	QMP (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
BAÑO 4	PVC	110	0.011	0.02	2	1.17133	0.66	11.1315	5.9291	0.00103	0.0921	18.1713	16.52	✓	0.642	✓

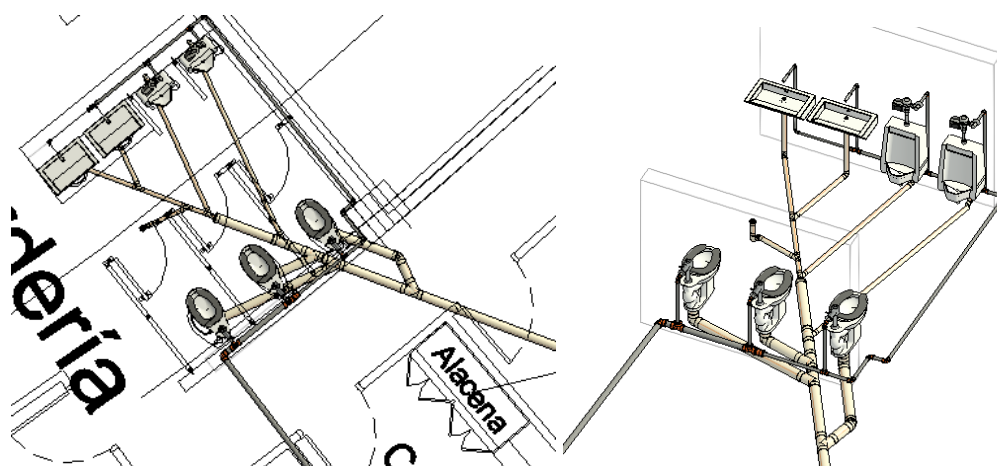
Baño 5:**Cálculo:**

- Caudal de diseño:

BAÑO 5					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	4
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con fluxor	3
				Ks	0.67090704
Inodoro con depósito	3	0.167	0.501	Ks fluxor	0.63710678
Inodoro con fluxor	0	2.0875	0	Ks ponderado	0.65642122
Urinario con fluxor	0	0.835	0	Total Qi (L/s)	1.336
Fregadero	1	0.334	0.334	QMP del tramo (L/s)	0.88
Lavabo	3	0.167	0.501		
Grifo para manguera	0	0.334	0		

- Diámetro y pendiente requerido:

TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	QMP (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
BAÑO 5	PVC	110	0.011	0.02	2	1.17133	0.88	11.1315	7.9055	0.00126	0.0993	20.9183	19.02	✓	0.699	✓

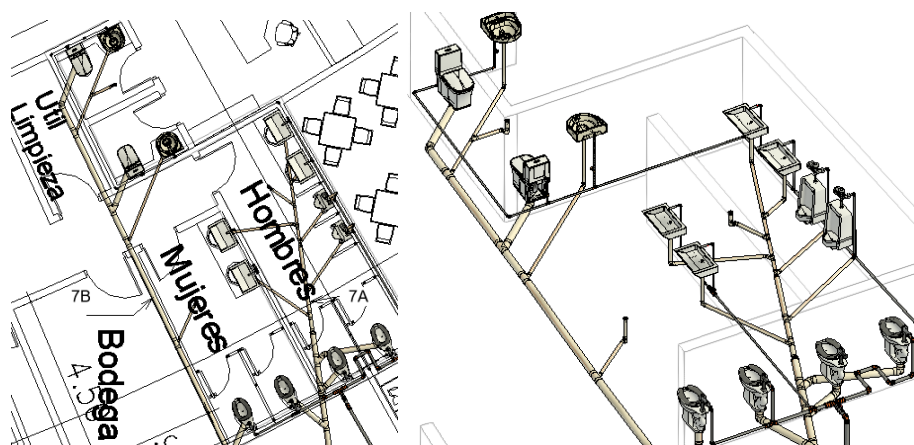
Baño 6:**Cálculo:**

➤ Caudal de diseño:

BAÑO 6					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	1
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con fluxor	7
				Ks	0
Inodoro con depósito	0	0.167	0	Ks fluxor	0.33824829
Inodoro con fluxor	3	2.0875	6.2625	Ks ponderado	0.29596725
Urinario con fluxor	2	0.835	1.67	Total Qi (L/s)	8.6005
Fregadero	1	0.334	0.334	QMP del tramo (L/s)	2.55
Lavabo	2	0.167	0.334		
Grifo para manguera	0	0.334	0		

➤ Diámetro y pendiente requerido:

TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	QMP (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
BAÑO 6	PVC	110	0.011	0.016	1.6	1.04766	2.55	9.95629	25.612	0.00291	0.1382	37.9677	34.52	✓	0.877	✓

Baño 7:**Cálculo:**

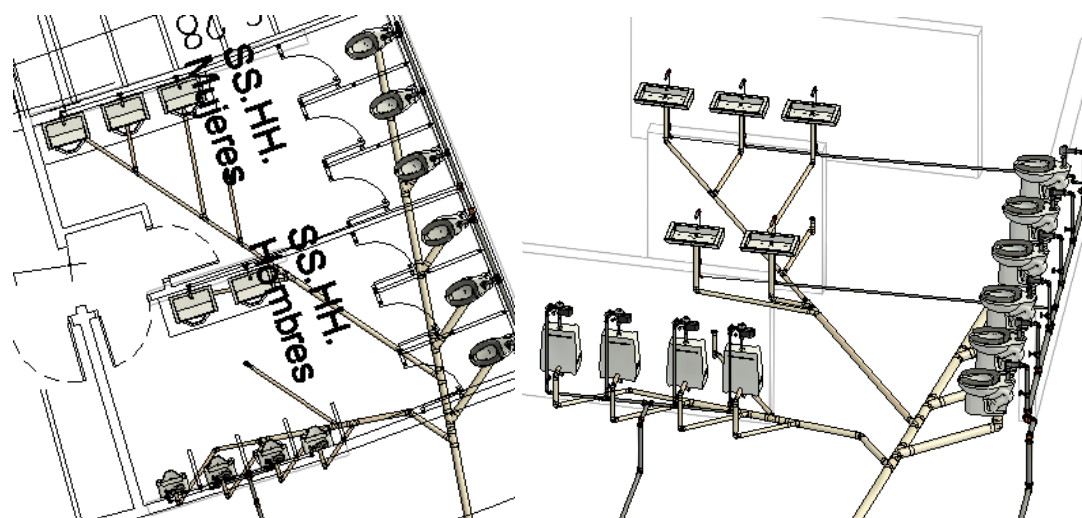
- Caudal de diseño:

BAÑO 7A					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	0
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con fluxor	7
				Ks	0
Inodoro con depósito	0	0.167	0	Ks fluxor	0.33824829
Inodoro con fluxor	3	2.0875	6.2625	Ks ponderado	0.33824829
Urinario con fluxor	2	0.835	1.67	Total Qi (L/s)	8.2665
Fregadero	0	0.334	0	QMP del tramo (L/s)	2.8
Lavabo	2	0.167	0.334		
Grifo para manguera	0	0.334	0		

BAÑO 7B					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	2
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con fluxor	3
				Ks	1.05743317
Inodoro con depósito	2	0.167	0.334	Ks fluxor	0.63710678
Inodoro con fluxor	1	2.0875	2.0875	Ks ponderado	0.80523734
Urinario con fluxor	0	0.835	0	Total Qi (L/s)	2.7555
Fregadero	0	0.334	0	QMP del tramo (L/s)	2.22
Lavabo	2	0.167	0.334		
Grifo para manguera	0	0.334	0		

- Diámetro y pendiente requerido:

TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	QMP (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
BAÑO 7A	PVC	110	0.011	0.02	2	1.17133	2.8	11.1315	25.154	0.00287	0.1374	37.6072	34.19	✓	0.975	✓
BAÑO 7B	PVC	110	0.011	0.02	2	1.17133	2.22	11.1315	19.943	0.00243	0.1282	33.3124	30.28	✓	0.914	✓

Baño 8:**Cálculo:**

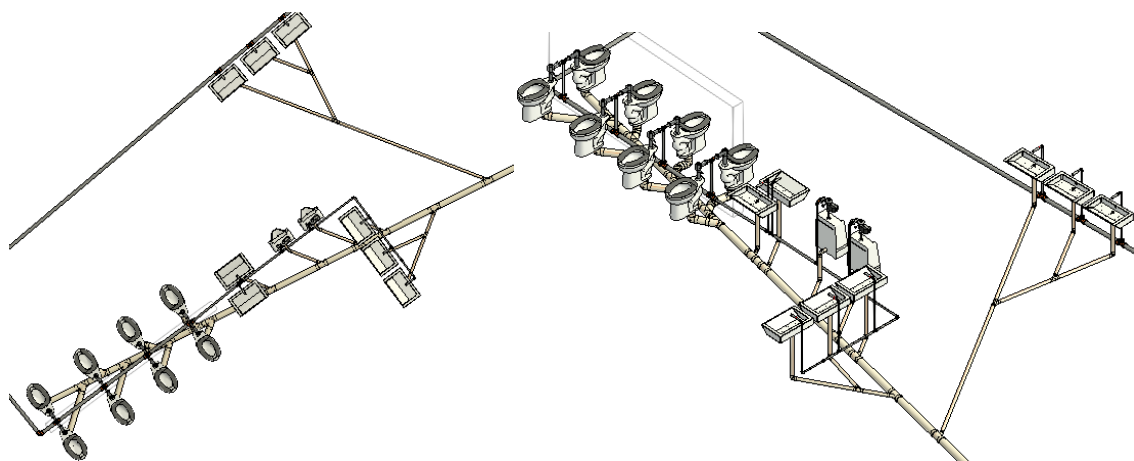
- Caudal de diseño:

BAÑO 8					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	0
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con fluxor	15
				Ks	0
Inodoro con depósito	0	0.167	0	Ks fluxor	0.19726124
Inodoro con fluxor	6	2.0875	12.525	Ks ponderado	0.19726124
Urinario con fluxor	4	0.835	3.34	Total Qi (L/s)	16.7
Fregadero	0	0.334	0	QMP del tramo (L/s)	3.29
Lavabo	5	0.167	0.835		
Grifo para manguera	0	0.334	0		

- Diámetro y pendiente requerido:

TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	QMP (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
BAÑO 8	PVC	110	0.011	0.02	2	1.17133	3.31	11.1315	29.736	0.00324	0.1447	41.1141	37.38	✓	1.021	✓

Baños planta alta:



Cálculo:

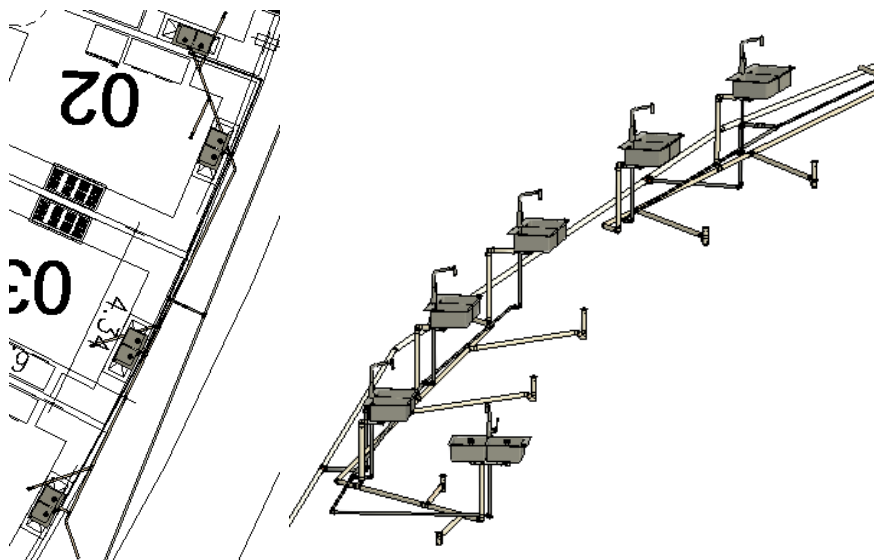
- Caudal de diseño:

BAÑO PA					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	0
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con fluxor	18
				Ks	0
Inodoro con depósito	0	0.167	0	Ks fluxor	0.17253563
Inodoro con fluxor	8	2.0875	16.7	Ks ponderado	0.17253563
Urinario con fluxor	2	0.835	1.67	Total Qi (L/s)	19.706
Fregadero	0	0.334	0	QMP del tramo (L/s)	3.4
Lavabo	8	0.167	1.336		
Grifo para manguera	0	0.334	0		

- Diámetro y pendiente requerido:

TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	QMP (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
BAÑO PA	PVC	110	0.011	0.0125	1.25	0.92601	3.4	8.8002	38.635	0.00392	0.1576	47.4512	43.14	✓	0.866	✓

Fregaderos patio de comidas:



➤ Caudal de diseño:

FREGADEROS					
Caudal máximo probable				Total Artefactos	4
Artefacto	Cantidad	Qi min (l/s)	Subtotal Qi (L/s)	Total Artefactos con fluxor	0
				Ks	0.67090704
Inodoro con depósito	0	0.167	0	Ks fluxor	0
Inodoro con fluxor	0	2.0875	0	Ks ponderado	0.67090704
Urinario con fluxor	0	0.835	0	Total Qi (L/s)	1.336
Fregadero	4	0.334	1.336	QMP del tramo (L/s)	0.9
Lavabo	0	0.167	0		
Grifo para manguera	0	0.334	0		

➤ Diámetro y pendiente requerido:

TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	QMP (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
FREGADEROS	PVC	50	0.011	0.02	2	0.69246	0.9	1.35965	66.194	0.00122	0.088	29.7114	59.42	✓	0.74	✓

3.8 Tabla resumen de cálculos:

TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	QMP (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
PZ13 - PZ12	PVC	200	0.011	0.02	2	1.74489	1.5409	54.817	2.811	0.00201	0.1385	1.385	23.0495	11.52	✓	0.766	✓
PZ12 - PZ11	PVC	200	0.011	0.02	2	1.74489	1.5409	54.817	2.811	0.00201	0.1385	1.385	23.0495	11.52	✓	0.766	✓
PZ11 - PZ10	PVC	200	0.011	0.02	2	1.74489	2.4764	54.817	4.518	0.00281	0.1561	1.561	28.9553	14.48	✓	0.882	✓
PZ10 - PZ9	PVC	250	0.011	0.02	2	2.02477	10.793	99.391	10.86	0.00814	0.2456	1.965	55.6304	22.25	✓	1.326	✓
PZ9 - PZ8	PVC	250	0.011	0.02	2	2.02477	10.793	99.391	10.86	0.00814	0.2456	1.965	55.6304	22.25	✓	1.326	✓
PZ8 - PZ3	PVC	250	0.011	0.0256	2.56	2.29077	10.793	112.45	9.598	0.00746	0.2376	1.901	52.3198	20.93	✓	1.447	✓
PZ7 - PZ6	PVC	200	0.011	0.03	3	2.13705	1.538	67.137	2.291	0.00174	0.1317	1.317	20.9041	10.45	✓	0.882	✓
PZ6 - PZ5	PVC	200	0.011	0.02	2	1.74489	1.538	54.817	2.806	0.00201	0.1385	1.385	23.0289	11.51	✓	0.765	✓
PZ5 - PZ4	PVC	200	0.011	0.02	2	1.74489	4.816	54.817	8.785	0.00448	0.1856	1.856	40.0638	20.03	✓	1.074	✓
PZ4 - PZ3	PVC	250	0.011	0.026	2.6	2.30859	6.963	113.32	6.144	0.00544	0.2112	1.69	42.0213	16.81	✓	1.279	✓
PZ3 - PZ2	PVC	250	0.011	0.02	2	2.02477	12.101	99.391	12.18	0.00883	0.2534	2.027	58.9047	23.56	✓	1.371	✓
PZ2 - PZ1	PVC	250	0.011	0.02	2	2.02477	12.101	99.391	12.18	0.00883	0.2534	2.027	58.9047	23.56	✓	1.371	✓
BAÑO 1A	PVC	110	0.011	0.02	2	1.17133	2.7772	11.131	24.95	0.00285	0.1371	2.492	37.4455	34.04	✓	0.973	✓
BAÑO 1B	PVC	110	0.011	0.02	2	1.17133	2.48	11.131	22.28	0.00263	0.1325	2.408	35.2858	32.08	✓	0.943	✓
BAÑO 2A	PVC	110	0.011	0.0125	1.25	0.92601	4.43	8.8002	50.34	0.00478	0.1732	3.15	55.22	50.2	✓	0.928	✓
BAÑO 2B	PVC	110	0.011	0.0125	1.25	0.92601	5.39	8.8002	61.25	0.00554	0.1872	3.404	62.2069	56.55	✓	0.973	✓
BAÑO 3	PVC	110	0.011	0.0125	1.25	0.92601	1.64	8.8002	18.64	0.00231	0.1257	2.285	32.1672	29.24	✓	0.709	✓
BAÑO 4	PVC	110	0.011	0.02	2	1.17133	0.66	11.131	5.929	0.00103	0.0921	1.674	18.1713	16.52	✓	0.642	✓
BAÑO 5	PVC	110	0.011	0.02	2	1.17133	0.88	11.131	7.906	0.00126	0.0993	1.805	20.9183	19.02	✓	0.699	✓
BAÑO 6	PVC	110	0.011	0.016	1.6	1.04766	2.55	9.9563	25.61	0.00291	0.1382	2.512	37.9677	34.52	✓	0.877	✓
BAÑO 7A	PVC	110	0.011	0.02	2	1.17133	2.8	11.131	25.15	0.00287	0.1374	2.498	37.6072	34.19	✓	0.975	✓
BAÑO 7B	PVC	110	0.011	0.02	2	1.17133	2.22	11.131	19.94	0.00243	0.1282	2.331	33.3124	30.28	✓	0.914	✓
BAÑO 8	PVC	110	0.011	0.02	2	1.17133	3.4	11.131	30.54	0.00324	0.1447	2.631	41.1141	37.38	✓	1.049	✓
BAÑO PA	PVC	110	0.011	0.0125	1.25	0.92601	3.4	8.8002	38.64	0.00392	0.1576	2.866	47.4512	43.14	✓	0.866	✓
FREGADEROS	PVC	50	0.011	0.02	2	0.69246	0.9	1.3596	66.19	0.00122	0.088	3.521	29.7114	59.42	✓	0.74	✓

Tabla4.- Resumen de cálculos de red de alcantarillado sanitario.

4. MEMORIA DE CÁLCULO DE LA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

4.1 Alcance de la memoria:

El diseño y la implementación de sistemas de alcantarillado pluvial son fundamentales para la gestión eficiente de las aguas de lluvia en entornos tanto urbanos como rurales. Estos sistemas tienen un papel crucial en la prevención de inundaciones, la protección de infraestructuras y la preservación de la calidad del medio ambiente. La correcta planificación y ejecución de un alcantarillado pluvial garantiza no solo la evacuación efectiva de las aguas de lluvia, sino también la minimización de impactos negativos en áreas habitadas y el mantenimiento del equilibrio ecológico.

Este documento presenta la memoria de cálculo para el diseño de un sistema de alcantarillado pluvial, elaborado en respuesta a las necesidades específicas del área de estudio para el proyecto: *Mercado de productores del cantón Latacunga*. En esta memoria se detallan los procedimientos, fórmulas y criterios técnicos utilizados para dimensionar y validar el sistema, de acuerdo con las normativas como la EMMAP y los estándares de ingeniería.

El propósito de este cálculo es asegurar que el sistema de alcantarillado pluvial sea capaz de manejar eficientemente los caudales de agua esperados, minimizando el riesgo de desbordamientos y garantizando una evacuación adecuada. Asimismo, se busca optimizar el diseño para mejorar la durabilidad del sistema y reducir los costos operativos y de mantenimiento a largo plazo.

En la presente memoria se incluyen análisis hidráulicos, criterios de diseño, y consideraciones para la selección de materiales y dimensiones de los componentes del sistema. Además, se revisan las características del área de captación, tales como la topografía, el uso del suelo y las precipitaciones históricas, para asegurar que el sistema sea adaptable y efectivo bajo las condiciones locales.

4.2 Normativas y parámetros de diseño para el sistema de alcantarillado pluvial según la EMAAP:

4.2.1 Diámetro mínimo:

5.3.12. Diámetro interno mínimo

El diámetro mínimo en alcantarillados pluviales será de 400 mm; esto con el fin de evitar obstrucciones en el colector ocasionado por agentes externos adicionales al caudal de escorrentía transportado (basuras y otros). Para tramos iniciales en sistemas de drenaje no muy complejos, verificando el proyectista las condiciones de velocidad mínima y máxima, podrán aceptarse diámetros de 300 mm.

4.2.2 Velocidad mínima:

5.3.14. Velocidad mínima

La velocidad mínima permisible es de 0.60 m/seg considerando el gasto mínimo y su tirante correspondiente a tubería parcialmente llena. Adicionalmente debe asegurarse que dicho tirante tenga un valor mínimo de 5.0 cm en casos de fuertes pendientes y de 7.5 cm en casos normales. Estas restricciones tienen por objeto evitar el depósito de sedimentos que provoquen azolves y taponamientos en la tubería.

4.2.3 Velocidad máxima:

5.3.15. Velocidad máxima

La velocidad máxima permisible, para evitar erosión en las tuberías, está en función del tipo de material que se utilice y de la cantidad y características de las partículas sólidas arrastradas y suspendidas en el escurrimiento. Para su revisión se utiliza el caudal máximo extraordinario, considerando el tirante que resulte (a sección del tubo lleno o parcialmente lleno).

Se fijan en la Tabla N° 5.3.15.1 las máximas velocidades admisibles por cada tipo de material de la tubería, considerando los posibles efectos de erosión provocadas por arenas y otros materiales acarreados por el escurrimiento.

TABLA N° 5.3.15.1	
Material de la Tubería	Velocidad máxima (m/seg)
Tubería de Hormigón simple hasta 60 cm. de diámetro	4,5
Tubería de Hormigón armado de 60 cm. de diámetro o mayores.	6,0
Hormigón armado en obra para grandes conducciones 210/240 kg/cm ²	6,0 – 6,5
Hormigón armado en obra 280/350 kg/cm ² . Grandes conducciones	7,0 – 7,5
PEAD, PVC, PRFV	7,5
Acero *	9,0 o mayor
Hierro dúctil o fundido *	9,0 o mayor
* A ser utilizado en rápidas y/o tramos cortos	

4.2.4 Pendiente mínima:

5.3.16. Pendiente mínima

La pendiente de cada tramo de tubería debe ser tan semejante a la del terreno como sea posible, con objeto de tener excavaciones mínimas, pero se deberá proyectar con una pendiente mínima del 0,5% (punto cinco por mil) para tuberías de $\varnothing$ 40 cm (16") en la red de drenaje cuando las condiciones topográficas y las conexiones que se hicieran lo permitan, esto con el objeto de garantizar que el régimen hidráulico que se forme no ocasione sedimentos que reduzcan la capacidad del conducto y requiera un mantenimiento más continuo.

El objetivo de establecer límites mínimos para la pendiente es evitar, hasta donde sea posible, el azolve.

Para asegurar el cumplimiento de las condiciones de no azolve, se deberá verificar el cumplimiento de las velocidades mínimas conforme el punto 5.3.14.

4.2.5 Pendiente máxima:

5.3.17. Pendiente máxima

Las pendientes máximas serán aquellas que permitan verificar que no se supere en el tramo en estudio y en las condiciones de diseño, la velocidad máxima permisible, tal como se señala en el numeral 5.3.15. precedente, las cuales son función del tipo de material que se utilice.

En pendientes altas se recomienda no sobrepasar las velocidades máximas permisibles. En caso de que exista la posibilidad de deslizamiento, la tubería deberá anclarse a intervalos regulares, según se requiera.

Cuando la pendiente del terreno no permita disponer de conducciones pluviales con pendientes que generen velocidades admisibles, se deberá disponer de estructuras especiales para limitar la velocidad y reducir la energía del escurrimiento.

4.2.6 Profundidad normal máxima:

5.3.18. Profundidad hidráulica máxima

Para permitir aireación adecuada del flujo de aguas pluviales en conductos cerrados, el valor máximo permisible de la profundidad hidráulica para el caudal de diseño en un colector debe estar entre 70% y 85% del diámetro o altura real de éste.

5.3.19. Profundidad mínima a la cota clave

Los sistemas de alcantarillado pluvial deben estar a la profundidad necesaria para permitir el drenaje por gravedad de las aguas lluvias de su área tributaria. La profundidad del alcantarillado con respecto a la cota extradós de la tubería, no será menor de:

Zona	Profundidad (m)
Peatonal o verde	1.50
Vehicular	1.50

4.3 Periodo de diseño y periodo de retorno:

El "periodo de retorno" de una tormenta es un concepto estadístico que describe la frecuencia con la cual se espera que un evento meteorológico de cierta magnitud ocurra en un lugar específico. Se expresa en años y es utilizado principalmente en la planificación de infraestructura y gestión del riesgo para evaluar la probabilidad de eventos extremos, como lluvias intensas, inundaciones o huracanes.

4.4 Curva IDF:

La curva **IDF** (Intensidad-Duración-Frecuencia) es una representación gráfica utilizada en hidrología e ingeniería civil para describir la relación entre la intensidad de la lluvia, la duración de la misma y la frecuencia o periodo de retorno con la que se espera que ocurra un evento de precipitación específico. Esta herramienta es fundamental para el diseño de sistemas de drenaje, alcantarillado pluvial, y para la planificación de infraestructuras que puedan verse afectadas por eventos de lluvias intensas.

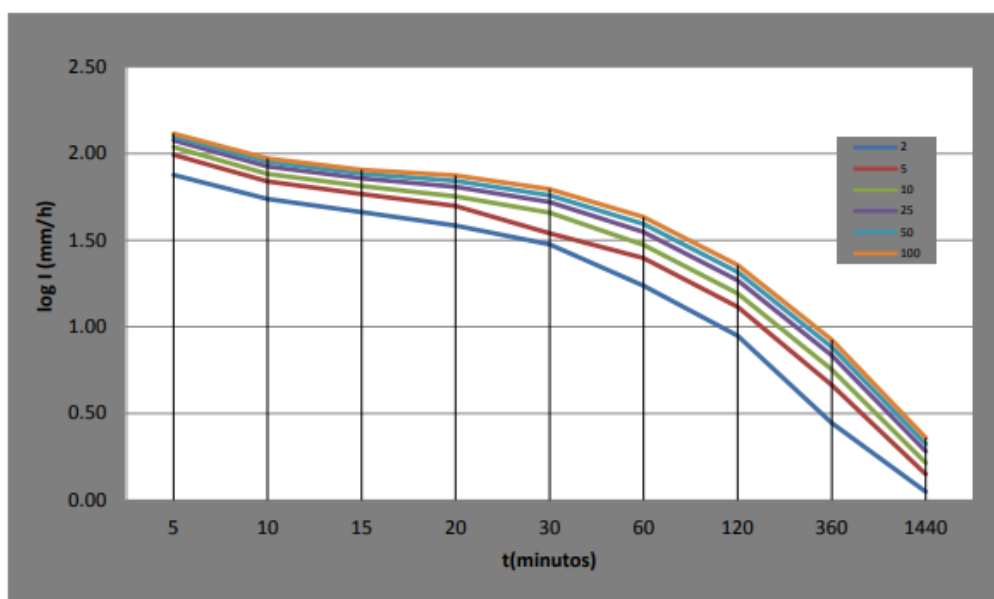
4.4.1 Componentes de la Curva IDF:

1. **Intensidad (I):** Se refiere a la cantidad de precipitación que cae por unidad de tiempo, típicamente expresada en milímetros por hora (mm/h).
2. **Duración (D):** Es el período durante el cual ocurre la lluvia intensa, expresado en minutos o horas. Puede variar desde unos pocos minutos hasta varias horas.
3. **Frecuencia (F):** Se refiere al periodo de retorno o la probabilidad de ocurrencia de la lluvia. Se expresa generalmente en años, como en una tormenta de 10 años, 50 años, 100 años, etc. Indica la frecuencia con la que se espera que ocurra una lluvia de cierta intensidad y duración.

Para el proyecto: *Mercado de productores del cantón Latacunga*, se toma los datos de las curvas IDF, establecidas por el INAMI. Para el caso del sector, se toma como referencia la estación de control del aeropuerto de Latacunga, la cual corresponde al punto mas cercano al proyecto.

**CUADRO N° 32: INTENSIDAD DURACIÓN FRECUENCIA ESTACIÓN M0064
LATACUNGA AEROPUERTO**

ESTACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	R	R²
CÓDIGO	NOMBRE				
M0064	LATACUNGA AEROPUERTO	5<10	$i = 166.0398 * T^{0.1317} * t^{-0.4919}$	0.9565	0.9780
		10<120	$i = 186.7742 * T^{0.1798} * t^{-0.5625}$	0.9832	0.9667
		120<1440	$i = 322.5993 * T^{0.2393} * t^{-0.7983}$	0.9816	0.9636



T (min)	Período de Retorno T (años)					
	2	5	10	25	50	100
5	82.4	93.0	101.9	114.9	125.9	138.0
10	57.9	68.3	77.4	91.2	103.3	117.1
15	46.1	54.4	61.6	72.6	82.3	93.2
20	39.2	46.3	52.4	61.8	70.0	79.3
30	31.2	36.8	41.7	49.2	55.7	63.1
60	21.1	24.9	28.2	33.3	37.7	42.7
120	8.3	10.4	12.3	15.3	18.0	21.3
360	3.5	4.3	5.1	6.3	7.5	8.8
1440	1.1	1.4	1.7	2.1	2.5	2.9

INTENSIDAD MAXIMA (mm/h)

Figura31. - Intensidad, duración y frecuencia estación M0064 Latacunga aeropuerto.

4.5 Tormenta de diseño:

En base a la EMAAP, y según el tipo de uso de la edificación analizada, se toma el siguiente periodo de retorno para la tormenta de diseño:

TABLA N° 5.3.1.1 PERÍODOS DE RETORNO PARA DIFERENTES OCUPACIONES DEL ÁREA		
Tipo de obra	Tipo de ocupación del área de influencia de la obra	Tr (años)
Micro drenaje	Residencial	5
Micro drenaje	Comercial	5
Micro drenaje	Área con edificios de servicio público	5
Micro drenaje	Aeropuertos	10
Micro drenaje	Áreas comerciales y vías de tránsito intenso	10 - 25
Micro drenaje	Áreas comerciales y residenciales	25
Micro drenaje	Áreas de importancia específica	50 - 100

Figura32. – Periodo de retorno según el tipo de uso.

Por tanto, se toma el valor de **25 años** de periodo de retorno para el diseño.

4.6 Cuenca de análisis:

En hidrología, una **cuenca de análisis** (o cuenca hidrográfica) es un área de terreno definida topográficamente que drena o recoge toda la precipitación que cae en ella y dirige esa agua hacia un punto de salida común, generalmente un río, lago, embalse o el océano. En otras palabras, es la región de la superficie terrestre donde el agua de lluvia, deshielo o escorrentía fluye hacia un único punto de descarga.

Características de una Cuenca de Análisis:

1. **Divisoria de Aguas:** La cuenca está delimitada por un borde natural, conocido como divisoria de aguas o línea de cresta, que separa las aguas que fluyen hacia una cuenca de las que fluyen hacia otras cuencas adyacentes.
2. **Red de Drenaje:** Incluye todos los cursos de agua (ríos, arroyos, quebradas) y canales que transportan agua dentro de la cuenca hacia el punto de salida. La configuración y la densidad de esta red de drenaje influyen en cómo se transporta el agua a través de la cuenca.
3. **Superficie y Topografía:** Las características del terreno (pendiente, elevación, rugosidad) determinan la velocidad y la dirección en la que el agua se mueve. Las

cuencas pueden variar en tamaño, desde unas pocas hectáreas hasta miles de kilómetros cuadrados.

4. **Uso del Suelo y Cobertura Vegetal:** El tipo de suelo, su uso (urbano, agrícola, forestal) y la presencia de vegetación afectan la infiltración, la escorrentía y la evaporación del agua. Áreas urbanizadas con superficies impermeables generan más escorrentía que las áreas naturales o forestadas.
5. **Clima y Precipitación:** Los patrones de precipitación, la temperatura, y otros factores climáticos influyen directamente en la cantidad de agua que entra y sale de la cuenca. Por ejemplo, las cuencas en climas áridos pueden tener diferentes respuestas a la lluvia en comparación con las de climas húmedos.

4.7 Coeficiente de escorrentía:

El **coeficiente de escorrentía** es un valor adimensional que representa la fracción de precipitación que se convierte en escorrentía superficial en una cuenca o área específica. Este coeficiente varía entre 0 y 1, donde 0 indica que toda el agua se infiltra en el suelo o se evapora, y 1 indica que toda la precipitación se convierte en escorrentía.

El coeficiente de escorrentía depende de factores como el tipo de suelo, la cobertura vegetal, la pendiente del terreno y el uso del suelo (por ejemplo, áreas urbanas tienden a tener un coeficiente más alto debido a la presencia de superficies impermeables como pavimentos y edificios). Es fundamental en hidrología para calcular el caudal de agua en respuesta a eventos de lluvia, especialmente en el diseño de sistemas de drenaje y manejo de inundaciones.

Para la determinación del coeficiente de escorrentía se usa la siguiente tabla establecida por la EMAAP, respectivamente para cada tipo de suelo:

TABLA N° 5.3.7.2 (b) VALORES USADOS PARA DETERMINAR UN COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE			
Descripción del área	Periodo de retorno (años)		
	2	5	10
Asfáltico	0,73	0,77	0,81
Concreto / techo	0,75	0,80	0,83
<i>Zonas verdes (jardines, parques, etc) cubierta de pasto el 50% del área</i>			
Plano 0-2 %	0,32	0,34	0,37
Promedio 2- 7%	0,37	0,40	0,43
Pendiente superior a 7%	0,40	0,43	0,45
<i>Zonas verdes (jardines, parques, etc) cubierta de pasto del 50 al 75% del área</i>			
Plano 0-2 %	0,25	0,28	0,30
Promedio 2- 7%	0,33	0,36	0,38
Pendiente superior a 7%	0,37	0,40	0,42
<i>Zonas verdes (jardines, parques, etc) cubierta de pasto mayor al 75% del área</i>			
Plano 0-2 %	0,21	0,23	0,25
Promedio 2- 7%	0,29	0,32	0,35
Pendiente superior a 7%	0,34	0,37	0,40
<i>Área de cultivos</i>			
Plano 0-2 %	0,31	0,34	0,36
Promedio 2- 7%	0,35	0,36	0,38
Pendiente superior a 7%	0,39	0,42	0,44
<i>Pastizales</i>			
Plano 0-2 %	0,25	0,28	0,30
Promedio 2- 7%	0,33	0,36	0,38
Pendiente superior a 7%	0,37	0,40	0,42
<i>Bosques</i>			
Plano 0-2 %	0,22	0,25	0,28
Promedio 2- 7%	0,31	0,34	0,36
Pendiente superior a 7%	0,35	0,39	0,41

Figura33. – Coeficiente de superficie del suelo.

4.8 Ecuaciones para el modelado de flujo superficial:

TABLA N° 5.3.8.1 ECUACIONES PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DEL FLUJO SUPERFICIAL		
Nombre	Ecuación para t_c	Notas
Kerby (1959)	$t_c = 1,440 \cdot \left[\frac{N \cdot L}{\sqrt{S}} \right]^{0,467}$	L < 366 m, Valores de N son dados en la Tabla N° 5.3.8.2.
Agencia Federal de Aviación	$t_c = \frac{5,91 \cdot [1,1 - C] \cdot L}{\sqrt[3]{100 \cdot S}}$	Áreas de aeropuerto C = Coef. de escorrentía
Izzard (1946)	$t_c = \frac{2 \cdot 0,51}{60} \cdot \frac{0,00071 + c}{S^{1/4}} \cdot L \cdot \left[\frac{i \cdot L}{43200} \right]^{-2/5}$	i · L < 500 Valores dados en la Tabla N° 5.3.8.3
Kirpich (1940)	$t_c = 0,0194 \left(\frac{L^{0,77}}{S^{0,385}} \right)$	Válida para canales bien definidos y pendientes altas 5% al 10%

Donde:

t_c = tiempo de flujo sup. (min)

L = longitud de la cuenca (m),

S = pendiente de la cuenca (m/m),

i = intensidad de lluvia (mm/hs)

Figura34. – Ecuacion de Kerby para flujo superficial.

Coeficientes, según el tipo de suelo para la ecuación de Kerby:

TABLA N° 5.3.8.2 VALORES DE N PARA LA FÓRMULA DE KERBY	
Tipo de superficie	N
Superficie impermeable continua	0,02
Suelo compacto continuo	0,10
Pasto pobre, camino cultivado o superficie moderadamente rugosa	0,20
Pasturas o pasto medio	0,40
Bosque de coníferas, tierra cubierta de hojas con pastos densos	0,80

Tabla5. – Factor N ecuación de Kerby.

4.9 Ecuación para el modelado de flujo corriente (Flujo en las tuberías):

La ecuación de Manning es una fórmula ampliamente utilizada en ingeniería hidráulica para estimar la velocidad y el caudal de agua en canales abiertos y otros sistemas de flujo superficial. La ecuación se basa en la idea de que la resistencia al flujo de agua en un canal está influenciada por la rugosidad de su superficie, la pendiente del canal y la geometría del mismo.

La ecuación de Manning para calcular la velocidad del flujo es:

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

- V= Velocidad del flujo (m/s)
- n = Coeficiente de rugosidad de Manning (adimensional), que depende del material del canal.
- R = Radio hidráulico (m), que se calcula como $R=A/PM$, donde A es el área transversal de flujo de agua, y PM es el perímetro mojado.
- S = Pendiente o inclinación del canal (adimensional)

Para calcular el caudal Q, se usa la fórmula:

$$Q = V * A$$

Entonces, combinando ambas fórmulas, el caudal se puede expresar como:

$$Q = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} * A$$

Esta ecuación es útil para una variedad de aplicaciones, como el diseño de canales, el análisis de sistemas de drenaje y la evaluación de flujo en ríos y arroyos.

4.10 Método racional:

El **método racional** es una fórmula sencilla y ampliamente utilizada en ingeniería para estimar el caudal máximo de escorrentía en sistemas de drenaje pluvial, particularmente en áreas pequeñas (generalmente menos de 200 hectáreas). La fórmula del método racional es:

$$Q = C * I * A$$

donde:

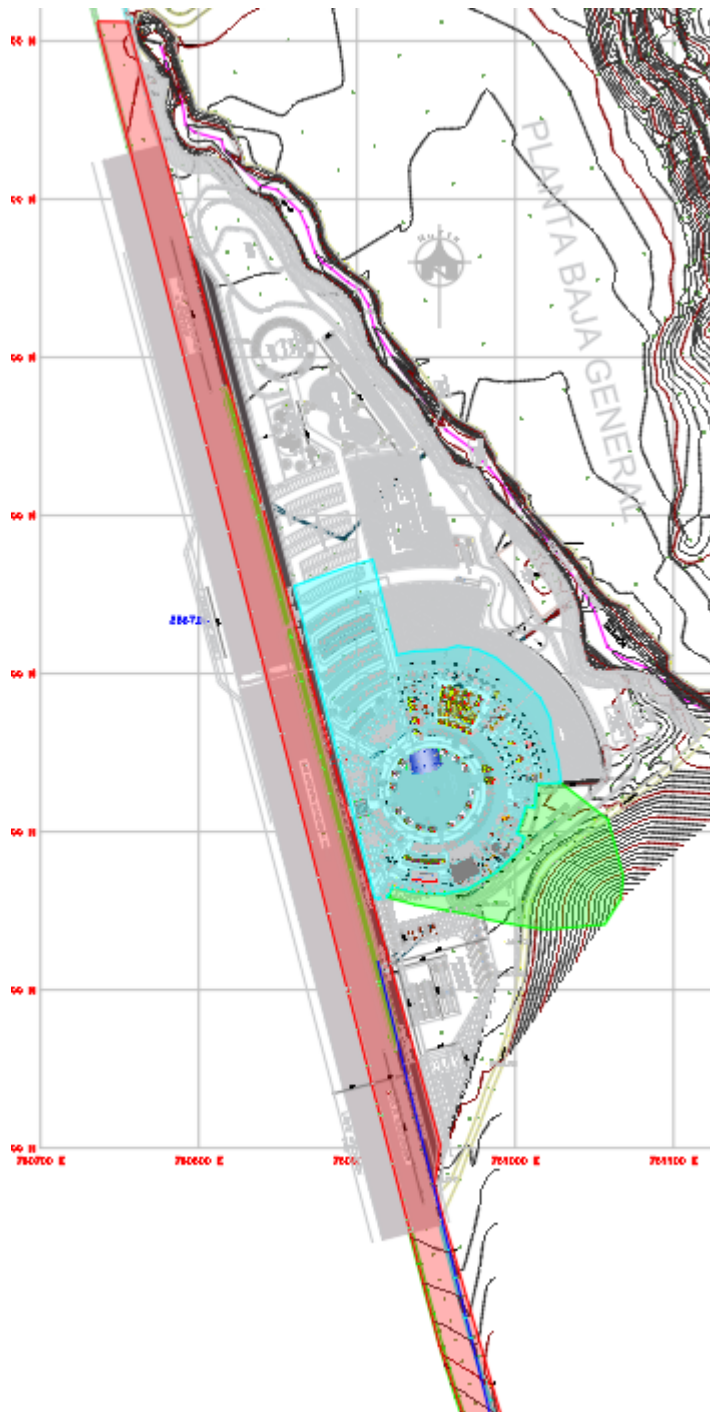
- Q: Caudal máximo de escorrentía.
- C: Coeficiente de escorrentía, que refleja la capacidad del suelo para generar escorrentía.
- I: Intensidad de la lluvia (mm/h), generalmente para una duración igual al tiempo de concentración del área
- A: Área de la cuenca de drenaje.

4.11 Tiempo de concentración (tc):

Corresponde al tiempo que tarda una gota de agua en realizar el trayecto desde el punto más remoto, o punto más lejano, hasta el punto de análisis de la cuenca o subcuenca respectivamente. Dicho tiempo determina el momento en el cual toda la cuenca está aportando al área de drenaje.

4.12 Delimitación de la cuenca de drenaje del proyecto:

En base a la topografía existente y a la plataforma propuesta, se traza una primera cuenca principal la cual abarque toda el área de drenaje posible en el proyecto, esto tomando en cuenta los puntos mas altos desde donde se va a escurrir el agua hacia el punto de análisis.



Donde:

Área verde: Pasto medio.

Área cian: Hormigón, suelo impermeable.

Área roja: Asfalto, suelo impermeable.

Caudal del área tributaria principal:

Explicación de términos de tablas:

L: Longitud desde el punto mas remoto hacia el punto de análisis, o ubicación de cada sumidero respectivamente.

S: Pendiente acorde el terreno natural o plataforma propuesta.

n: Coeficiente de flujo superficie para la ecuación de Kerby.

Ai: Área tributaria

t: Tiempo de concentración de cada subcuenca.

CUENCA PRINCIPAL						
Tiempo de concentración						
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)
Superficial	76	42,5532	PASTO MEDIO	0,4	–	8,65982
Superficial	10	0,01	IMPERMEABLE	0,02	–	5,83369
Corriente	0	1	–	0,011	0,12	
					Σt (min)	14,4935

CUENCA PRINCIPAL					
Caudal máximo					
A cuenca (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
20700	0,93	0,8237	14,4935	74,04681	459,1519
6400	0,48				

4.13 Sumidero tipo:

Sumidero de sección de: **43cmx34cm:**



Para hallar el caudal por cada sumidero y según su sección transversal: Se usa la siguiente ecuación según la EMAAP:

Rejas transversales con depresión:

El caudal interceptado por el sumidero se estima mediante:

$$Q = C_p * K * (1 - P/100) * L * B * (2 * g * H)^{0.5}$$

Figura35. – Ecuación para caudal captado por sumidero.

Q: Caudal interceptado por sumidero.

C: Coeficiente para sumideros.

K: Relación entre el área de orificio y el área total del sumidero.

P: Porcentaje de obstrucción en las rejas, debido a basuras.

L: Longitud de sumidero.

B: Ancho de sumidero.

g: Aceleración de la gravedad.

H: Profundidad de la cara superior de la reja respecto al de la superficie de agua.

Caudal de sumidero	
C	0,5
K	0,7
P	25
L (m)	0,5
B (m)	0,36
g (m/s ²)	9,81
H (m)	0,03
Q (L/s)	36,3

Qmax (L/s)	459,151923
Qsum (L/s)	36,3
#Sumideros min	13

En base al caudal máximo de la cuenca o área tributaria principal, y el caudal por sumidero, se halla un valor preliminar de sumideros mínimos que deben constar en el proyecto.

4.14 Canales existentes de agua lluvia:

En el terreno existente y en el área que se va a intervenir para la construcción existen dos zanjas de agua lluvia, las cuales recolectan el agua desde las cunetas de la VÍA E35, hacia la quebrada posterior:

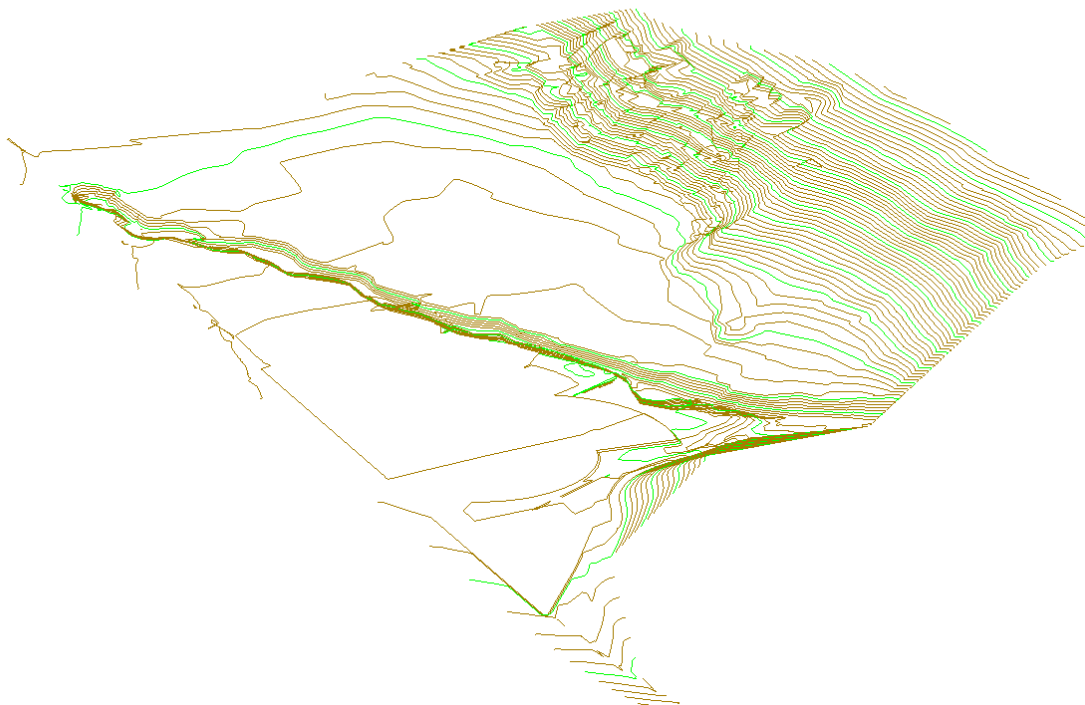


Figura36. – Topografía del terreno.

4.15 Cálculos de caudales por Áreas tributarias

4.15.1 Parquederos:

Sumideros: 1A, 1



Caudal:

SUBCUENCA SUM 1A						
Tiempo de concentración						
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)
Superficial	47	1	IMPERMEABLE	0,02	–	4,10028
–	0	1	IMPERMEABLE	0,02	–	0
					Σt (min)	4,10028

SUBCUENCA SUM 1A						
Caudal máximo						
A cuenca (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)	
989	0,93	0,93	4,10028	126,7296	32,37836	
0	0					

SUBCUENCA SUM 1						
Tiempo de concentración						
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)
Superficial	48	1	IMPERMEABLE	0,02	–	4,14079
–	0	1	IMPERMEABLE	0,02	–	0
					Σt (min)	4,14079

SUBCUENCA SUM 1						
Caudal máximo						
A cuenca (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)	
415	0,93	0,93	4,14079	126,1182	13,52092	
0	0					

Diámetro y pendiente:

SUM	TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	Qmax (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
1A	SUM1A-PZ38	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	32,3784	255,544	12,67	0,01307	0,307	2,05	72,113	24,038	✓	2,477	✓
1	SUM1-PZ38	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	13,5209	255,544	5,291	0,00706	0,244	1,626	46,889	15,63	✓	1,916	✓

Sumideros: 2A, 2:



Caudal:

SUBCUENCA SUM 2A							SUBCUENCA SUM 2A					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A cuenca (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	45	1	IMPERMEABLE	0,02	-	4,01785	436	0,93	0,93	4,01785	128,0019	14,41728
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	4,01785						
SUBCUENCA SUM 2							SUBCUENCA SUM 2					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A cuenca (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	45	1	IMPERMEABLE	0,02	-	4,01785	436	0,93	0,93	4,01785	128,0019	14,41728
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	4,01785						

Diámetro y pendiente:

SUM	TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	Qmax (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
2A	SUM2A-PZ39	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	14,4173	255,544	5,642	0,00738	0,248	1,653	48,374	16,125	✓	1,953	✓
2	SUM2-PZ39	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	14,4173	255,544	5,642	0,00738	0,248	1,653	48,374	16,125	✓	1,953	✓

Sumideros: 3A, 3:



Caudal:

SUBCUENCA SUM 3A							SUBCUENCA SUM 3A						
Tiempo de concentración							Caudal máximo						
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A cuenca (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)	
Superficial	45	1	IMPERMEABLE	0,02	–	4,01785	436	0,93	0,93	4,01785	128,0019	14,41728	
–	0	1	IMPERMEABLE	0,02	–	0	0	0					
					Σt (min)	4,01785							

Diámetro y pendiente:

SUM	TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	Qmax (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
3A	SUM3A-PZ40	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	14,4173	255,544	5,642	0,00738	0,248	1,653	48,374	16,125	✓	1,953	✓
3	SUM3-PZ40	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	14,4173	255,544	5,642	0,00738	0,248	1,653	48,374	16,125	✓	1,953	✓

Sumideros: 4A, 4:



Caudal:

SUBCUENCA SUM 4A							SUBCUENCA SUM 4A					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A cuenca (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	45	1	IMPERMEABLE	0,02	-	4,01785	436	0,93	0,93	4,01785	128,0019	14,41728
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	4,01785						
SUBCUENCA SUM 4							SUBCUENCA SUM 4					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A cuenca (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	45	1	IMPERMEABLE	0,02	-	4,01785	436	0,93	0,93	4,01785	128,0019	14,41728
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	4,01785						

Diámetro y pendiente:

SUM	TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	Qmax (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
4A	SUM4A-PZ41	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	14,4173	255,544	5,642	0,00738	0,248	1,653	48,374	16,125	✓	1,953	✓
4	SUM4-PZ41	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	14,4173	255,544	5,642	0,00738	0,248	1,653	48,374	16,125	✓	1,953	✓

Sumideros: 23A, 23:



Caudal:

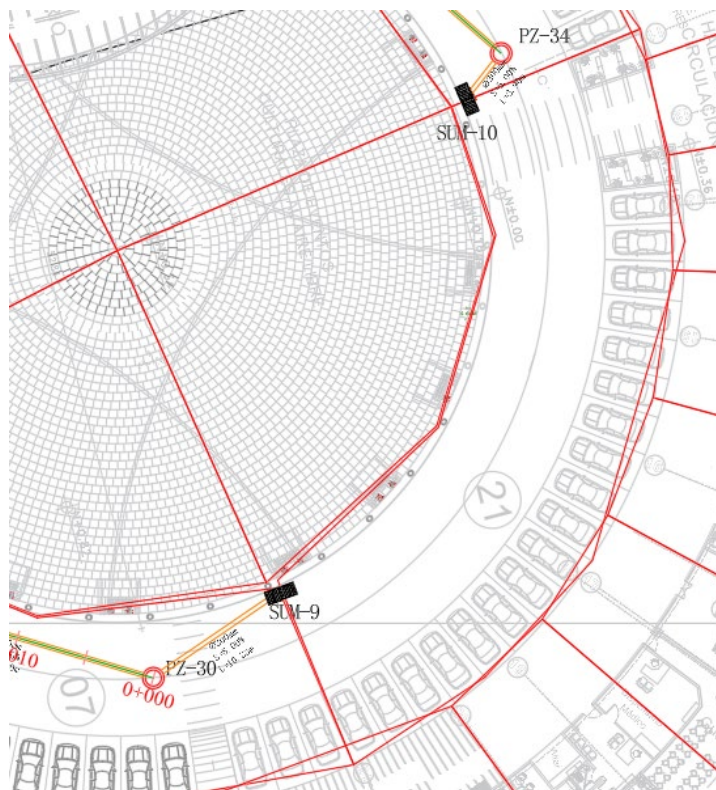
SUBCUENCA SUM 23							SUBCUENCA SUM 23					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A cuenca (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	98	1	IMPERMEABLE	0,02	-	5,77891	607	0,93	0,93	5,77891	107,0456	16,78564
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	5,77891						
SUBCUENCA SUM 23A							SUBCUENCA SUM 23A					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A cuenca (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	91	1	IMPERMEABLE	0,02	-	5,58233	285	0,93	0,93	5,58233	108,8835	8,01655
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	5,58233						

Diámetro y pendiente:

SUM	TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	Qmax (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
23	SUM23-PZ16	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	16,7856	255,544	6,569	0,00822	0,258	1,719	52,097	17,366	✓	2,043	✓
23A	SUM23A-PZ47	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	8,01655	255,544	3,137	0,00489	0,214	1,424	36,44	12,147	✓	1,639	✓

4.15.2 Plaza central – redondel

Sumideros: 9:



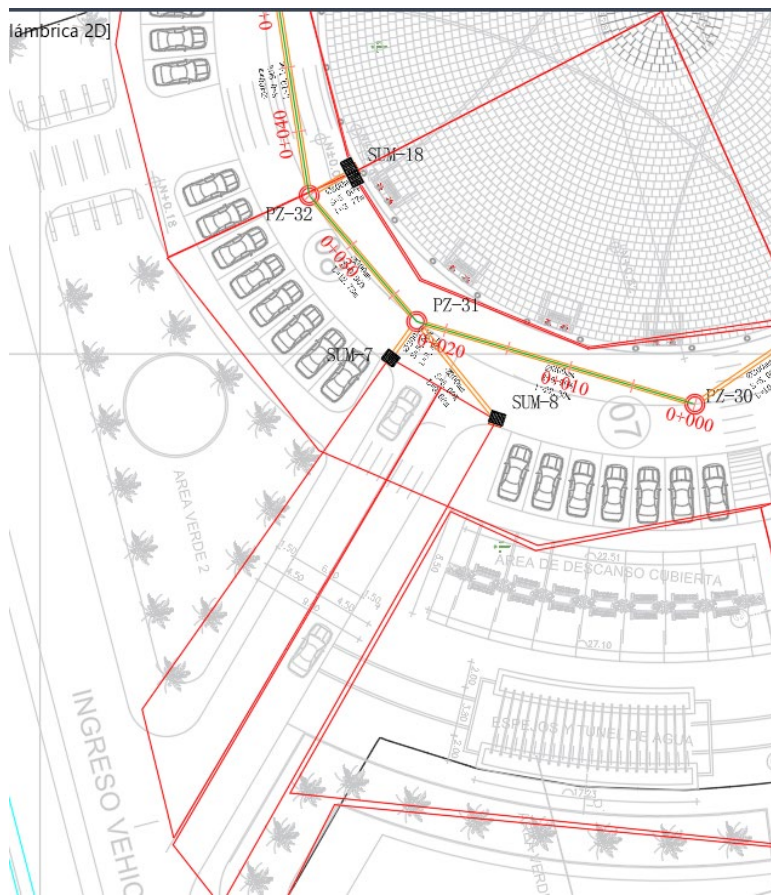
Caudal:

SUBCUENCA SUM 9							SUBCUENCA SUM 9					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A cuenca (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	36	1	IMPERMEABLE	0,02	-	3,62024	1476	0,93	0,93	3,62024	134,7343	51,3742
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	3,62024						

Diámetro y pendiente:

SUM	TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	Qmax (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
9	SUM9-PZ30	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	51,3742	255,544	20,1	0,01817	0,35	2,336	91,23	30,41	✓	2,827	✓

Sumideros: 7,8,18:



Caudal:

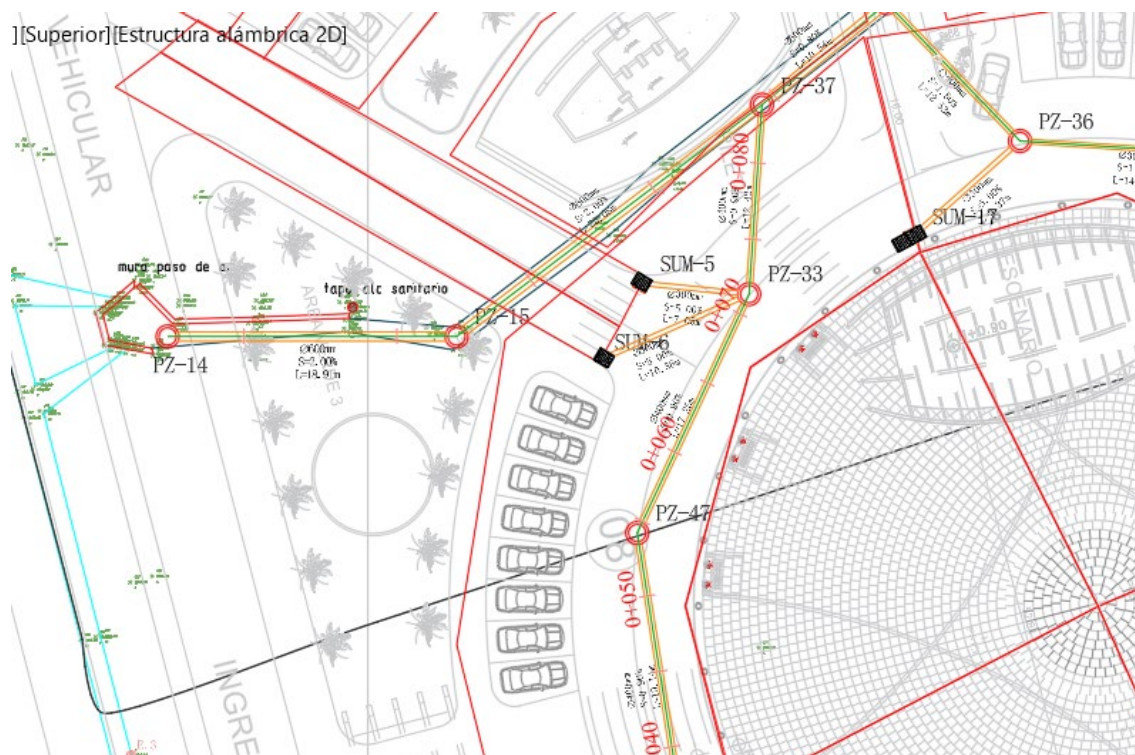
SUBCUENCA SUM 8							SUBCUENCA SUM 8					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A cuenca (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	41	1	IMPERMEABLE	0,02	-	3,84692	218	0,93	0,93	3,84692	130,7686	7,364453
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	3,84692						
SUBCUENCA SUM 7							SUBCUENCA SUM 7					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A cuenca (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	41	1	IMPERMEABLE	0,02	-	3,84692	218	0,93	0,93	3,84692	130,7686	7,364453
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	3,84692						
SUBCUENCA SUM 18							SUBCUENCA SUM 18					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A cuenca (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	46	1	IMPERMEABLE	0,02	-	4,0593	1264	0,93	0,93	4,0593	127,3572	41,58639
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	4,0593						

Diámetro y pendiente:

SUM	TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	Qmax (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
8	SUM8 -PZ31	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	7,36445	255,544	2,882	0,00461	0,209	1,394	34,989	11,663	✓	1,598	✓
7	SUM7 -PZ31	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	7,36445	255,544	2,882	0,00461	0,209	1,394	34,989	11,663	✓	1,598	✓
18	SUM18 -PZ32	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	41,5864	255,544	16,27	0,01562	0,33	2,198	81,846	27,282	✓	2,662	✓

Sumideros: 5,6,17:

]]Superior]]Estructura alámbrica 2D]]

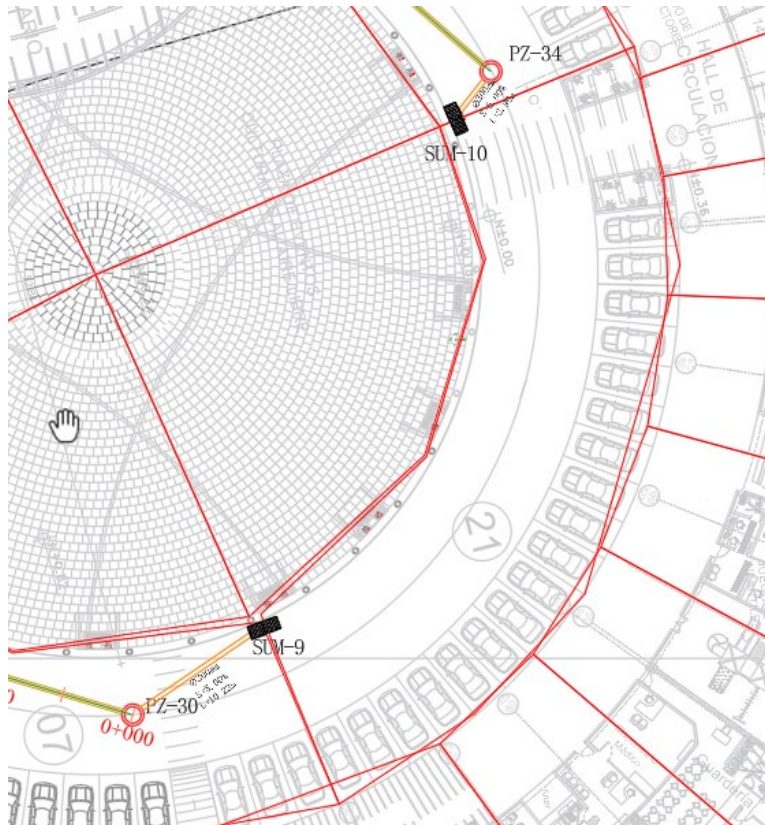


Caudal:

SUBCUENCA SUM 6							SUBCUENCA SUM 6					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A cuenca (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	36	1	IMPERMEABLE	0,02	-	3,62024	110	0,93	0,93	3,62024	134,7343	3,828701
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	3,62024						
SUBCUENCA SUM 5							SUBCUENCA SUM 5					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A cuenca (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	36	1	IMPERMEABLE	0,02	-	3,62024	110	0,93	0,93	3,62024	134,7343	3,828701
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	3,62024						
SUBCUENCA SUM 17							SUBCUENCA SUM 17					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A cuenca (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	46	1	IMPERMEABLE	0,02	-	4,0593	1300	0,93	0,93	4,0593	127,3572	42,77081
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	4,0593						

Diámetro y pendiente:

SUM	TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	Qmax (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
6	SUM6-PZ33	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	3,8287	255,544	1,498	0,00292	0,178	1,186	25,628	8,5426	✓	1,312	✓
5	SUM5-PZ33	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	3,8287	255,544	1,498	0,00292	0,178	1,186	25,628	8,5426	✓	1,312	✓
17	SUM17-PZ36	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	42,7708	255,544	16,74	0,01594	0,332	2,216	83,027	27,676	✓	2,683	✓

Sumideros: 10:**Caudal:**

SUBCUENCA SUM 10							SUBCUENCA SUM 10					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A cuenca (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	46	1	IMPERMEABLE	0,02	-	4,0593	1270	0,93	0,93	4,0593	127,3572	41,78379
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	4,0593						

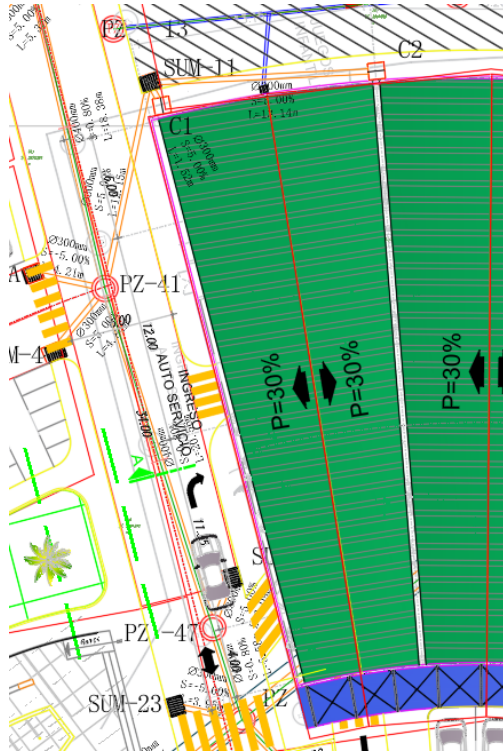
Diámetro y pendiente:

SUM	TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	Qmax (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
10	SUM10-PZ34	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	41,7838	255,544	16,35	0,01568	0,33	2,201	82,044	27,348	✓	2,665	✓

4.15.3 Plaza comercial:

Sumideros: 11

Cajas: C1, C2



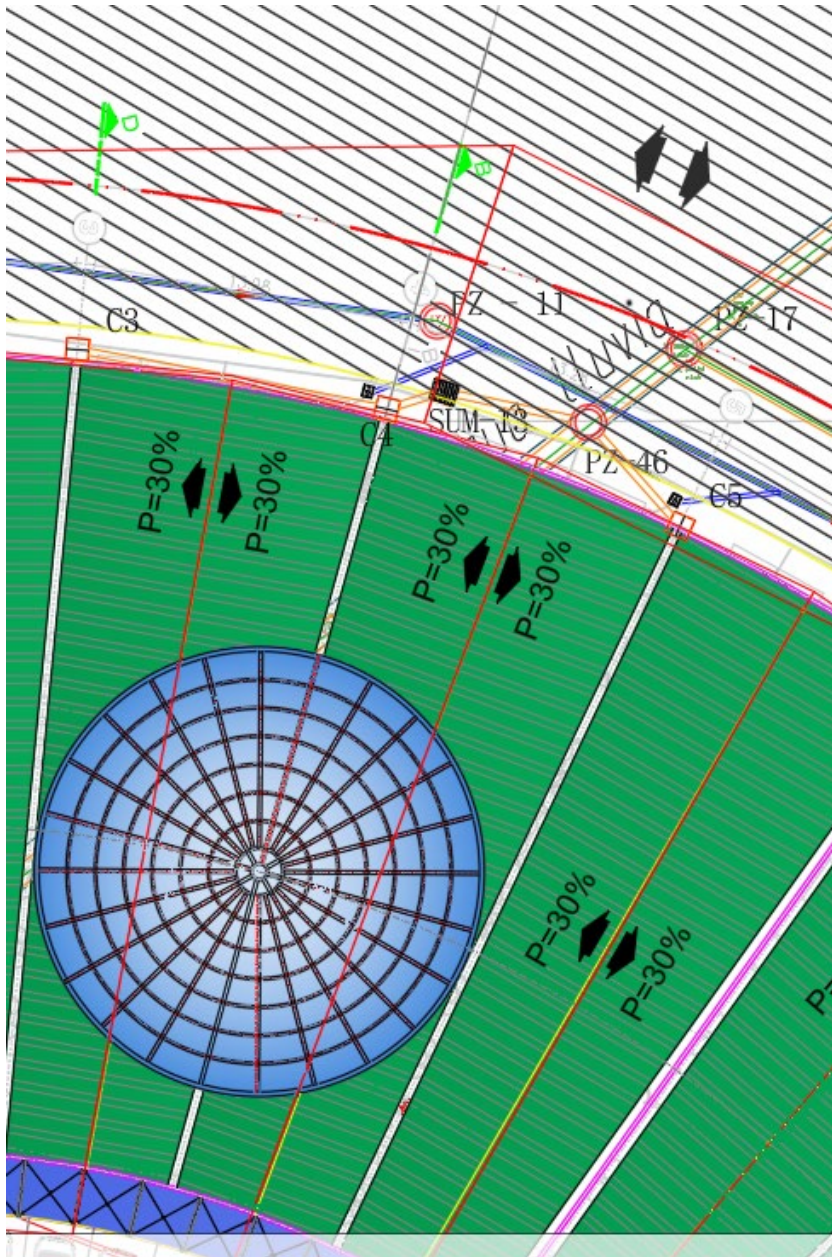
Caudal:

SUBCUENCA SUM 11							SUBCUENCA SUM 11					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A cuenca (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	44	1	IMPERMEABLE	0,02	-	3,9759	415	0,93	0,93	3,9759	128,6644	13,7939
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0	0			
					Σt (min)	3,9759						
ÁREA TRIBUTARIA C1							ÁREA TRIBUTARIA C1					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A tributaria (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	36	10	IMPERMEABLE	0,02	-	2,11464	193	0,93	0,93	2,11464	175,5242	8,751343
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0	0			
					Σt (min)	2,11464						
ÁREA TRIBUTARIA C2							ÁREA TRIBUTARIA C2					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A tributaria (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	36	10	IMPERMEABLE	0,02	-	2,11464	367	0,93	0,93	2,11464	175,5242	16,64115
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0	0			
					Σt (min)	2,11464						

Diámetro y pendiente:

SUM	TRAMO	MAT	Di (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	Qmax (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
11	SUM11-PZ41	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	39,1864	255,544	15,33	0,01498	0,324	2,162	79,408	26,469	✓	2,617	✓
C1	C1-SUM11	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	8,75134	255,544	3,425	0,00520	0,218	1,456	38,006	12,669	✓	1,683	✓
C2	C2-SUM11	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	16,6412	255,544	6,512	0,00817	0,257	1,715	51,877	17,292	✓	2,038	✓

Sumideros: 13
Cajas: C3, C4, C5



Caudal:

ÁREA TRIBUTARIA C3							ÁREA TRIBUTARIA C3					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A tributaria (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	36	10	IMPERMEABLE	0,02	-	2,1146	367	0,93	0,93	2,1146	175,524	16,641
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	2,1146						
ÁREA TRIBUTARIA C4							ÁREA TRIBUTARIA C4					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A tributaria (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	36	10	IMPERMEABLE	0,02	-	2,1146	367	0,93	0,93	2,1146	175,524	16,641
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	2,1146						
ÁREA TRIBUTARIA C5							ÁREA TRIBUTARIA C5					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A tributaria (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	36	10	IMPERMEABLE	0,02	-	2,1146	367	0,93	0,93	2,1146	175,524	16,641
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	2,1146						
SUBCUENCA SUM 13							SUBCUENCA SUM 13					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A cuenca (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	29	1	IMPERMEABLE	0,02	-	3,2725	350	0,93	0,93	3,2725	141,596	12,803
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	3,2725						

Diámetro y pendiente:

SUM	TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	Qmax (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	diferencia	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
C3	C3-C4	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	16,6412	255,544	6,512	0,00817	0,257	1,715	0,000000	51,878	17,293	✓	2,038	✓
C4	C4-SUM13	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	16,6412	255,544	6,512	0,00817	0,257	1,715	0,000000	51,878	17,293	✓	2,038	✓
C5	C5-PZ46	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	16,6412	255,544	6,512	0,00817	0,257	1,715	0,000000	51,878	17,293	✓	2,038	✓
13	SUM13-PZ46	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	46,0849	255,544	18,03	0,01681	0,34	2,264	0,000000	86,261	28,754	✓	2,741	✓

Caudal:

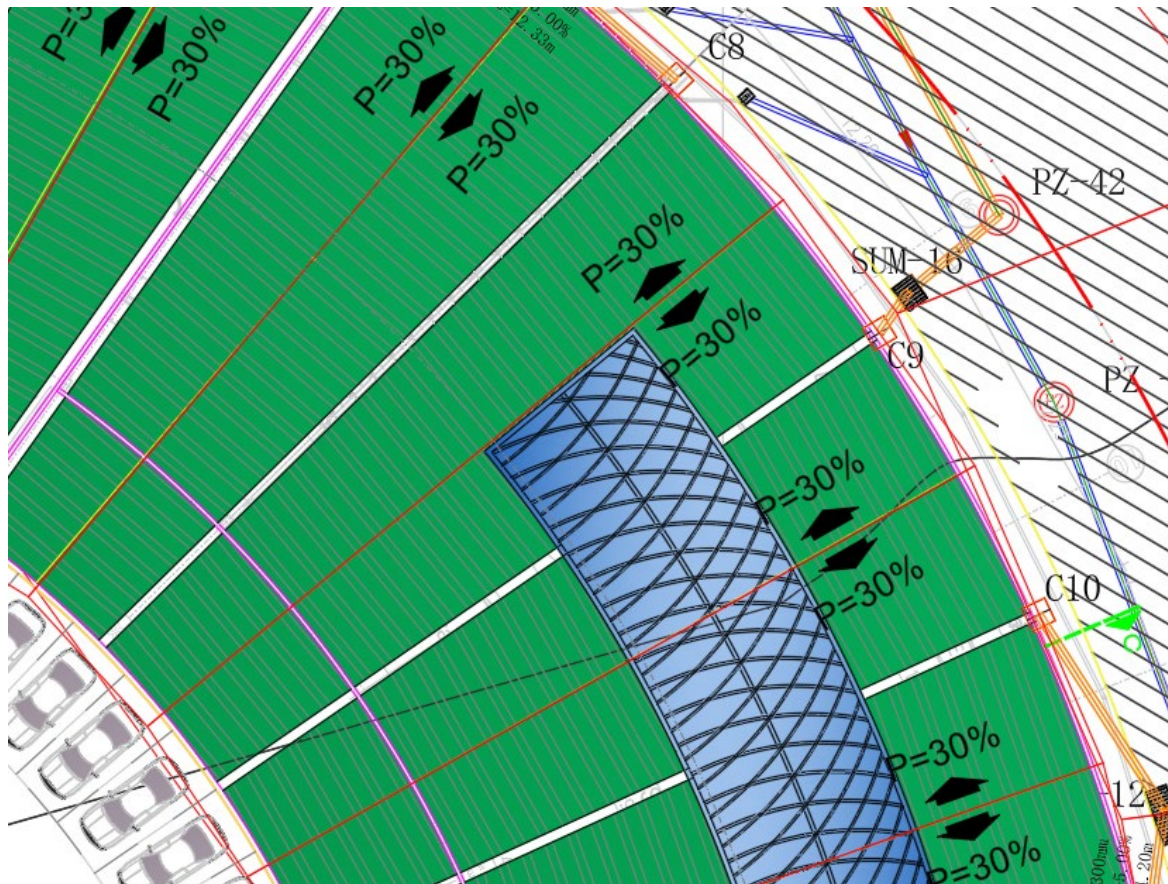
ÁREA TRIBUTARIA C6							ÁREA TRIBUTARIA C6					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A tributaria (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	36	10	IMPERMEABLE	0,02	-	2,1146	367	0,93	0,93	2,1146	175,524	16,641
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	2,1146						
ÁREA TRIBUTARIA C8							ÁREA TRIBUTARIA C8					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A tributaria (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	32	10	IMPERMEABLE	0,02	-	2,0015	295	0,93	0,93	2,0015	180,338	13,743
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	2,0015						
SUBCUENCA SUM 19							SUBCUENCA SUM 19					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A cuenca (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	28	1	IMPERMEABLE	0,02	-	3,2193	450	0,93	0,93	3,2193	142,742	16,594
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	3,2193						

Diámetro y pendiente:

SUM	TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	Qmax (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	diferencia	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
C6	C6-SUM19	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	16,6412	255,544	6,512	0,00817	0,257	1,715	0,000000	51,878	17,293	✓	2,038	✓
C7	C7-C6	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	13,7433	255,544	5,378	0,00714	0,245	1,633	0,000000	47,261	15,754	✓	1,925	✓
C8	C8-C7	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	13,7433	255,544	5,378	0,00714	0,245	1,633	0,000000	47,261	15,754	✓	1,925	✓
19	SUM19-PZ43	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	46,9781	255,544	18,38	0,01705	0,341	2,276	0,000000	87,116	29,039	✓	2,756	✓

Sumideros: 16

Cajas: C9



Caudal:

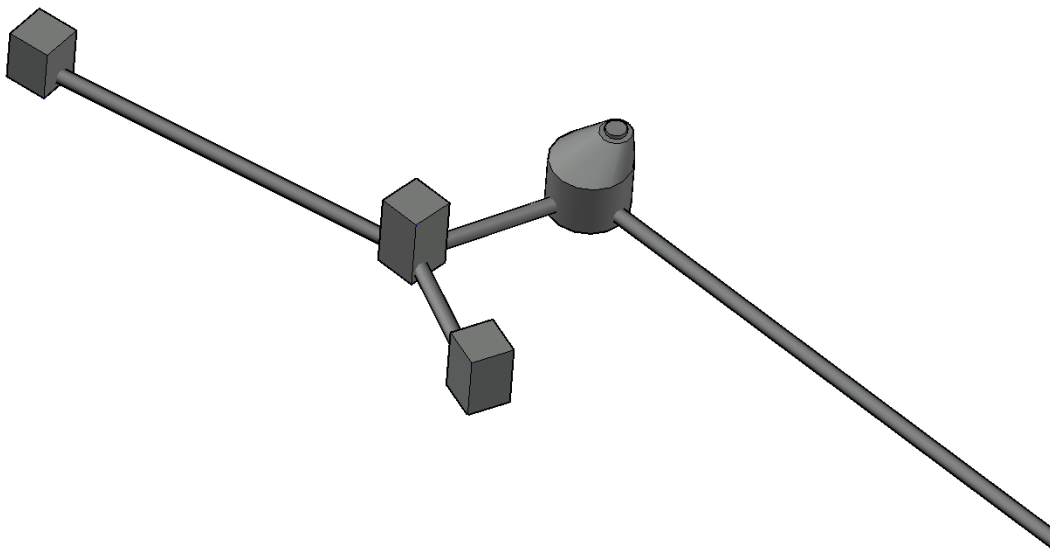
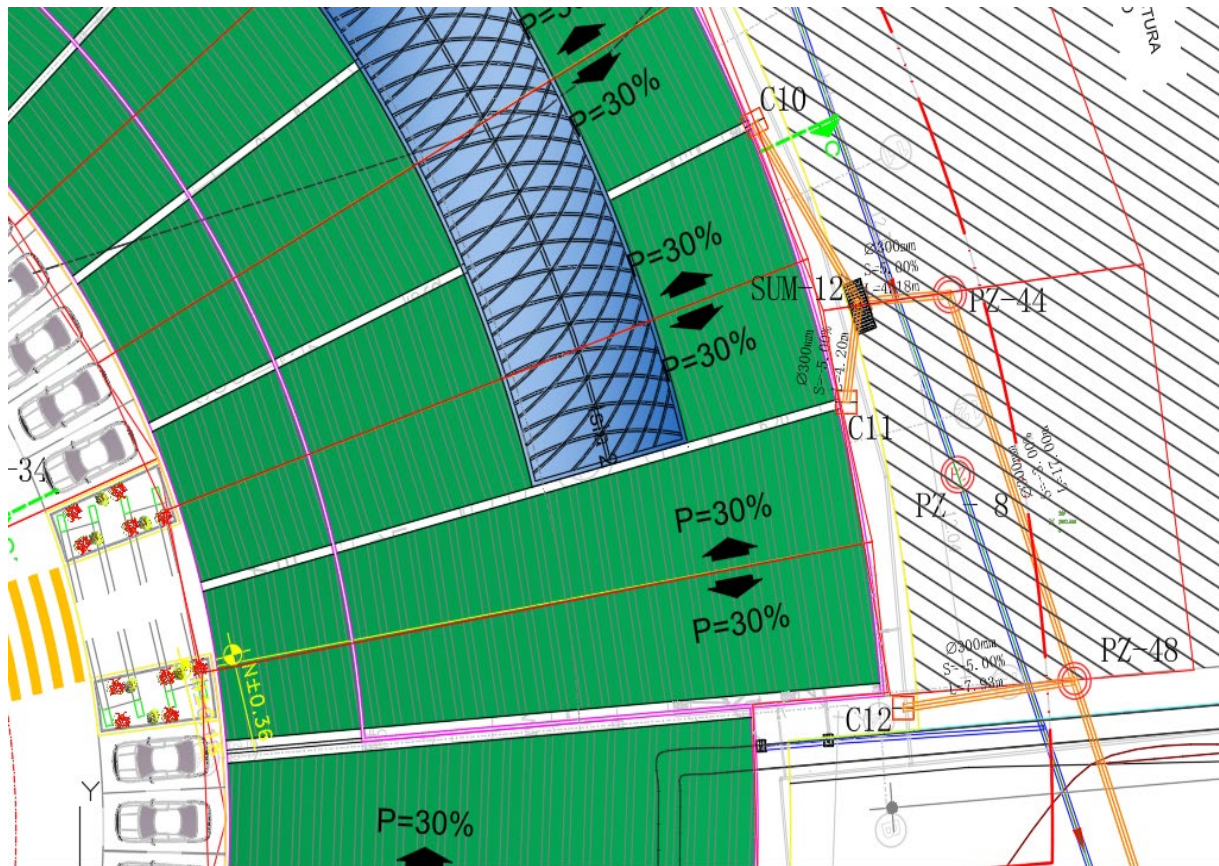
ÁREA TRIBUTARIA C9							ÁREA TRIBUTARIA C9					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m ²)	t (min)	A tributaria (m ²)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	32	10	IMPERMEABLE	0,02	-	2,0015	295	0,93	0,93	2,0015	180,338	13,743
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0	0,93	2,0015	180,338	13,743
					Σt (min)	2,0015						

SUBCUENCA SUM 16							SUBCUENCA SUM 16					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m ²)	t (min)	A cuenca (m ²)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	28	1	IMPERMEABLE	0,02	-	3,2193	340	0,93	0,93	3,2193	142,742	12,537
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0	0,93	3,2193	142,742	12,537
					Σt (min)	3,2193						

Diámetro y pendiente:

SUM	TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	Qmax (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m ²)	PMI (m)	Ø (rad)	diferencia	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
C9	C9-SUM16	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	13,7433	255,544	5,378	0,00714	0,245	1,633	0,000000	47,261	15,754	✓	1,925	✓
16	SUM16-PZ42	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	26,2807	255,544	10,28	0,01128	0,29	1,936	0,000000	64,974	21,658	✓	2,331	✓

Sumideros: 12
Cajas: C10, C11, C12



Caudal:

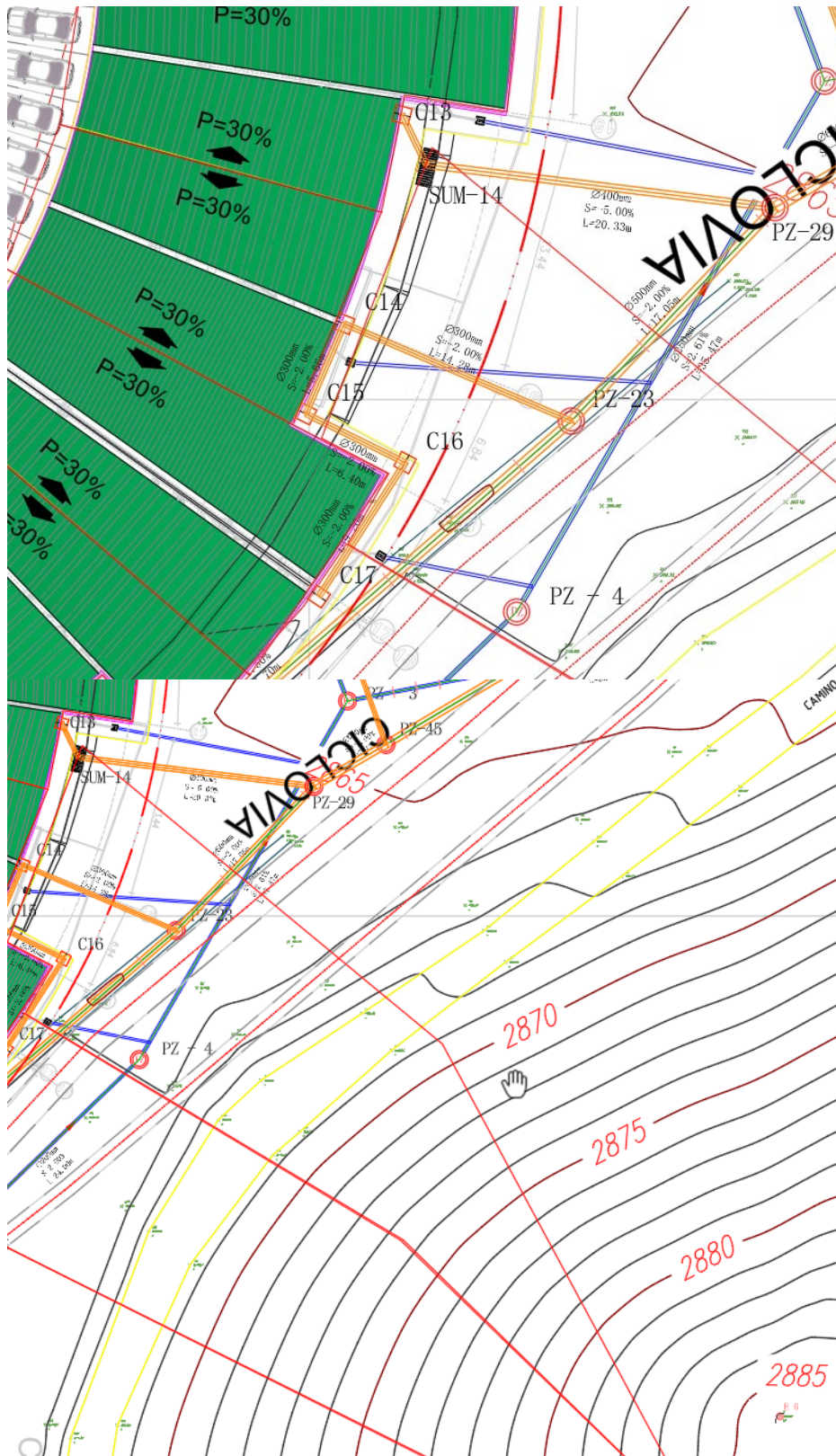
ÁREA TRIBUTARIA C10							ÁREA TRIBUTARIA C10					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A tributaria (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	32	10	IMPERMEABLE	0,02	-	2,0015	295	0,93	0,93	2,0015	180,338	13,743
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	2,0015						
ÁREA TRIBUTARIA C11							ÁREA TRIBUTARIA C11					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A tributaria (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	32	10	IMPERMEABLE	0,02	-	2,0015	295	0,93	0,93	2,0015	180,338	13,743
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	2,0015						
ÁREA TRIBUTARIA C12							ÁREA TRIBUTARIA C12					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A tributaria (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	32	10	IMPERMEABLE	0,02	-	2,0015	295	0,93	0,93	2,0015	180,338	13,743
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	2,0015						
SUBCUENCA SUM 12							SUBCUENCA SUM 12					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A cuenca (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	22	1	IMPERMEABLE	0,02	-	2,8764	250	0,93	0,93	2,8764	150,873	9,7439
Superficial	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	2,8764						

Diámetro y pendiente:

SUM	TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	Qmax (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	diferencia	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
12	SUM12 - PZ44	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	37,2304	255,544	14,57	0,01444	0,32	2,131	0,000000	77,373	25,791	✓	2,578	✓
C10	C10-SUM12	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	13,7433	255,544	5,378	0,00714	0,245	1,633	0,000000	47,261	15,754	✓	1,925	✓
C11	C11-SUM12	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	13,7433	255,544	5,378	0,00714	0,245	1,633	0,000000	47,261	15,754	✓	1,925	✓
C12	C12-PZ48	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	13,7433	255,544	5,378	0,00714	0,245	1,633	0,000000	47,261	15,754	✓	1,925	✓
C13	SUM11-PZ54	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	9,92947	255,544	3,886	0,00568	0,225	1,503	0,000000	40,387	13,462	✓	1,748	✓

Sumideros: 14

Cajas: C13, C14, C15, C16, C17



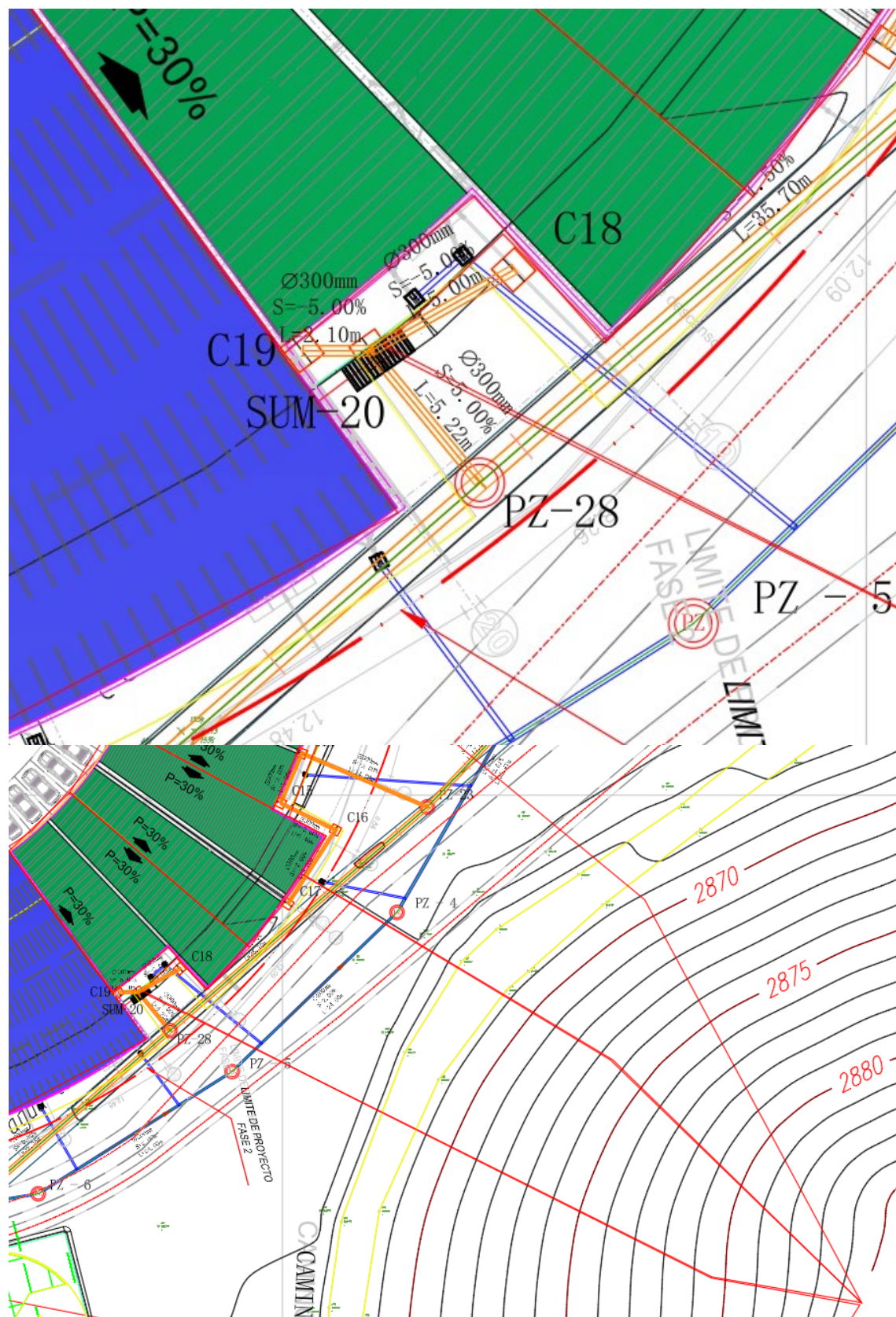
Caudal:

ÁREA TRIBUTARIA C13							ÁREA TRIBUTARIA C13					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A tributaria (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	32	10	IMPERMEABLE	0,02	-	2,0015	295	0,93	0,93	2,0015	180,338	13,743
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	2,0015						
ÁREA TRIBUTARIA C14							ÁREA TRIBUTARIA C14					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A tributaria (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	30	10	IMPERMEABLE	0,02	-	1,942	210	0,93	0,93	1,942	183,032	9,9295
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	1,942						
ÁREA TRIBUTARIA C17							ÁREA TRIBUTARIA C17					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A tributaria (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	33	10	IMPERMEABLE	0,02	-	2,0304	281	0,93	0,93	2,0304	179,068	12,999
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	2,0304						
SUBCUENCA SUM 14							SUBCUENCA SUM 14					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A cuenca (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	57	45	PASTO MEDIO	0,4	-	7,473	3263	0,48	0,553	10,638	88,1162	52,782
Superficial	27	1	IMPERMEABLE	0,02	-	3,1651	634,6	0,93				
					Σt (min)	10,638						

Diámetro y pendiente:

SUM	TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	Qmax (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMI (m)	Ø (rad)	diferencia	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
14	SUM14 - PZ29	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	62,7115	255,544	24,54	0,02098	0,372	2,479	0,000000	101,24	33,746	✓	2,99	✓
C13	C13-SUM14	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	9,92947	255,544	3,886	0,00568	0,225	1,503	0,000000	40,387	13,462	✓	1,748	✓
C14	C14-PZ23	PVC	300	0,011	0,02	2	2,28646	25,9977	161,62	16,09	0,01549	0,329	2,191	0,000000	81,363	27,121	✓	1,678	✓
C17	C17-C14	PVC	300	0,011	0,02	2	2,28646	12,9988	161,62	8,043	0,00948	0,272	1,813	0,000000	57,535	19,178	✓	1,372	✓

Sumideros: 20
Cajas: C18, C19



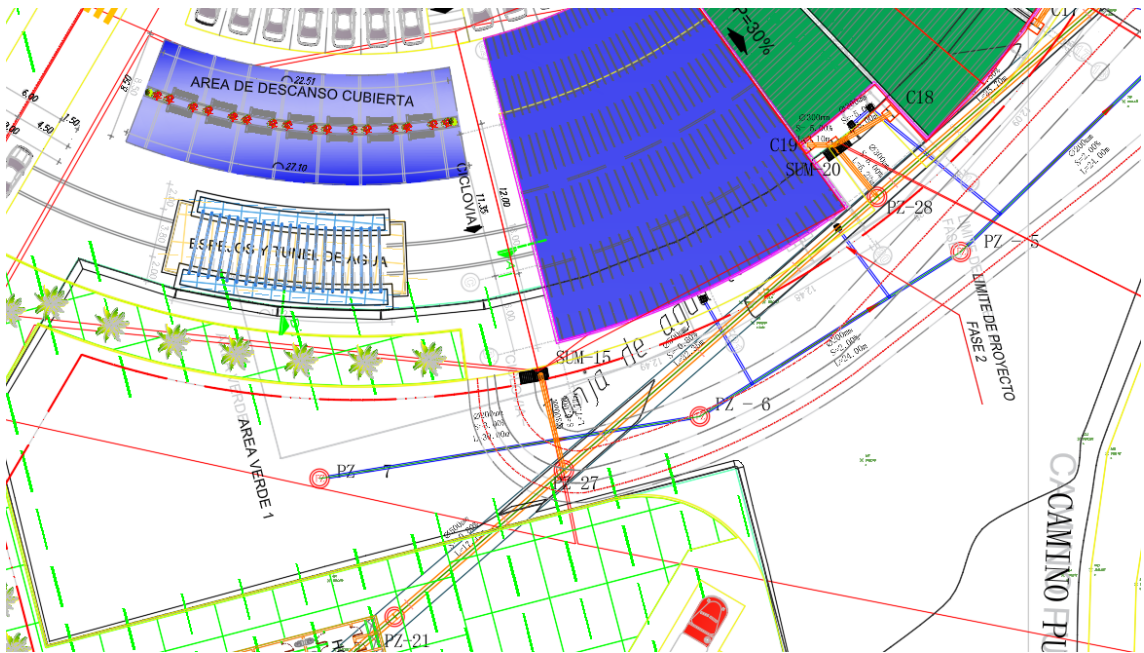
Caudal:

ÁREA TRIBUTARIA C18							ÁREA TRIBUTARIA C18					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A tributaria (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	36	10	IMPERMEABLE	0,02	-	2,1146	367	0,93	0,93	2,1146	175,524	16,6412
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	2,1146						
ÁREA TRIBUTARIA C19							ÁREA TRIBUTARIA C19					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A tributaria (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	36	10	IMPERMEABLE	0,02	-	2,1146	367	0,93	0,93	2,1146	175,524	16,6412
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	2,1146						
SUBCUENCA SUM 20							SUBCUENCA SUM 20					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A cuenca (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	54	42	PASTO MEDIO	0,4	-	7,405	2079	0,48	0,568	10,57	88,4346	36,1196
Superficial	27	1	IMPERMEABLE	0,02	-	3,1651	508	0,93				
Corriente	0	0	-	0,011	0,12							
					Σt (min)	10,57						

Diámetro y pendiente:

SUM	TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	Qmax (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	diferencia	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
20	SUM20 - PZ28	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	69,4019	255,5439	27,16	0,02257	0,384	2,558	0,000000	106,82	35,607	✓	3,075	✓
C18	C18-SUM20	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	16,6412	255,5439	6,512	0,00817	0,257	1,715	0,000000	51,878	17,293	✓	2,038	✓
C19	C19-SUM20	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	16,6412	255,5439	6,512	0,00817	0,257	1,715	0,000000	51,878	17,293	✓	2,038	✓

Sumideros: 15



Caudal:

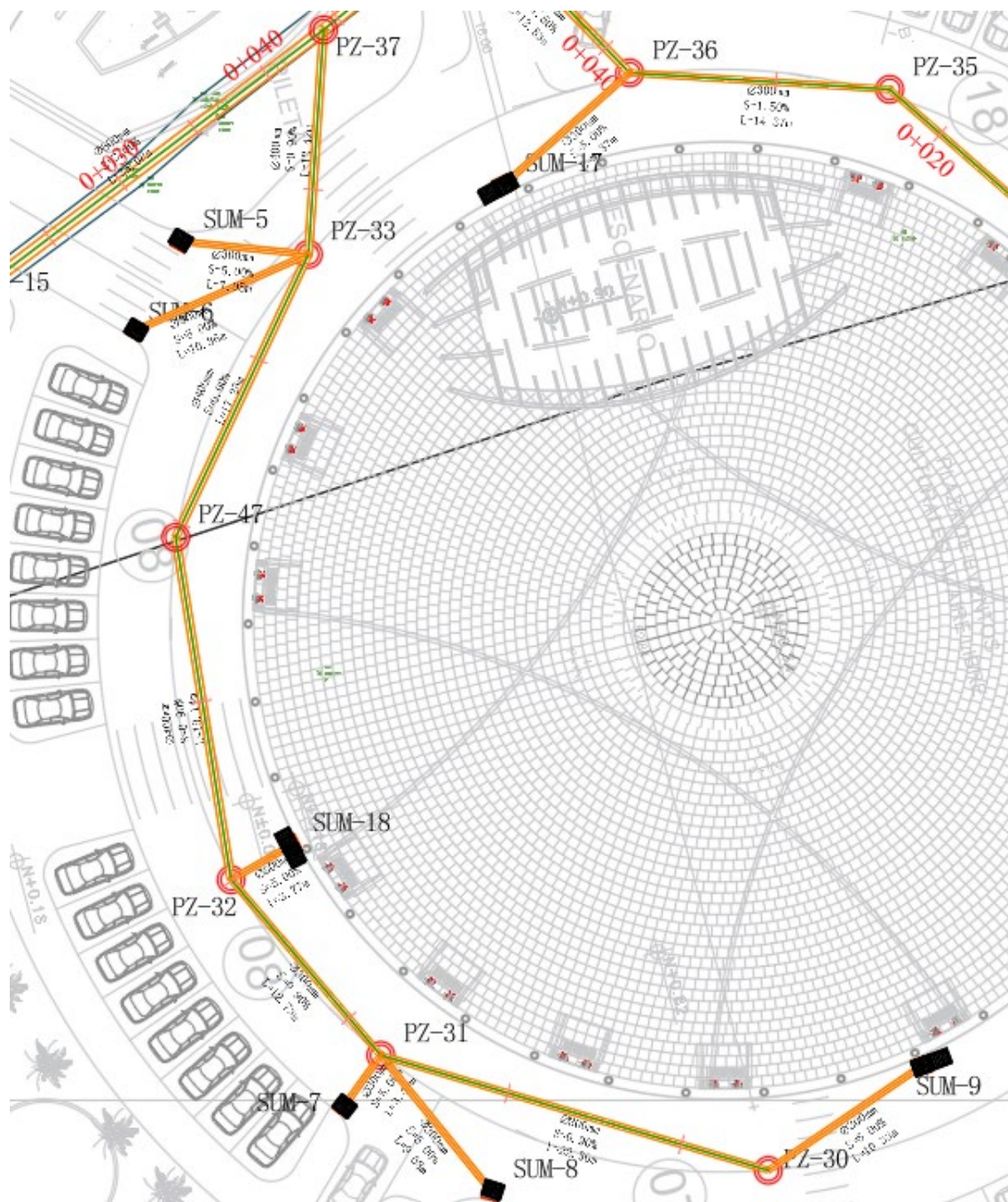
SUBCUENCA SUM 15							SUBCUENCA SUM 15					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A cuenca (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	98	43	S COMPACTO	0,1	-	5,0916	2000	0,43	0,618	8,8944	86,5867	47,5265
Superficial	40	1	IMPERMEABLE	0,02	-	3,8028	1200	0,93				
Corriente	0	0	-	0,011	0,12							
					Σt (min)	8,8944						

Diámetro y pendiente:

SUM	TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	Qmax (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
15	SUM15 - PZ27	PVC	300	0,011	0,05	5	3,61521	47,5265	255,5439	18,6	0,01719	0,343	2,284	87,637	29,212	✓	2,765	✓

4.15.4 Redes secundarias de recolección de agua lluvia:

PZ30 - PZ37



Diámetro y pendiente:

SUM	TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	Qmax (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
-	PZ30-PZ31	PVC	300	0,011	0,009	0,9	1,5338	51,3742	108,4181	47,39	0,03395	0,462	3,08	145,36	48,453	✓	1,513	✓
-	PZ31-PZ32	PVC	300	0,011	0,009	0,9	1,5338	66,1031	108,4181	60,97	0,04108	0,51	3,398	169,17	56,391	✓	1,609	✓
-	PZ32-PZ33	PVC	400	0,011	0,009	0,9	1,85807	107,689	233,4919	46,12	0,05915	0,61	3,05	190,8	47,7	✓	1,821	✓
-	PZ33-PZ37	PVC	400	0,011	0,009	0,9	1,85807	115,347	233,4919	49,4	0,06227	0,625	3,127	198,59	49,647	✓	1,852	✓

Perfil longitudinal:

RED 3 AGUA LLUVIA

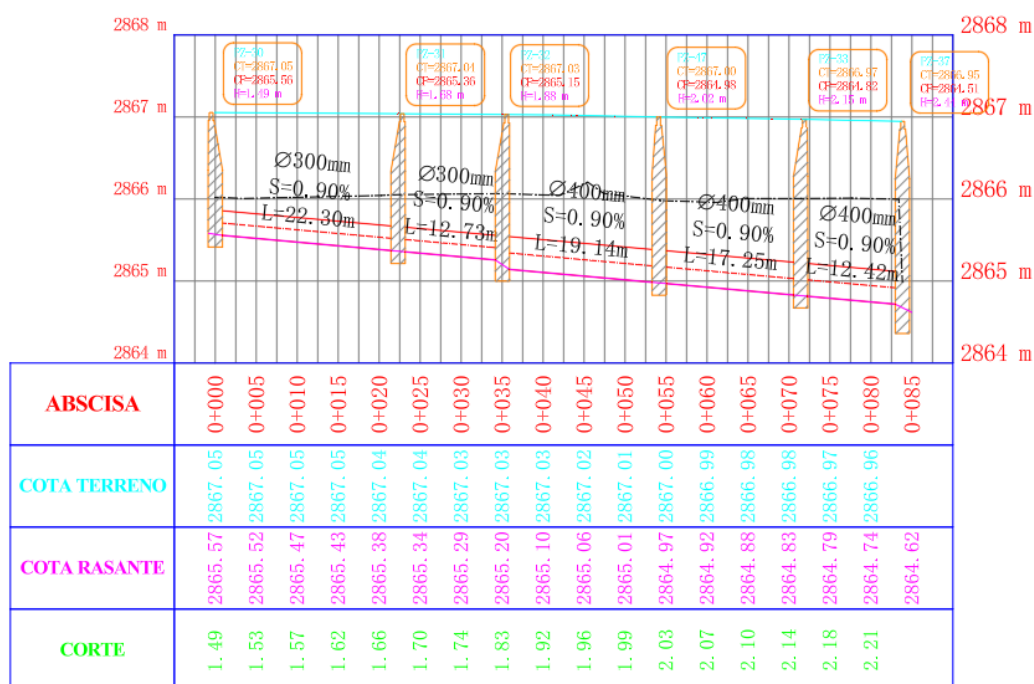
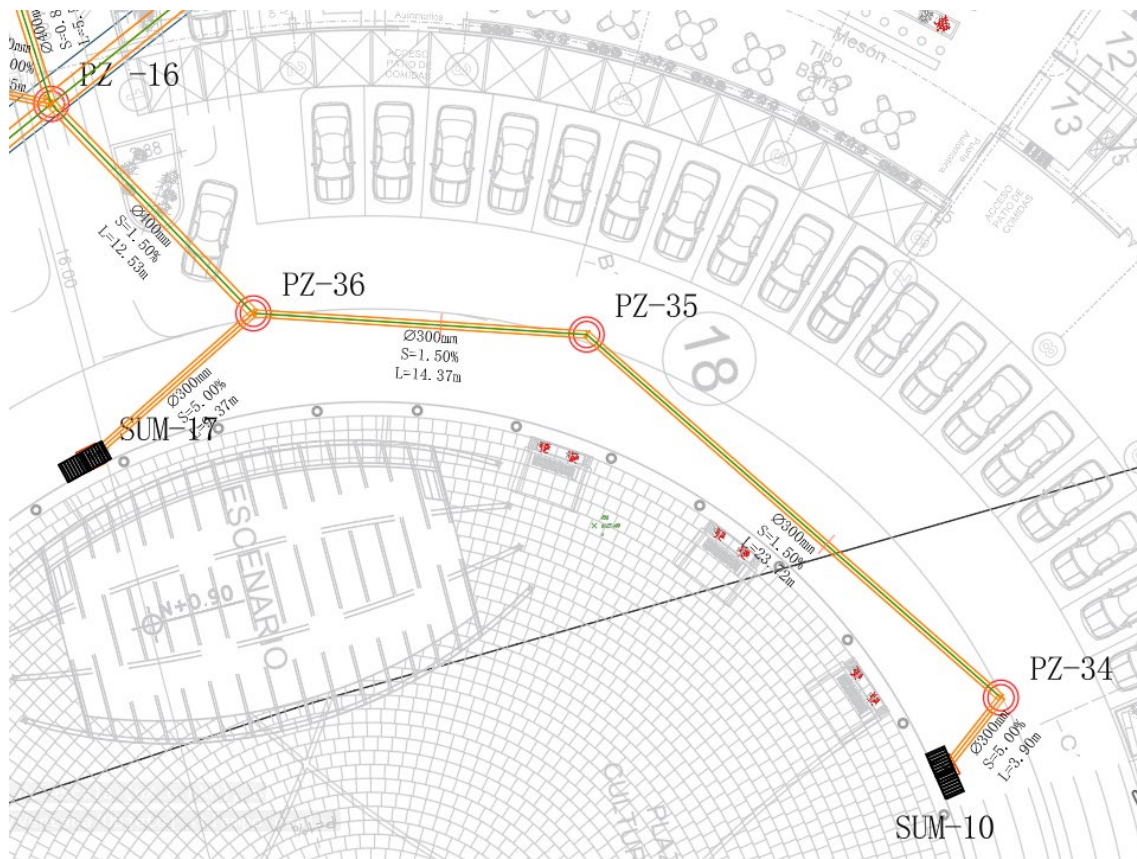


Figura38. – Perfil longitudinal pozo 30-37.

PZ34 – PZ16



Diámetro y pendiente:

SUM	TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	Qmax (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
–	PZ34-PZ36	PVC	300	0,011	0,015	1,5	1,98013	41,7838	139,9672	29,85	0,02417	0,395	2,634	112,37	37,456	☑	1,729	☑
–	PZ36-PZ16	PVC	400	0,011	0,015	1,5	2,39876	84,5546	301,4367	28,05	0,04108	0,517	2,583	144,9	36,226	☑	2,059	☑

Perfil longitudinal:

RED 4 AGUA LLUVIA

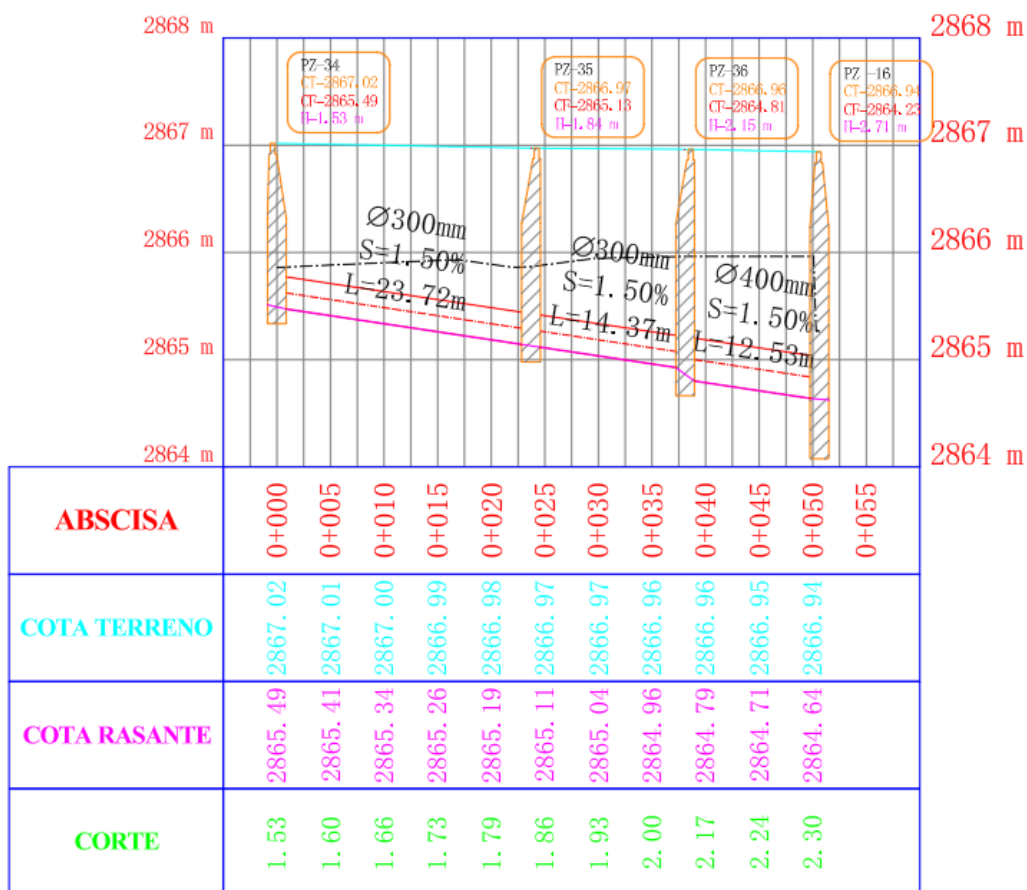
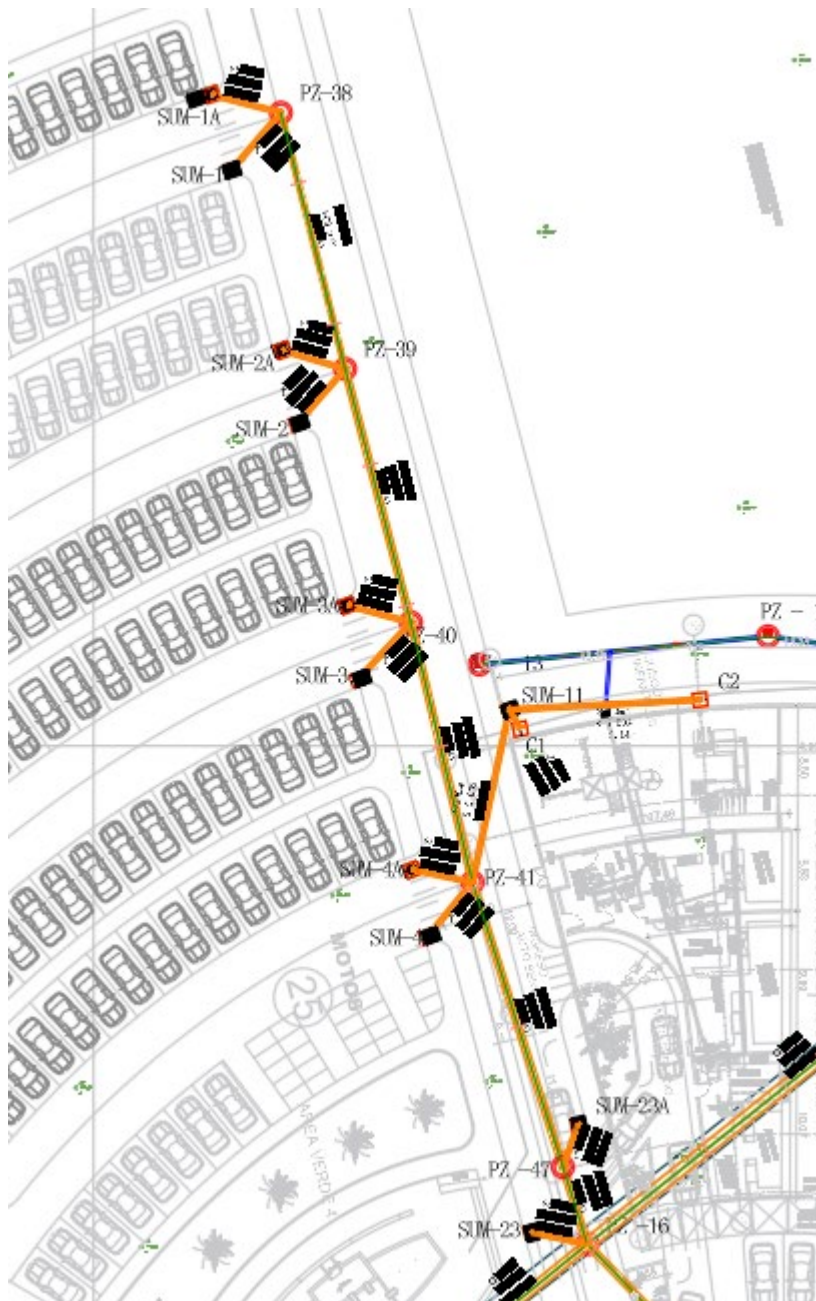


Figura39. – Perfil longitudinal pozo 16-34.

PZ38 – PZ16



Diámetro y pendiente:

SUM	TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	Qmax (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
-	PZ38-PZ39	PVC	300	0,011	0,008	0,8	1,44608	45,8993	102,2176	44,9	0,03262	0,453	3,02	140,91	46,97	✓	1,407	✓
-	PZ39-PZ40	PVC	400	0,011	0,008	0,8	1,7518	74,7338	220,1382	33,95	0,04719	0,549	2,745	160,65	40,162	✓	1,584	✓
-	PZ40-PZ41	PVC	400	0,011	0,008	0,8	1,7518	103,568	220,1382	47,05	0,06004	0,614	3,072	193,01	48,252	✓	1,725	✓
-	PZ41-PZ47	PVC	400	0,011	0,008	0,8	1,7518	171,589	220,1382	77,95	0,08859	0,762	3,81	265,59	66,397	✓	1,937	✓
-	PZ47-PZ16	PVC	400	0,011	0,008	0,8	1,7518	188,375	220,1382	85,57	0,09570	0,803	4,017	284,77	71,193	✓	1,968	✓

Perfil longitudinal:

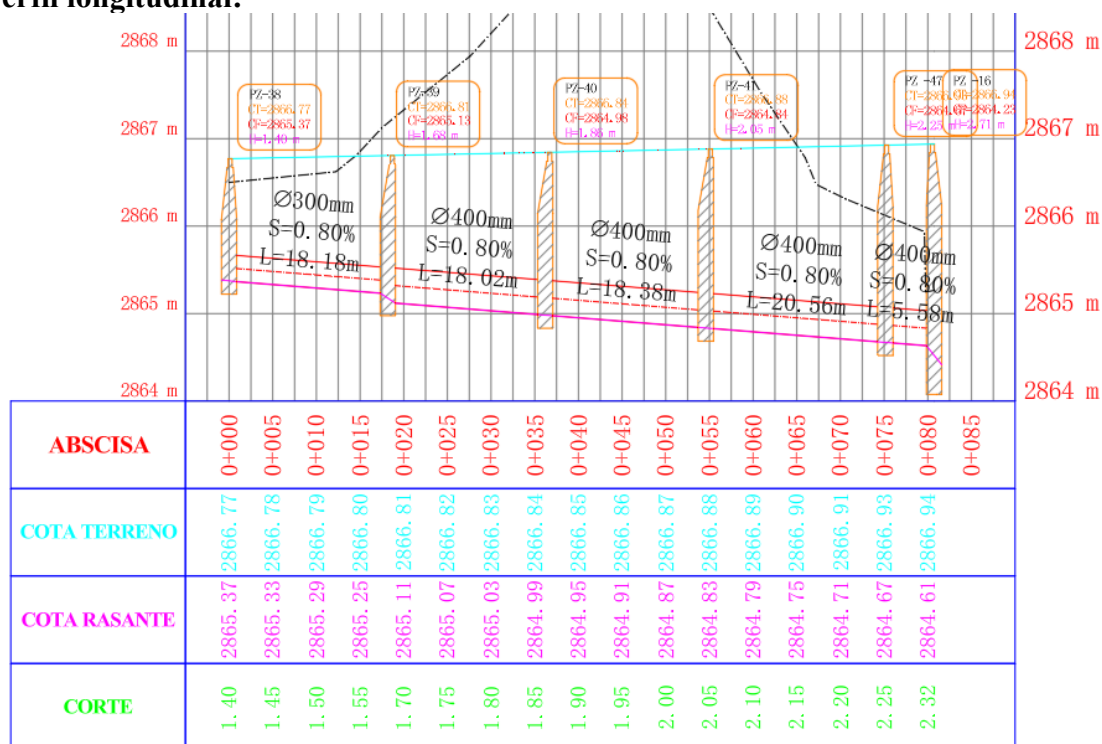
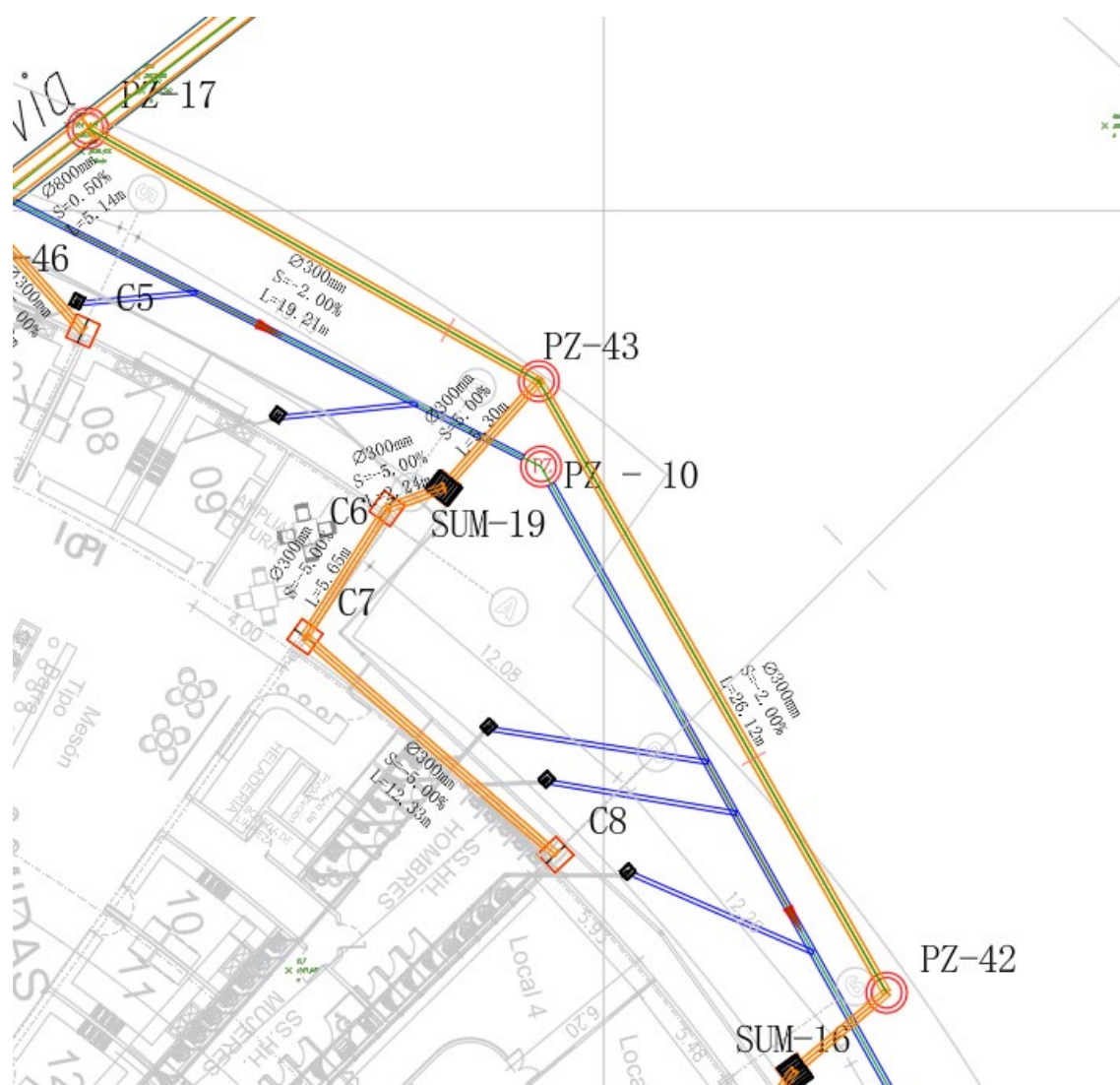


Figura40. – Perfil longitudinal pozo 16-38.

PZ42 – PZ17



Diámetro y pendiente:

SUM	TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	Qmax (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
-	PZ42-PZ43	PVC	300	0,011	0,02	2	2,28646	26,2807	161,6202	16,26	0,01561	0,33	2,198	81,813	27,271	✓	1,683	✓
-	PZ43-PZ17	PVC	400	0,011	0,02	2	2,76985	73,2589	348,0691	21,05	0,03339	0,474	2,368	124,57	31,142	✓	2,194	✓

Perfil longitudinal:

RED 6 AGUA LLUVIA

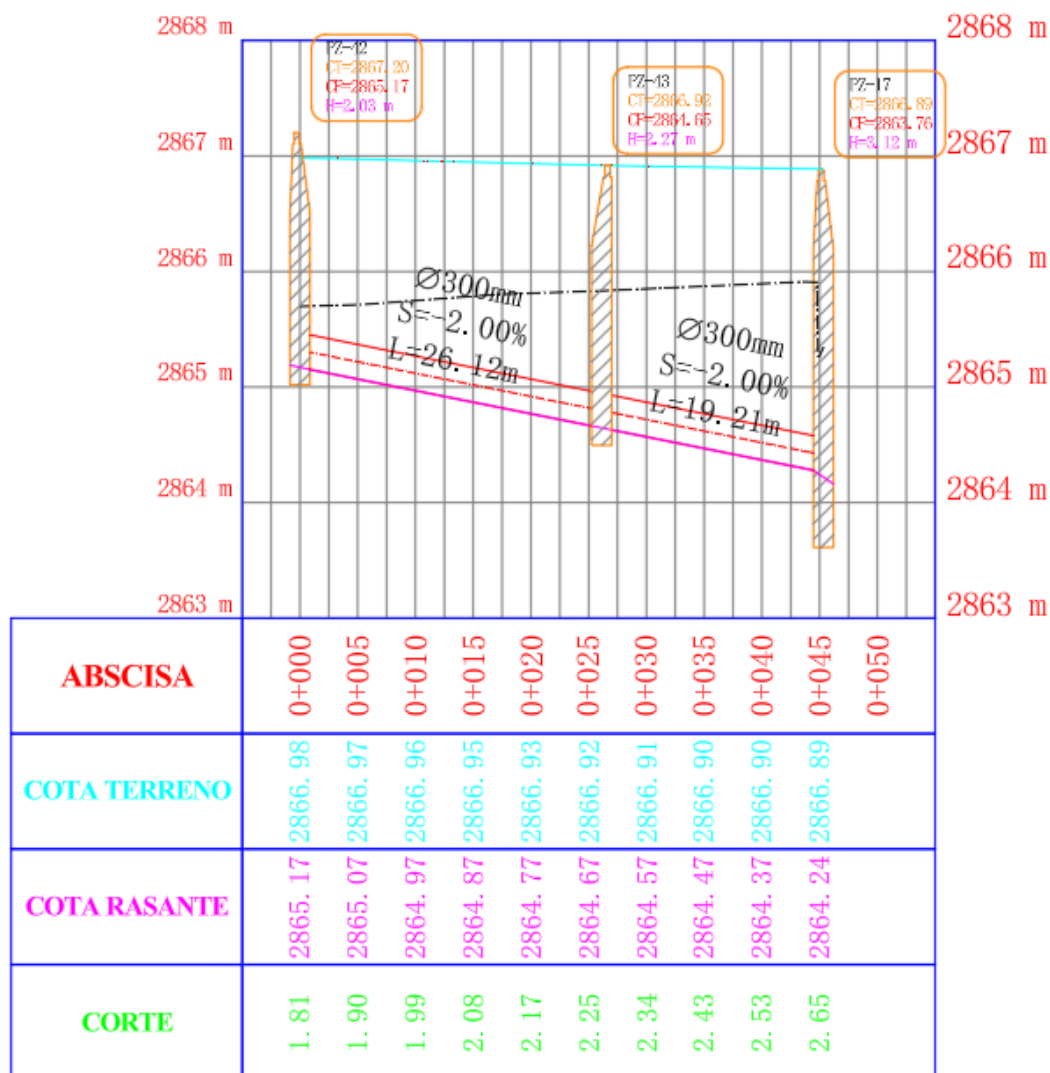


Figura41. – Perfil longitudinal pozo 17-42.

4.15.5 Redes principales de recolección de agua lluvia:

PZ20-PZ26:

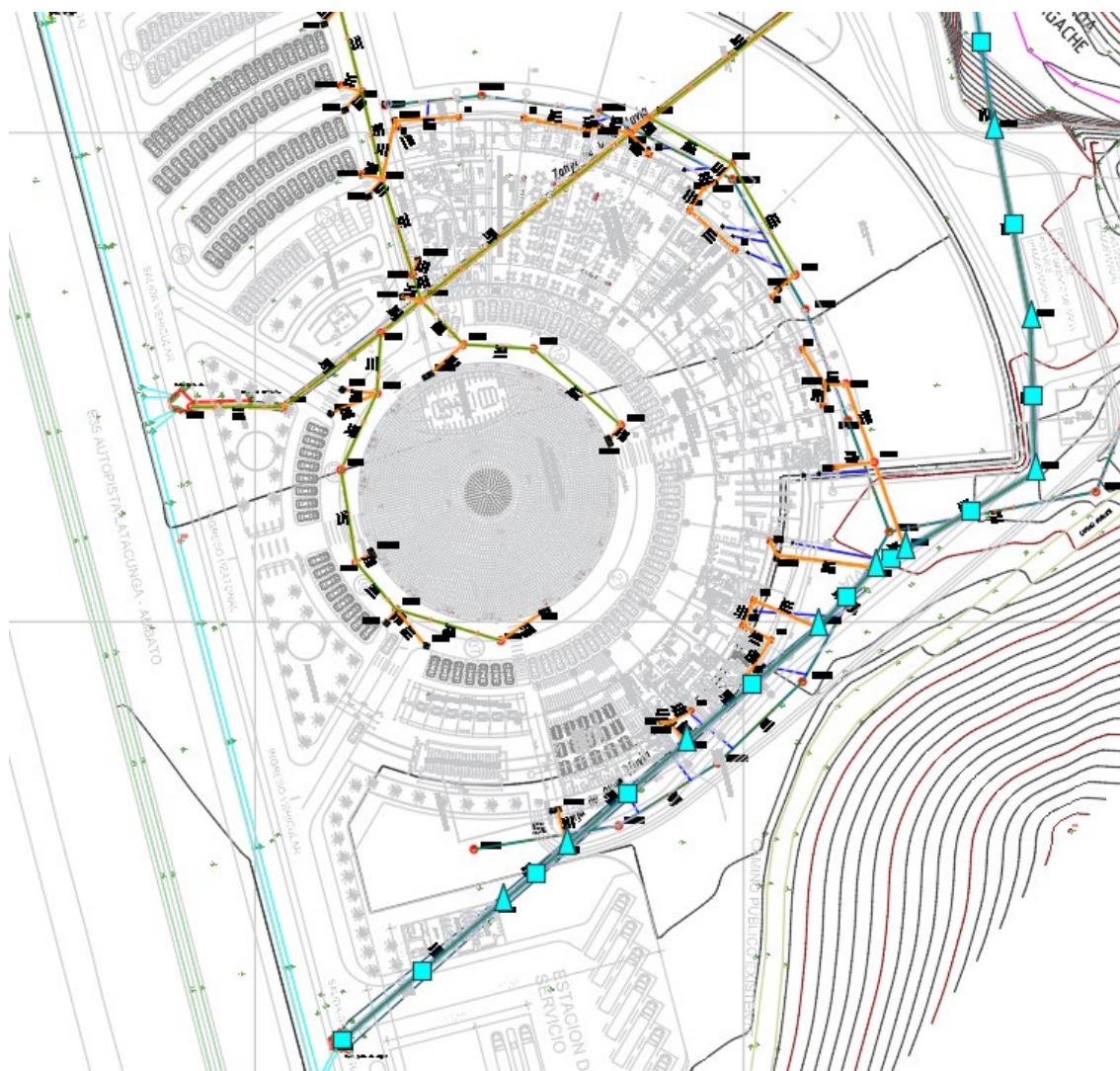


Figura42. – Red principal 1.

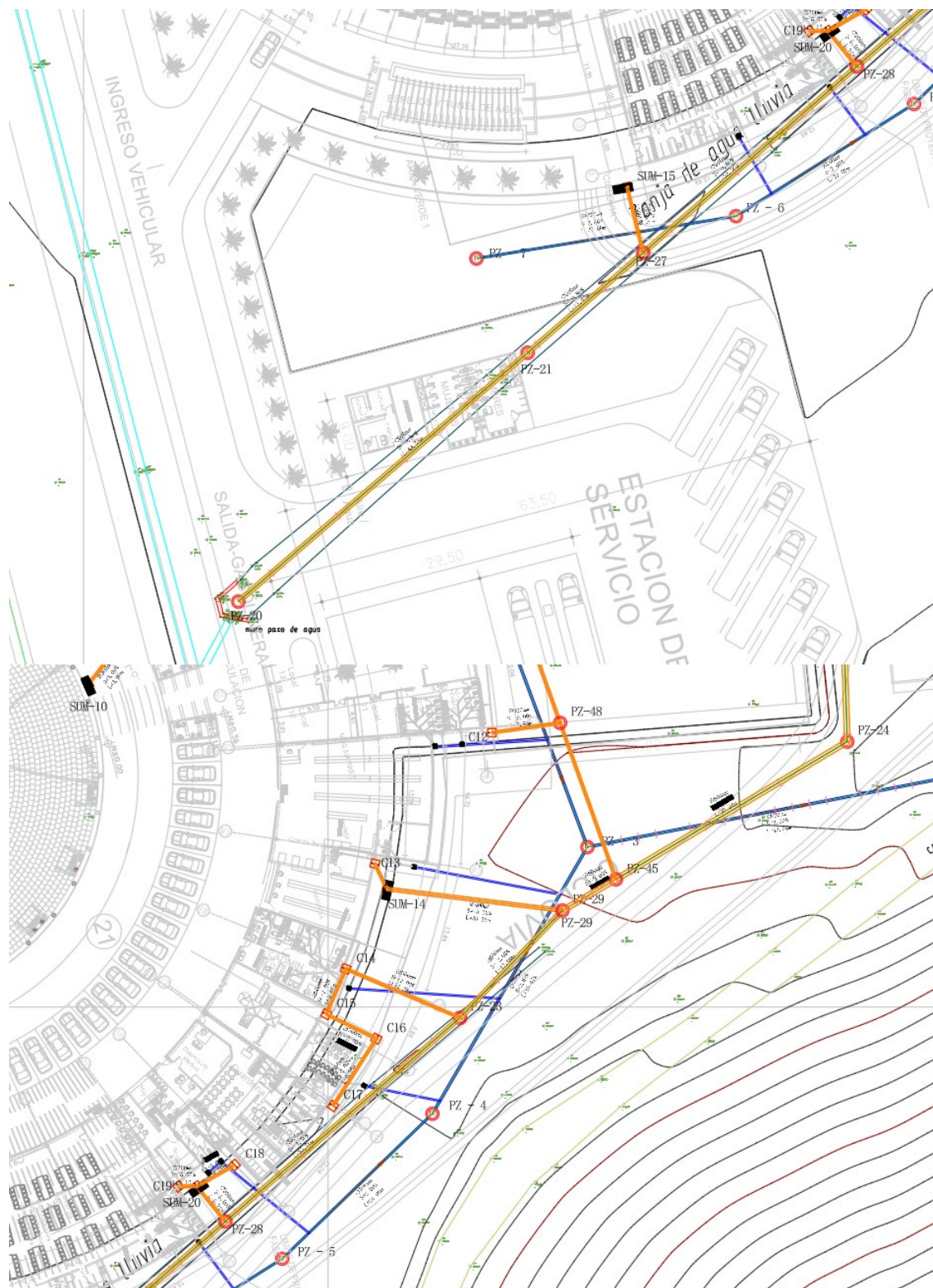


Figura43. – Detalle red principal 1.

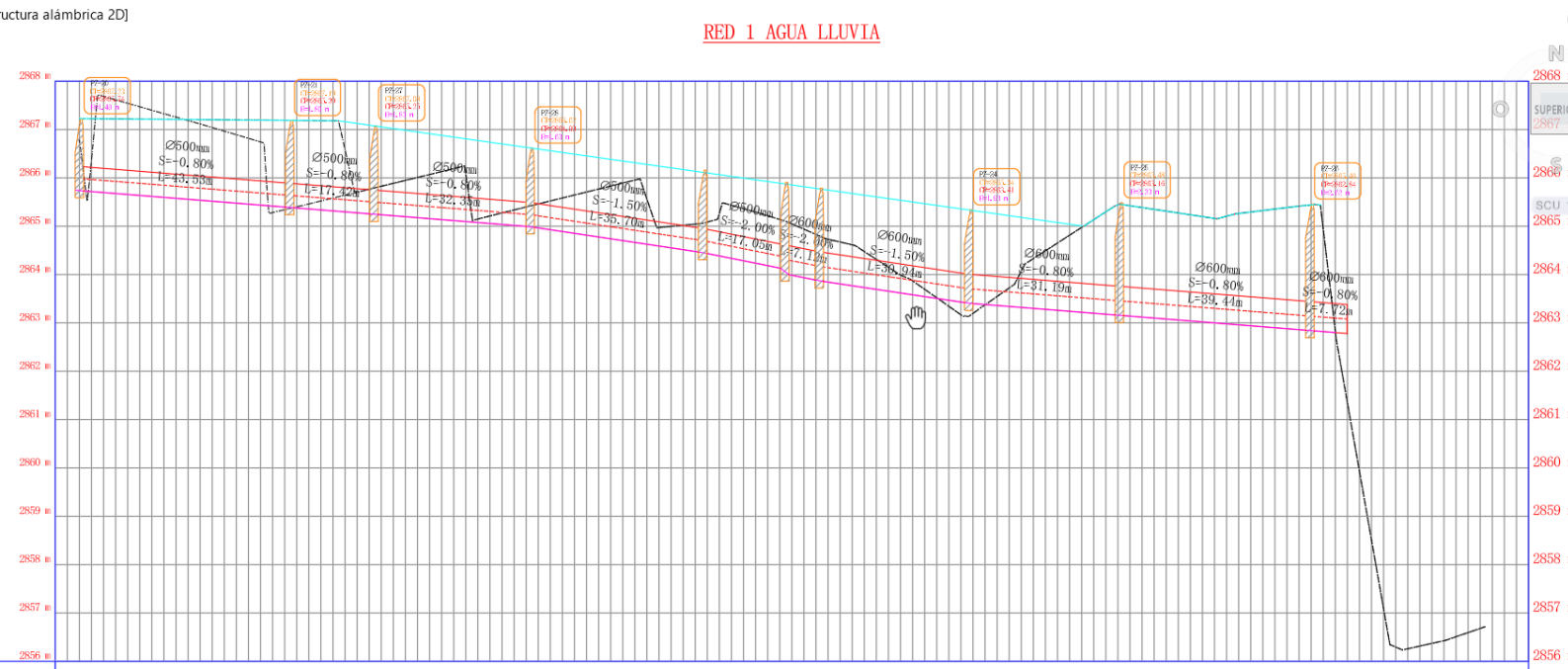


Figura44. – Pozos de red principal 1.

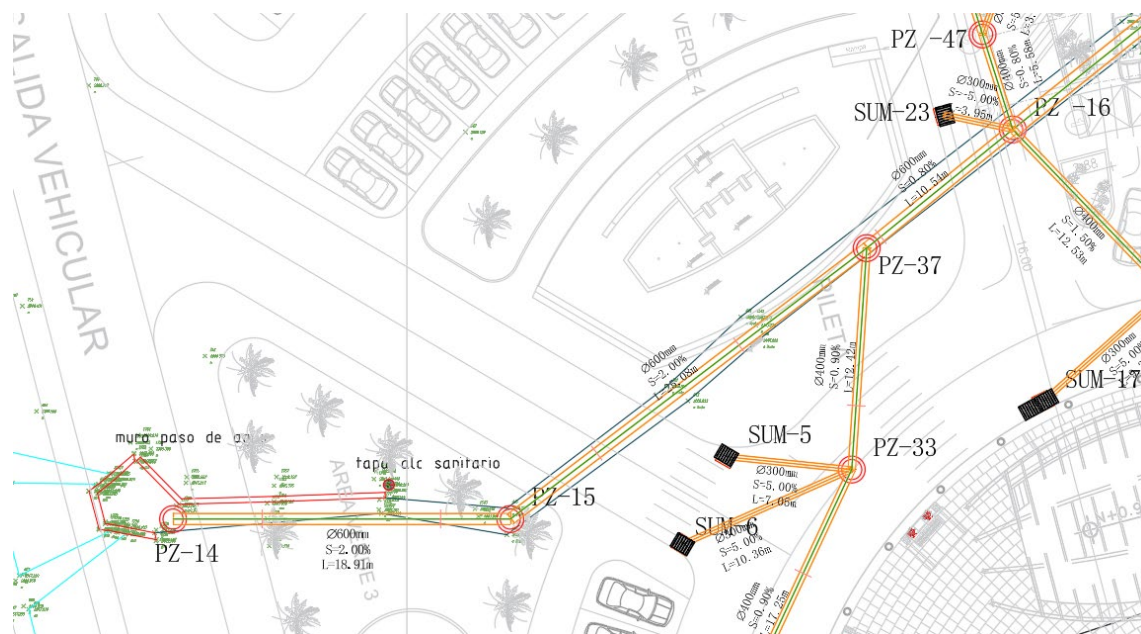
Diámetro y pendiente:

SUM	TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	Qmax (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
-	PZ20 -PZ27	PVC	500	0,011	0,008	0,8	2,03279	211,517	399,1372	52,99	0,10256	0,803	3,212	258,78	51,756	✓	2,062	✓
-	PZ27 -PZ28	PVC	500	0,011	0,008	0,8	2,03279	259,043	399,1372	64,9	0,11974	0,873	3,49	293,35	58,671	✓	2,163	✓
-	PZ28 -PZ23	PVC	500	0,011	0,015	1,5	2,78351	328,445	546,5411	60,1	0,11285	0,844	3,377	279,42	55,883	✓	2,91	✓
-	PZ23 -PZ29	PVC	500	0,011	0,02	2	3,21412	328,445	631,0913	52,04	0,10118	0,797	3,19	256	51,2	✓	3,246	✓
-	PZ29 -PZ45	PVC	600	0,011	0,02	2	3,62953	391,157	1026,224	38,12	0,11559	0,856	2,853	256,88	42,813	✓	3,384	✓
-	PZ45 -PZ24	PVC	600	0,011	0,015	1,5	3,14326	428,387	888,7361	48,2	0,13755	0,93	3,099	293,63	48,938	✓	3,114	✓
-	PZ24 -PZ26	PVC	600	0,011	0,008	0,8	2,29551	428,387	649,0411	66	0,17470	1,055	3,516	355,87	59,312	✓	2,452	✓

Perfil longitudinal:



PZ14-PZ19:





Diámetro y pendiente:

SUM	TRAMO	MAT	DI (mm)	n	S (m/m)	S (%)	Vfull (m/s)	Qmax (L/s)	Qfull (L/s)	%Q	Ai (m2)	PMi (m)	Ø (rad)	Yn (mm)	%Yn	Check %Yn	Vi (m/s)	Check Vi
-	PZ14-PZ15	PVC	600	0,011	0,02	2	3,62953	343,713	1026,224	33,49	0,10514	0,82	2,733	239,2	39,866	✓	3,269	✓
-	PZ15-PZ37	PVC	600	0,011	0,02	2	3,62953	343,713	1026,224	33,49	0,10514	0,82	2,733	239,2	39,866	✓	3,269	✓
-	PZ37-PZ16	PVC	600	0,011	0,008	0,8	2,29551	459,06	649,0411	70,73	0,18442	1,089	3,63	372,47	62,078	✓	2,489	✓
-	PZ16-PZ46	PVC	800	0,011	0,008	0,8	2,78082	748,775	1397,791	53,57	0,26471	1,29	3,225	416,73	52,092	✓	2,829	✓
-	PZ46-PZ17	PVC	800	0,011	0,005	0,5	2,19843	794,86	1105,051	71,93	0,33226	1,464	3,659	502,29	62,787	✓	2,392	✓
-	PZ17-PZ19	PVC	800	0,011	0,005	0,5	2,19843	868,119	1105,051	78,56	0,35662	1,53	3,826	534,17	66,771	✓	2,434	✓

Perfil longitudinal:

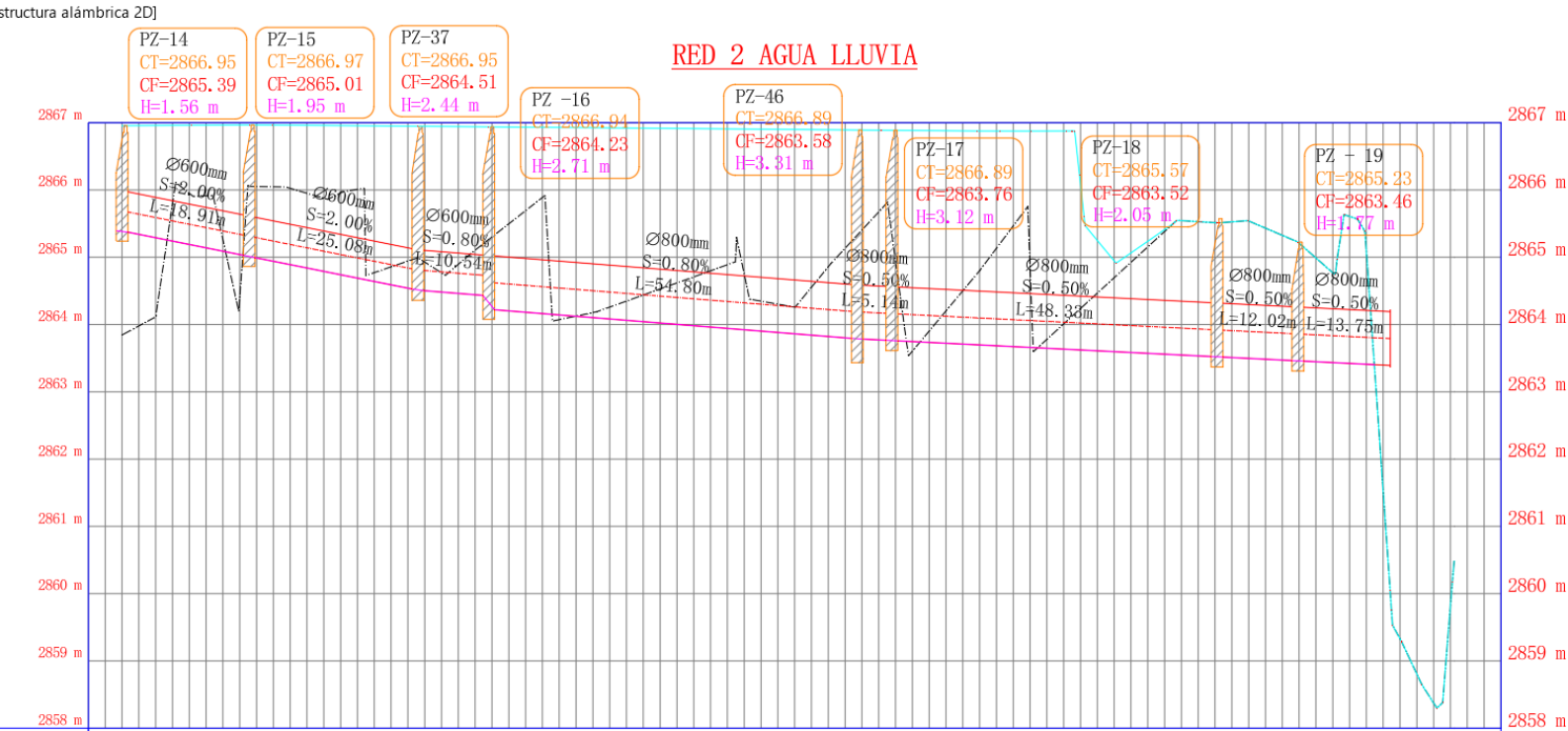


Figura46. – Perfil longitudinal red principal2.

Caudal por canal:

ÁREA TRIBUTARIA TECHO 1							ÁREA TRIBUTARIA TECHO 1					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m2)	t (min)	A tributaria (m2)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	36	10	IMPERMEABLE	0,02	–	2,1146	193	0,93	0,93	2,1146	175,524	8,75134
–	0	1	IMPERMEABLE	0,02	–	0	0	0				
					Σt (min)	2,1146						

Diámetro y pendiente:

CANALES DE AGUA LLUVIA TECHO											
MAT	n	B (m)	H (m)	A (m)	PM (m)	R (m)	S (%)	Qfull (L/s)	Qmax (L/s)	Yn (m)	%Yn
Galvalumen	0,012	0,25	0,125	0,03125	0,5	0,0625	0,5	29,0006093	8,75134271	0,053198	42,558

A	B	C	D	E	F
170 mm	250 mm	125 mm	25 mm	20 mm	20 mm
120 mm	140 mm	96 mm	20 mm	15 mm	15 mm
85 mm	120 mm	65 mm	15 mm	10 mm	10 mm

Tabla6. – Sección de canal de techo1.

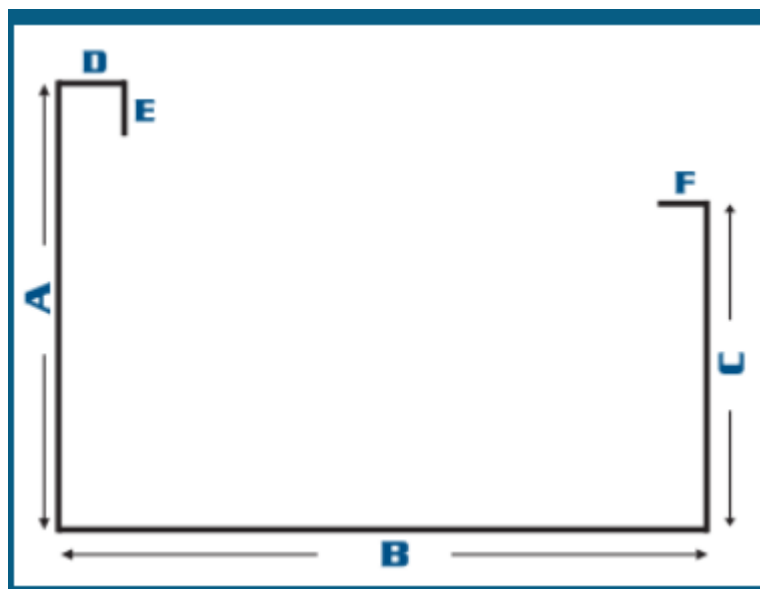


Tabla7. – Esquema de sección de canal para techo1.

Caudal por canal:

ÁREA TRIBUTARIA TECHO 2							ÁREA TRIBUTARIA TECHO 2					
Tiempo de concentración							Caudal máximo					
Tipo de flujo	L (m)	S (%)	Tipo de superficie	n	Ai (m ²)	t (min)	A cuenca (m ²)	C	C prom	tc (min)	i (mm/hr)	Qmax (L/s)
Superficial	30	10	IMPERMEABLE	0,02	-	1,942	146,5	0,93	0,93	1,942	183,032	6,92699
-	0	1	IMPERMEABLE	0,02	-	0	0	0				
					Σt (min)	1,942						

Diámetro y pendiente:

CANALES DE AGUA LLUVIA TECHO											
MAT	n	B (m)	H (m)	A (m)	PM (m)	R (m)	S (%)	Qfull (L/s)	Qmax (L/s)	Yn (m)	%Yn
Galvalumen	0,012	0,14	0,096	0,01344	0,332	0,040482	0,5	9,33706714	6,92698599	0,0763	79,4795

A	B	C	D	E	F
170 mm	250 mm	125 mm	25 mm	20 mm	20 mm
120 mm	140 mm	96 mm	20 mm	15 mm	15 mm
85 mm	120 mm	65 mm	15 mm	10 mm	10 mm

Tabla8. – Sección de canal de techo1.

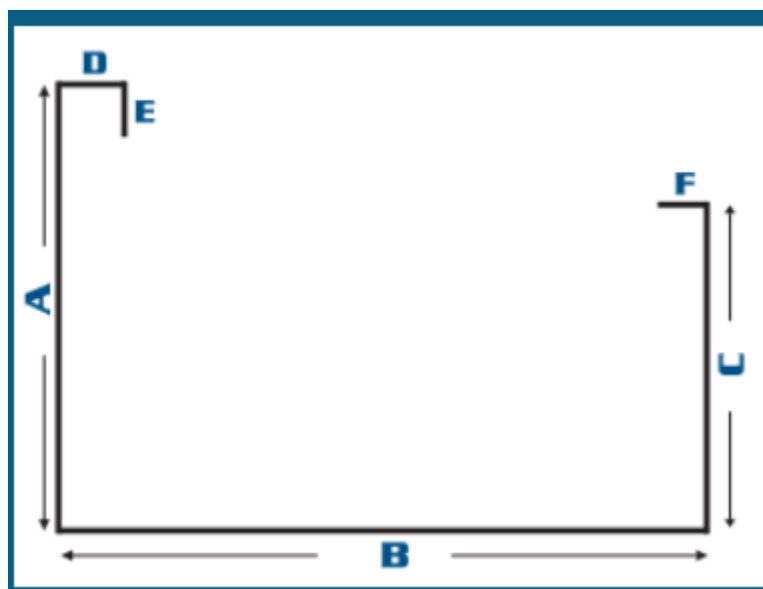


Tabla9. – Esquema de sección de canal para techo1.

5. MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

5.1 Alcance de la memoria:

La presente memoria de cálculo tiene como objetivo describir el diseño y dimensionamiento del sistema contra incendio del proyecto: “*Mercado de productores del cantón Latacunga*”, conforme a las normativas de seguridad vigentes y los lineamientos de la NFPA (National Fire Protection Association), en particular las normativas como:

- NFPA 13: Sistema de Rociadores Automáticos
- NFPA 14: Sistemas de Tuberías Verticales y Mangueras
- NFPA 20: Bombas para Protección Contra Incendios

Para sistemas de rociadores automáticos, tuberías verticales y diseño de estación de bombeo. Este documento abarca desde el análisis de riesgos hasta los cálculos hidráulicos necesarios para asegurar una protección efectiva y fiable del área en cuestión.

En el diseño se han considerado las características particulares de la edificación y sus zonas de riesgo, incluyendo áreas de almacenamiento, zonas de cocina, y sectores de alta ocupación, garantizando así una cobertura adecuada y eficiente. La memoria de cálculo se estructura en distintas secciones que detallan los parámetros de diseño, los cálculos de demanda de agua, las presiones y caudales requeridos, así como la selección y disposición de equipos y accesorios del sistema de rociadores y gabinetes.

Con esta memoria se pretende validar que el sistema diseñado cumple con los requisitos de caudal, presión y alcance para proporcionar una protección óptima contra incendios.

5.2 Tipo de uso de la estructura y clasificación de riesgo para las zonas que comprenden el sistema de rociadores automáticos:

El proyecto: “*Mercado de productores del cantón Latacunga*” cuenta con diversas áreas como: un patio de comidas, locales comerciales, salón de uso múltiple, aulas y oficinas, la clasificación de riesgos según la **NFPA 13** puede organizarse en diferentes categorías, de acuerdo con la carga de fuego y la naturaleza de las actividades en cada espacio. Por tanto y basándose en la **NFPA13 capítulo 4**:

4.3.3.2* Riesgo ordinario (Grupo 2). Deben protegerse con los criterios para ocupaciones OH2 establecidos en esta norma los siguientes:

- (1) Espacios con moderada a alta cantidad y en combustibilidad de los contenidos
- (2) Apilamientos de contenidos con moderada a alta combustibilidad que no exceden de 12 pies (3.7 m) y apilamientos de contenidos con altas de liberación de calor que no excedan los 8 pies (2.4 m)

4.3.4* Riesgo extra (Grupo 1) (EH1). Deben protegerse con los criterios para ocupaciones EH1 establecidos en esta norma los siguientes:

- (1) Espacios con mucha cantidad y en muy alta combustibilidad de los contenidos
- (2) Espacios donde hay presencia de polvos, pelusas u otros materiales que introducen la probabilidad de incendios de rápido desarrollo

4.3.5* Riesgo extra (Grupo 2) (EH2). Deben protegerse con los criterios para ocupaciones EH2 establecidos en esta norma los siguientes:

- (1) Espacios con mucha cantidad y en muy alta combustibilidad de los contenidos
- (2) Espacios con cantidades sustanciales de líquidos combustibles o inflamables
- (3) Espacios donde es extensa la protección de combustibles

4.3.2* Riesgo leve. Deben protegerse con los criterios para ocupaciones de riesgo leve establecidos en esta norma los siguientes:

- (1) Espacios con poca cantidad y en baja combustibilidad de los contenidos

4.3.3* Riesgo ordinario (Grupo 1). Deben protegerse con los criterios para ocupaciones OH1 establecidos en esta norma los siguientes:

- (1) Espacios con moderada cantidad y baja combustibilidad de los contenidos
- (2) Apilamientos de contenidos con baja combustibilidad que no exceden de 8 pies (2.4 m)

Figura47. – Clasificación de riesgos según NFPA.

5.2.1 Locales Comerciales

- **Clasificación de riesgo:** Riesgo Ligero
- **Justificación:** La mayoría de los locales comerciales contienen productos diversos, principalmente con una carga de fuego baja. Estos locales, dedicados a ventas minoristas, usualmente no poseen combustibles que generen un riesgo alto, y la clasificación Leve es adecuada para manejar estos riesgos de incendio.

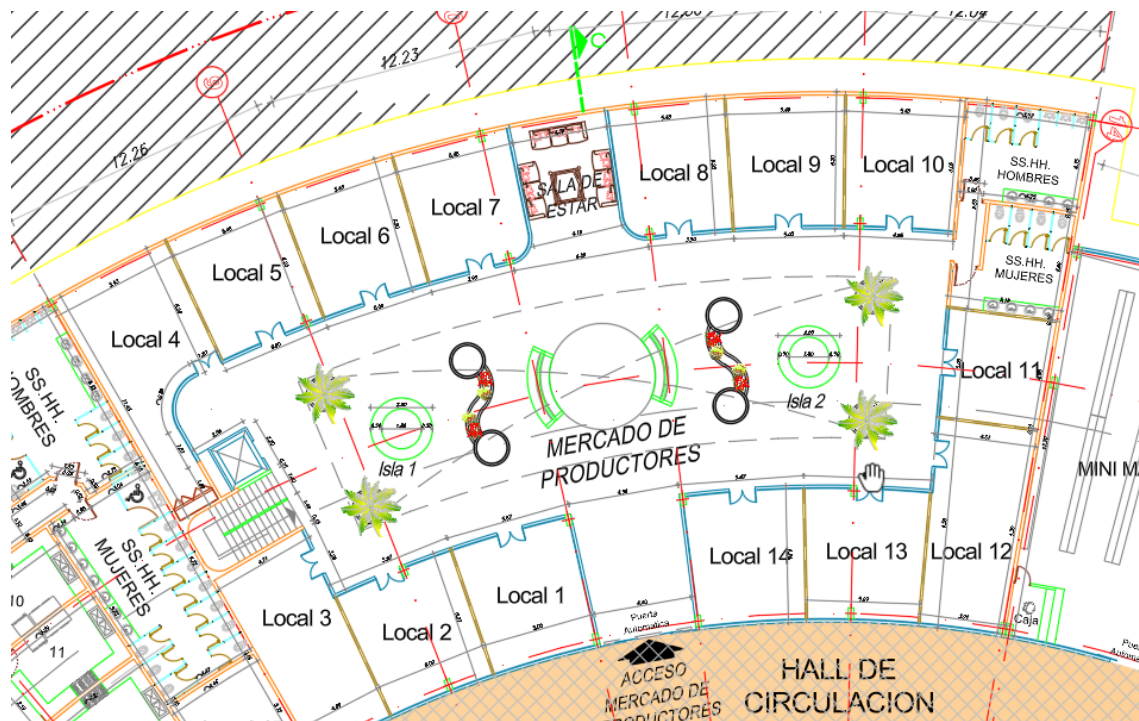


Figura48. – Locales comerciales implantación.

5.2.2 Salón de Uso Múltiple

- **Clasificación de riesgo:** Riesgo Ligero
- **Justificación:** Los salones de uso múltiple suelen utilizarse para actividades que generan una baja carga de fuego, como reuniones y eventos. Estos espacios no suelen contar con materiales combustibles significativos ni actividades que representen un riesgo alto de incendio, por lo cual la clasificación de Riesgo Ligero es adecuada.

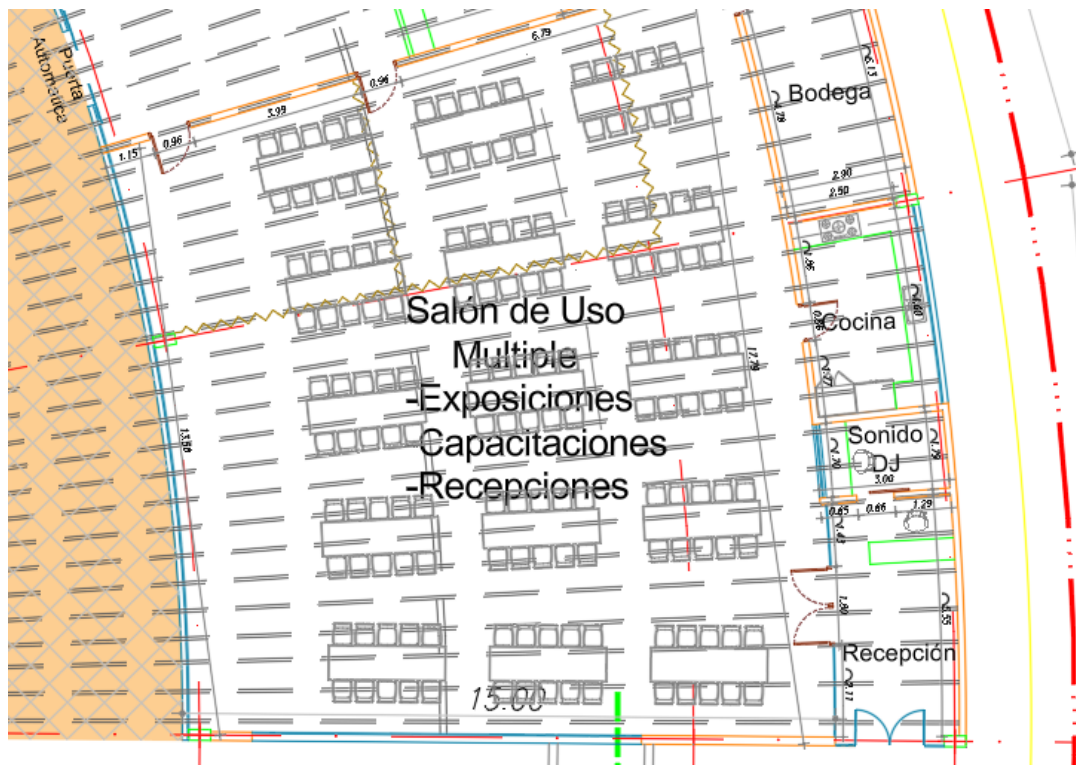


Figura49. – Salón de uso múltiple implantación.

5.2.3 Aulas

- **Clasificación de riesgo:** Riesgo Ligero.
- **Justificación:** Las aulas generalmente tienen una baja carga de fuego y están dedicadas a actividades educativas. La presencia de materiales inflamables suele ser limitada, y esta clasificación asegura que el sistema de rociadores responda adecuadamente en caso de incendio, sin requerir una densidad de aplicación de agua elevada.

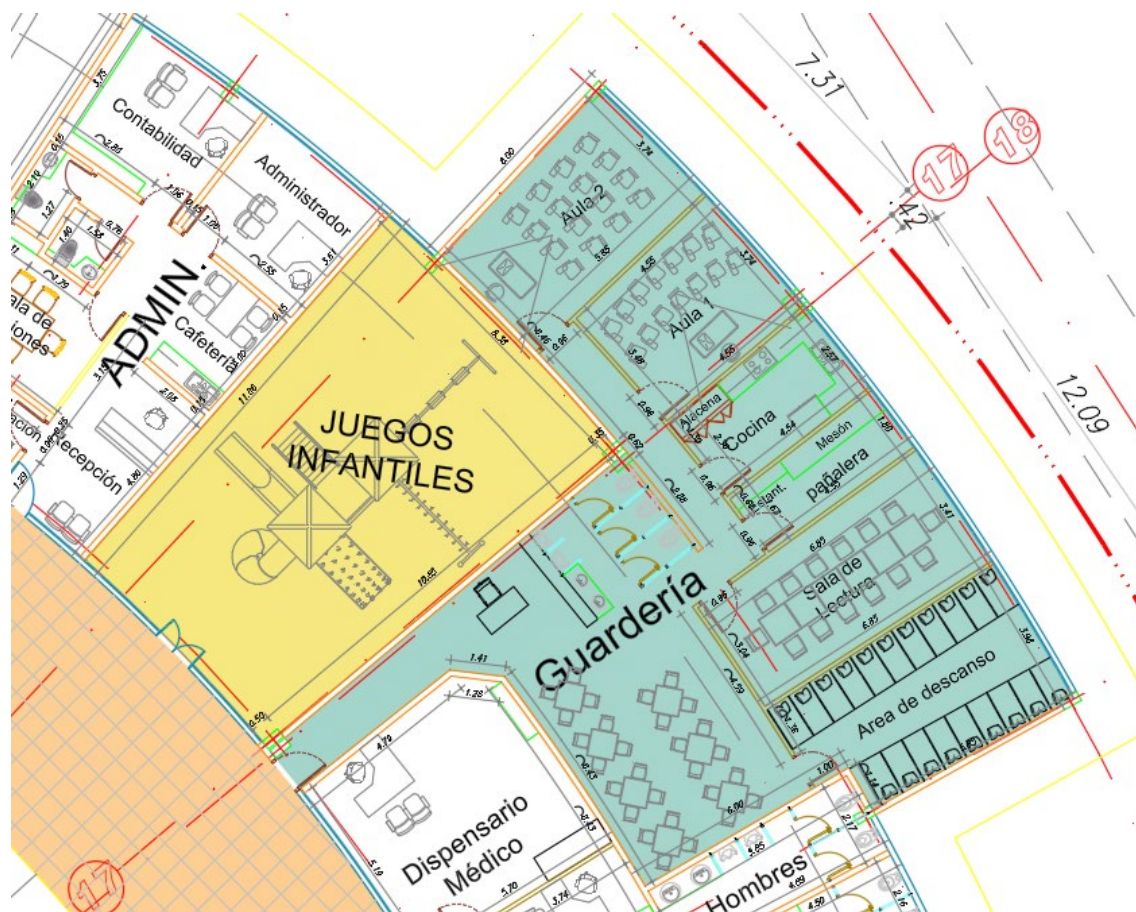


Figura50. – Dispensario médico implantación.

5.2.5 Pasillos de acceso y circulación general

- **Clasificación de riesgo:** Riesgo Ligero (Light Hazard)
- **Justificación:** Los pasillos en centros comerciales suelen tener una baja carga de fuego, ya que no cuentan con materiales combustibles significativos. Se usan principalmente para circulación de personas y no contienen almacenamiento de mercancías ni equipos que incrementen el riesgo de incendio. La clasificación de **Riesgo Ligero** proporciona una densidad de aplicación de agua adecuada para estas áreas.



Figura52. – Pasillos generales implantación.

Patio de comidas y zonas con moderada carga de combustible tipo aceites y grasas:

5.3 Sistema de protección manual:

Los extintores de clase K son fundamentales en áreas de preparación de alimentos porque están diseñados específicamente para combatir incendios generados por grasas y aceites de cocina, que son muy comunes en estas zonas y representan un tipo de fuego difícil de apagar con agua. A continuación, se detallan las razones por las que los extintores clase K son preferibles a los rociadores de agua en estas áreas:

1. Reacción adversa del agua con grasas calientes:

Cuando el agua entra en contacto con aceites y grasas calientes, puede provocar una reacción violenta que dispersa el fuego y empeora el riesgo de incendio. El agua no solo es ineficaz en este tipo de fuegos, sino que puede hacer que el fuego se propague rápidamente debido a la dispersión de partículas de grasa en llamas.

2. Efectividad del agente extintor de clase K:

Los extintores clase K contienen agentes químicos que sofocan las llamas mediante un proceso de saponificación, en el cual los agentes reaccionan con los aceites y grasas para formar una capa de espuma que cubre el fuego, enfriando y eliminando el oxígeno. Esta capa evita que el fuego se reinicie, lo cual es crucial en áreas de cocina con alta concentración de equipos de cocción y fuentes de calor.

3. Cumplimiento de normativas de protección:

La NFPA 10, que regula los extintores portátiles, y la NFPA 96, que establece los requisitos para sistemas de ventilación y protección contra incendios en cocinas comerciales, recomiendan el uso de extintores clase K para fuegos de grasas y aceites. Estas normativas subrayan la importancia de contar con equipos de extinción adecuados y efectivos para minimizar el riesgo en áreas de preparación de alimentos.



Figura53. – Extintor tipo K

5.4 Sistema de protección manual tipo Gabinetes:

La **NFPA 14** clasifica los gabinetes de manguera contra incendios en función de su diseño y uso previsto. Esta clasificación ayuda a determinar la presión de trabajo, el tamaño de las mangueras y el personal que debe operar los equipos. A continuación, se presenta un resumen de las principales clasificaciones de gabinetes según la NFPA 14:

➤ **Gabinete Clase 1:**

- **Uso:** Diseñado para ser utilizado exclusivamente por personal de bomberos.
- **Tamaño de la válvula:** 2.5 pulgadas (65 mm).
- **Longitud de la manguera:** Normalmente 30.5 metros (100 pies).

- **Características:** Equipado con mangueras de mayor diámetro y presión, adecuado para combatir incendios de mayor magnitud.
- **Gabinete Clase 2:**
 - **Uso:** Diseñado para ser utilizado por ocupantes capacitados del edificio y por bomberos.
 - **Tamaño de la válvula:** 1.5 pulgadas (38 mm).
 - **Longitud de la manguera:** Generalmente 30.5 metros (100 pies).
 - **Características:** Incluye mangueras más ligeras y fáciles de manejar, con boquillas regulables para facilitar su uso.
- **Gabinete Clase 3:**
 - **Uso:** Combinación de características de las clases 1 y 2, diseñado para ser utilizado por bomberos y ocupantes capacitados.
 - **Tamaño de la válvula:** Puede incluir válvulas de 2.5 pulgadas (65 mm) y 1.5 pulgadas (38 mm).
 - **Longitud de la manguera:** Puede variar según el diseño, pero comúnmente también incluye longitudes de 30.5 metros (100 pies).
 - **Características:** Proporciona flexibilidad en el uso y una mayor capacidad de respuesta a incendios.

Para el proyecto: “*Mercado de productores del cantón Latacunga*”, se emplean gabinetes clase 2, la decisión de utilizar un gabinete de manguera contra incendios Clase 2 en un centro comercial se justifica por varias razones clave que se alinean con las necesidades de seguridad, accesibilidad y eficacia en la respuesta ante incendios:

- **Accesibilidad para el Personal Capacitado:**
Los gabinetes Clase 2 están diseñados para ser utilizados tanto por ocupantes capacitados del edificio como por bomberos. En un centro comercial, es probable que haya personal de seguridad y mantenimiento que pueda recibir formación básica en el uso de extintores y mangueras contra incendios. Esto permite que, en caso de un incendio, haya una respuesta más rápida y efectiva antes de que llegue el personal especializado.
- **Mangueras Más Ligadas y Manejo Eficaz:**
La manguera de 1.5 pulgadas (38 mm) utilizada en los gabinetes Clase 2 es más ligera y más fácil de manejar en comparación con la manguera de 2.5 pulgadas (65 mm) de los gabinetes Clase 1. Esto es crucial en un entorno de alto tráfico como un centro comercial, donde la agilidad y la rapidez son esenciales para una respuesta efectiva en caso de emergencia.

- **Boquilla:**
 - Boquilla regulable que permite al operador controlar el flujo de agua, ajustando el chorro (chorro sólido o niebla) según la situación del incendio.
- **Adaptadores y llaves:**
 - Puede incluir adaptadores para diferentes conexiones, así como llaves para permitir el ajuste de la presión y el flujo de agua.
- **Instrucciones de uso:**
 - Información clara y visible sobre cómo operar la manguera y la válvula, diseñada para guiar a los usuarios durante una emergencia.
- **Soporte para la manguera:**
 - Sistema que asegura la manguera en su lugar dentro del gabinete para evitar enredos y facilitar un despliegue rápido.

Caudal y presión mínima de gabinete contra incendios clase 2, según NFPA 14:

7.8* Límites de presión mínimo y máximo.

Δ 7.8.1 Presión de diseño mínima para sistemas diseñados hidráulicamente. Los sistemas de montantes diseñados hidráulicamente deben diseñarse para proveer la tasa de flujo de agua requerida en la Sección 7.10 a una presión residual mínima de 100 psi (6.9 bar) en la conexión para manguera de 2½ pulg. (65 mm) hidráulicamente más remota y de 65 psi (4.5 bar) en la salida de la **conexión** para manguera de 1½ pulg. (40 mm) hidráulicamente más remota.

7.10.3 Tasas de flujo máximas para conexiones individuales.

7.10.3.1 El flujo máximo requerido de una conexión para manguera de 2½ pulg. (65 mm) debe ser de 250 gpm (946 L/min).

7.10.3.2 El flujo máximo requerido de una conexión para manguera de 1½ pulg. (40 mm) debe ser de 100 gpm (379 L/min).

Por tanto, para un **gabinete contra incendios clase 2** se requiere de una presión mínima de **45 m c.a** con un caudal de **6.4 L/s**.

5.6 Ubicación de los Gabinetes contra incendios clase 2:

La instalación de gabinetes de manguera contra incendios Clase 2 a lo largo de la edificación se justifica, especialmente en relación con el rango de operación de la manguera, que es de 30.5 metros (100 pies).

La manguera de Clase 2 tiene un rango de operación de 30.5 metros (100 pies), lo que permite que un solo gabinete pueda cubrir un área considerable en caso de incendio. Al distribuir los gabinetes a lo largo de la edificación, se asegura que los ocupantes y el personal capacitado tengan acceso a un suministro de agua en un radio efectivo, lo que es crucial para combatir incendios en diferentes secciones del edificio.

5.7 Rociador estándar contra incendio:

Según la **NFPA 13**, el rociador estándar es un componente esencial en sistemas de protección contra incendios diseñados para controlar o suprimir fuegos de manera rápida y eficiente. Estos rociadores se activan por el calor generado por un incendio y distribuyen agua sobre el área protegida para limitar la propagación del fuego.

Características:

5.7.1 Cubierta y Espaciamiento: La NFPA 13 define el área de cobertura máxima por rociador y las distancias mínimas entre ellos, las cuales dependen del tipo de riesgo del área (ligero, ordinario, extra).

Tabla 10.2.4.2.1(a) Áreas de protección y espaciamiento máximo de rociadores pulverizadores estándar colgantes y montantes para riesgo leve

Tipo de construcción	Tipo de sistema	Área de protección máxima		Espaciamiento máximo	
		pie ²	m ²	pie	m
No combustible obstruida	Calculado hidráulicamente	225	20	15	4.6
No combustible obstruida	Cédula de tubería	200	18	15	4.6
No combustible obstruida	Calculado hidráulicamente	225	20	15	4.6
No combustible obstruida	Cédula de tubería	200	18	15	4.6
Combustible no obstruida, sin miembros expuestos	Calculado hidráulicamente	225	20	15	4.6
Combustible no obstruida, sin miembros expuestos	Cédula de tubería	200	18	15	4.6
Combustible no obstruida, con	Calculado hidráulicamente	225	20	15	4.6

Tabla 10.- Áreas y espaciamientos máximos de rociadores según NFPA 13.

Espaciamiento mínimo entre rociadores estándar para un riesgo ligero:

10.2.5.4 Distancias mínimas entre rociadores.

10.2.5.4.1 A menos que se cumplan los requisitos de 10.2.5.4.2 o 10.2.5.4.3, los rociadores deben estar espaciados a no menos de 6 pies (1.8 m) entre centros.

5.7.2 Temperatura de Activación: Cada rociador tiene una temperatura de activación específica, indicada por el color del bulbo (si tiene uno) o una identificación clara en su carcasa, que se selecciona de acuerdo a la temperatura del ambiente y las características del área protegida.

Tabla 7.2.4.1(a) Rangos de temperatura, clasificaciones y códigos de colores para bulbos de vidrio

Temperatura máxima del cielorraso		Rango de temperatura		Clasificación de temperatura	Colores del bulbo de vidrio
°F	°C	°F	°C		
100	38	135	57	Ordinaria	Naranja
120	49	155	68	Ordinaria	Rojo
150	66	175	79	Intermedia	Amarillo
150	66	200	93	Intermedia	Verde
225	107	250–300	121–149	Alta	Azul
300	149	325–375	163–191	Extra alta	Morado
375	191	400–475	204–246	Muy extra alta	Negro
475	246	500–575	260–302	Ultra alta	Negro
625	329	650	343	Ultra alta	Negro

Tabla 11.- Clasificación de colores según temperatura de activación de rociador.

5.7.3 Posición de instalación: Los rociadores estándar pueden instalarse en diversas posiciones, como techo o pared, y deben colocarse de manera que optimicen la dispersión del agua en el área afectada.

10.2.4.2 Área de cobertura máxima de la protección.

10.2.4.2.1* El área de cobertura máxima admisible de la protección para un rociador (A_r) debe estar de acuerdo con el valor indicado en la Tabla 10.2.4.2.1(a) a la Tabla 10.2.4.2.1(d).

10.2.4.2.2 En cualquier caso, el área de cobertura máxima de un rociador no debe exceder de 225 pies² (20 m²).



Figura55.- Rociador estándar tipo pendent.

5.8 Cálculos hidráulicos del sistema de rociadores y mangueras contra incendio:

Método de cálculo: Densidad – Área

El método de cálculo densidad-área es uno de los principales enfoques que establece la NFPA 13 para diseñar sistemas de rociadores. Este método se utiliza para determinar la cantidad de agua necesaria para controlar un incendio en un área específica. Su objetivo es garantizar que los rociadores proporcionen una densidad de agua adecuada para la supresión del fuego en función del tipo de ocupación y riesgo.

Curva densidad – Área:

Tabla 19.2.3.1.1 Densidad/área

Riesgo	Densidad/área [gpm/pies ² /pies ² (mm/min/m ²)]
Leve	0.1/1500 o 0.07/3000* (4.1/140 o 2.9/280)
Grupo ordinario 1	0.15/1500 o 0.12/3000* (6.1/140 o 4.9/280)
Grupo ordinario 2	0.2/1500 o 0.17/3000* (8.1/140 o 6.9/280)
Grupo extra 1	0.3/2500 o 0.28/3000* (12.2/230 o 11.4/280)
Grupo extra 2	0.4/2500 o 0.38/3000* (16.3/230 o 15.5/280)

*Cuando lo requiera 19.2.3.1.5.

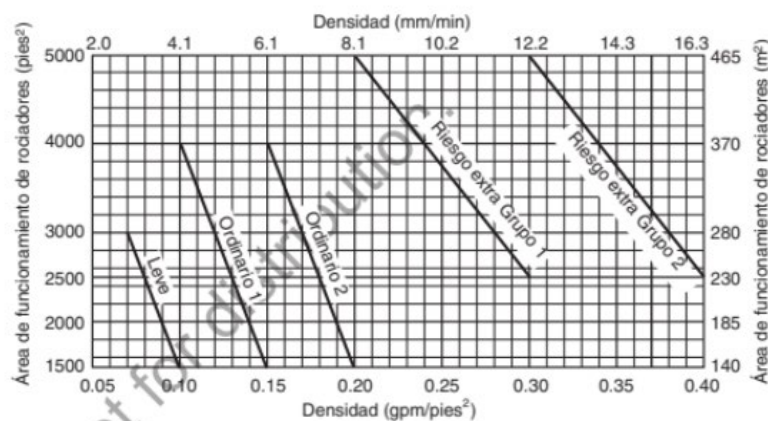


Figura56.- Curva de área densidad de rociador.

Para hallar el caudal de operación del sistema de rociadores contra incendio:

$$Q = D * A$$

Donde:

Q: Caudal (gpm)

D: Densidad (gpm/ft²)

A: Área de cobertura de los rociadores (ft²)

Para un riesgo leve:

$$Q = D * A$$

$$Q = \frac{0.1gpm}{ft^2} * 1500ft^2$$

$$Q = 150gpm = 9.5 l/s$$

El caudal total requerido para el sistema de rociadores contra incendio es de 9.5L/s, esto basándose en un área de operación de 1500ft² o 140m². Por ende, se va a contar con un sistema de rociadores capaces de cubrir un área de hasta 140m² de manera simultánea. Tomando en cuenta que el proyecto es de uso comercial, un posible incendio va a ser ocasionado desde un área pequeña. Asimismo, mediante el sistema de rociadores se puede controlar dichos incendios para evitar su propagación.

5.9 Caudal de mangueras en gabinetes:

Según NFPA 13, para un riesgo leve:

Tabla 19.2.3.1.2 Requisitos de asignación para chorros de mangueras y duración del suministro de agua para sistemas calculados hidráulicamente

Ocupación	Manguera interior		Manguera interior y exterior total combinada		Duración (minutos)
	gpm	L/min	gpm	L/min	
Riesgo leve	0, 50, o 100	0, 190, o 380	100	380	30
Riesgo ordinario	0, 50, o 100	0, 190, o 380	250	950	60 o 90
Riesgo extra	0, 50, o 100	0, 190, o 380	500	1900	90 o 120

Tabla 12.- Caudal según el tipo de gabinete. NFPA 13.

Según NFPA 14: Para un gabinete clase 2:

7.10.3 Tasas de flujo máximas para conexiones individuales.

7.10.3.1 El flujo máximo requerido de una conexión para manguera de 2½ pulg. (65 mm) debe ser de 250 gpm (946 L/min).

7.10.3.2 El flujo máximo requerido de una conexión para manguera de 1½ pulg. (40 mm) debe ser de 100 gpm (379 L/min).

Por tanto, para el sistema de mangueras, es necesario añadir un caudal de 100gpm o 6.4L/s.

5.10 Caudal de rociador individualmente:

$$Q = D * A$$

Donde:

Q: Caudal (gpm)

D: Densidad (gpm/ft²)

A: Área de cobertura de un rociador (ft²)

- Para el área de cobertura de un rociador, se toma en cuenta el espaciamiento máximo permitido:

10.2.4.2.2 En cualquier caso, el área de cobertura máxima de un rociador no debe exceder de 225 pies² (20 m²).

Sustituyendo los datos:

$$Q = \frac{0.1 \text{ gpm}}{\text{ft}^2} * 225 \text{ ft}^2$$

$$Q = 22.5 \text{ gpm} = 1.5 \text{ l/s}$$

Presión mínima en cada rociador:

Aplicando la fórmula que relaciona el caudal de operación con el factor “K”

$$Q = K * \sqrt{P}$$

donde:

- Q: Caudal de agua en galones por minuto (gpm).
- K: Factor K del rociador (gpm/psi^{0.5})
- P: Presión en la entrada del rociador en libras por pulgada cuadrada (psi).

- El factor K en sistemas de rociadores, según la NFPA 13, es una constante que representa la eficiencia de descarga de un rociador y se utiliza para calcular el caudal de agua que emite en función de la presión en la entrada. El valor del factor K depende del tamaño de la abertura del rociador y de su diseño, y es crucial para ajustar el rendimiento del sistema de acuerdo a los requerimientos de protección contra incendios. Para un rociador estándar típicamente se usa $K=5.6 \text{ gpm/psi}^{0.5}$.

Despejando para la presión:

$$P = \left(\frac{Q}{K}\right)^2$$

Sustituyendo los valores:

$$P = \left(\frac{22.5}{5.6}\right)^2$$

$$P = 16.14 \text{ psi} = 11.37 \text{ m c. a}$$

5.11 Resumen cálculo de caudales:

Caudal de rociadores	
Tipo de riesgo	Riesgo Leve
Densidad (gpm/ft ²)	0.1
Área de operación (ft ²)	1500
Qrociadores (gpm)	150
Qrociadores (L/s)	9.5

Caudal de mangueras de gabinetes	
Clase de gabinete	Clase 2
Qmanguera interior (gpm)	100
Qmanguera interior (L/s)	6.4

Caudal total red contra incendios	
Q (L/s)	15.9

Caudal de 1 rociador	
Tipo de riesgo	Riesgo Leve
Densidad (gpm/ft2)	0.1
Área de cobertura (ft2)	225
Qrociador (gpm)	22.5
Qrociador (L/s)	1.5
Presión min (psi)	16.14318
Presión min (m c.a)	11.37

# máximo de rociadores en operación	
Tipo de riesgo	Riesgo Leve
Qrociadores (L/s)	9.5
Qrociador (L/s)	1.5
# Rociadores	6

5.12 Cálculos sistema de tuberías:

Red externa: (Plástico) Tubería de PVC C900 RD18.

Red interna: (Acero) Tubería SCH10 de acero al carbono.

Explicación tabla de cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (l/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Pieza CI	Presión de salida (m c.a)	Presión mínima (m c.a)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	C	hf (m)							

➤ **Tramo:** Corresponde a los dos puntos (Inicio – fin) de tubería analizado para su cálculo.

➤ **MT:** Corresponde al material de la tubería en el tramo analizado.

- **Qtramo:** Caudal de diseño, o también el caudal máximo que se espera en dicho tramo medido en L/s.
- **L:** Longitud correspondiente al tramo de tubería analizado, medido en metros.
- **Perdidas por accesorios:** Mediante el método de longitud equivalente para cada tipo de accesorio respectivamente, considerando también el material de dichos accesorios.

Para las pérdidas por accesorios se calculan en base a la NEC 11 – 16, mediante la tabla 16.4:

Tabla 16.4. Factores para el cálculo de longitudes equivalentes

Accesorio	Factor A	Factor B
Codo de 45°	0.38	+ 0.02
Codo radio largo 90°	0.52	+ 0.04
Entrada normal	0.46	- 0.08
Reducción	0.15	+ 0.01
Salida de tubería	0.77	+ 0.04
Tee paso directo	0.53	+ 0.04
Tee paso de lado y tee salida bilateral	1.56	+ 0.37
Tee con reducción	0.56	+ 0.33
Válvula de compuerta abierta	0.17	+ 0.03
Válvula de globo abierta	8.44	+ 0.50
Válvula de pie con criba	6.38	+ 0.40

Tabla 13.- Factores para pérdidas de energía por accesorios, NEC 11 – 16.

Aplicando la ecuación 16.7, se obtiene el valor de la longitud equivalente en metros de pérdida que genera cada tipo de accesorio respectivamente.

(3) También se podrá calcular las longitudes equivalentes con la ecuación 16-7.

$$L_e = \left(A \times \left(\frac{d}{25.4} \right) \pm B \right) \times \left(\frac{120}{C} \right)^{1.8519} \quad (16-7)$$

Donde:

L_e = longitud equivalente, en metros

A, B = factores que dependen del tipo de accesorio, según Tabla 16.4

d = diámetro interno, en milímetros

C = coeficiente según material de tubería (acero: 120, ... plástico: 150, etc.)

➤ **Pérdidas por fricción:** Se calculan en base a la ecuación de Hazen – Williams:

$$h = 10,674 \cdot \frac{Q^{1,852}}{C^{1,852} \cdot D^{4,871}} \cdot L$$

Donde:

h: Pérdida por fricción en metros.

Q: Caudal del tramo medido en m³/s

C: Coeficiente de material.

Coeficiente de Hazen - Willians	
Material	C
Plástico	150
Acero	120
Cobre	130

D: Diámetro interno de la tubería medido en metros.

L: Longitud del tramo analizado.

➤ **Pérdida total:** Suma de las pérdidas generadas por los distintos tipos de accesorios y la pérdida por fricción para cada tramo.

➤ **Pieza CI:** Tipo de pieza contra incendios que se encuentra a la final del tramo (Rociador, manguera).

- **Presión de salida:** Presión inicial menos las pérdidas totales. A partir de la ecuación general de la energía para mecánica de fluidos:

ECUACIÓN GENERAL DEL BALANCE DE ENERGÍA MECÁNICA

$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2 * g} + h_A - h_R - h_L = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2 * g}$$

- **Presión mínima:** Corresponde a la presión mínima requerida para cada tipo de pieza contra incendios que se presente a la final de cada Ramal.

Rociador estándar presión mínima: 11.3 m c.a

$$P = \left(\frac{Q}{K}\right)^2$$

$$P = \left(\frac{22.5}{5.6}\right)^2$$

$$P = 16.14 \text{ psi} = 11.37 \text{ m c.a}$$

Manguera clase 2 presión mínima: 45 m c.a

7.8* Límites de presión mínimo y máximo.

Δ 7.8.1 Presión de diseño mínima para sistemas diseñados hidráulicamente. Los sistemas de montantes diseñados hidráulicamente deben diseñarse para proveer la tasa de flujo de agua requerida en la Sección 7.10 a una presión residual mínima de 100 psi (6.9 bar) en la conexión para manguera de 2½ pulg. (65 mm) hidráulicamente más remota y de 65 psi (4.5 bar) en la salida de la **conexión** para manguera de 1½ pulg. (40 mm) hidráulicamente más remota.

- **Check presión:** Verificación de que la presión de salida sea mayor o igual que la presión mínima requerida según cada tipo de pieza contra incendios.

➤ **Velocidad: Calculado mediate:**

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

Donde:

Q: Caudal del tramo medido en (m³/s).

A: Área interna de la tubería medida en (m²).

V: Velocidad del tramo medido en (m/s).

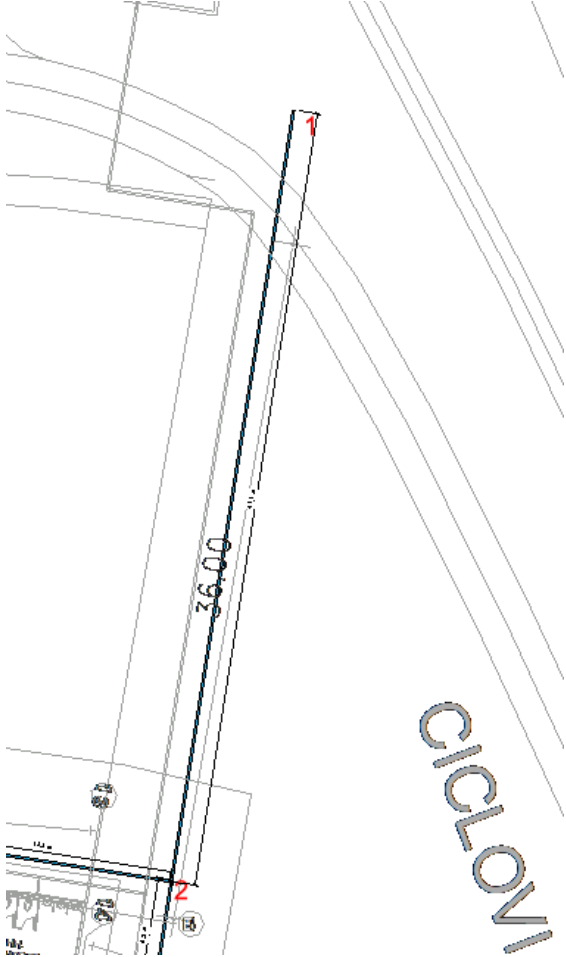
- **Check velocidad:** Verificación de que no se sobrepase un límite máximo de velocidad a modo de evitar daños en el sistema de tubería:

La normativa FM global installation guidelines for automatic sprinkler sección de definiciones pag 147.

Se menciona: Una velocidad máxima de diseño de 9.1 m/s.

5.13 Cálculo por tramos:

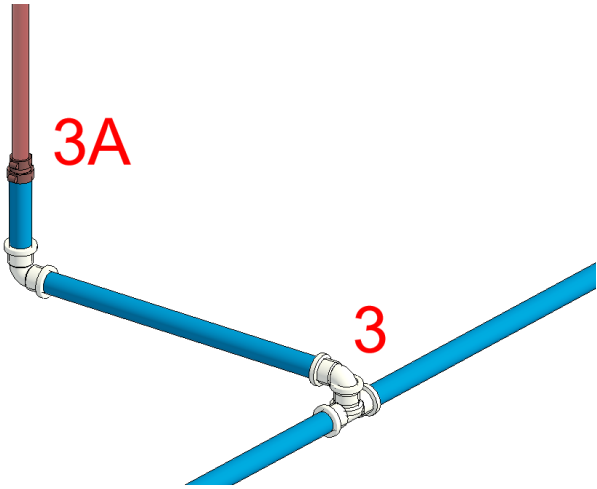
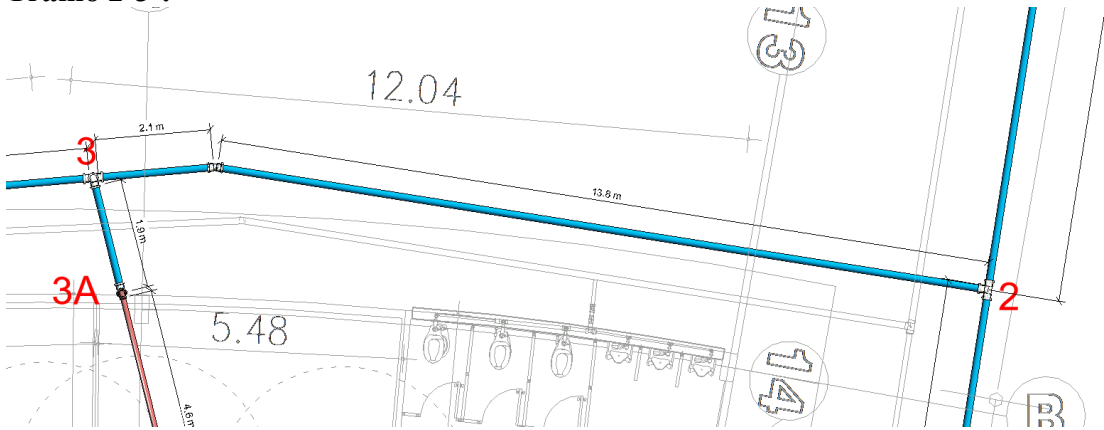
Tramo 1-2:



Cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Pieza CI	Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	C	hf (m)							
1-2	Plástico	4	15.9	41.1	Entrada normal	1	1.16	1.164	Codo de 90°	2	1.4	2.805		0	0	0		0	0	0	150	1.314	5.2826	Ninguno	119.717	0	☒	1.961191	☒

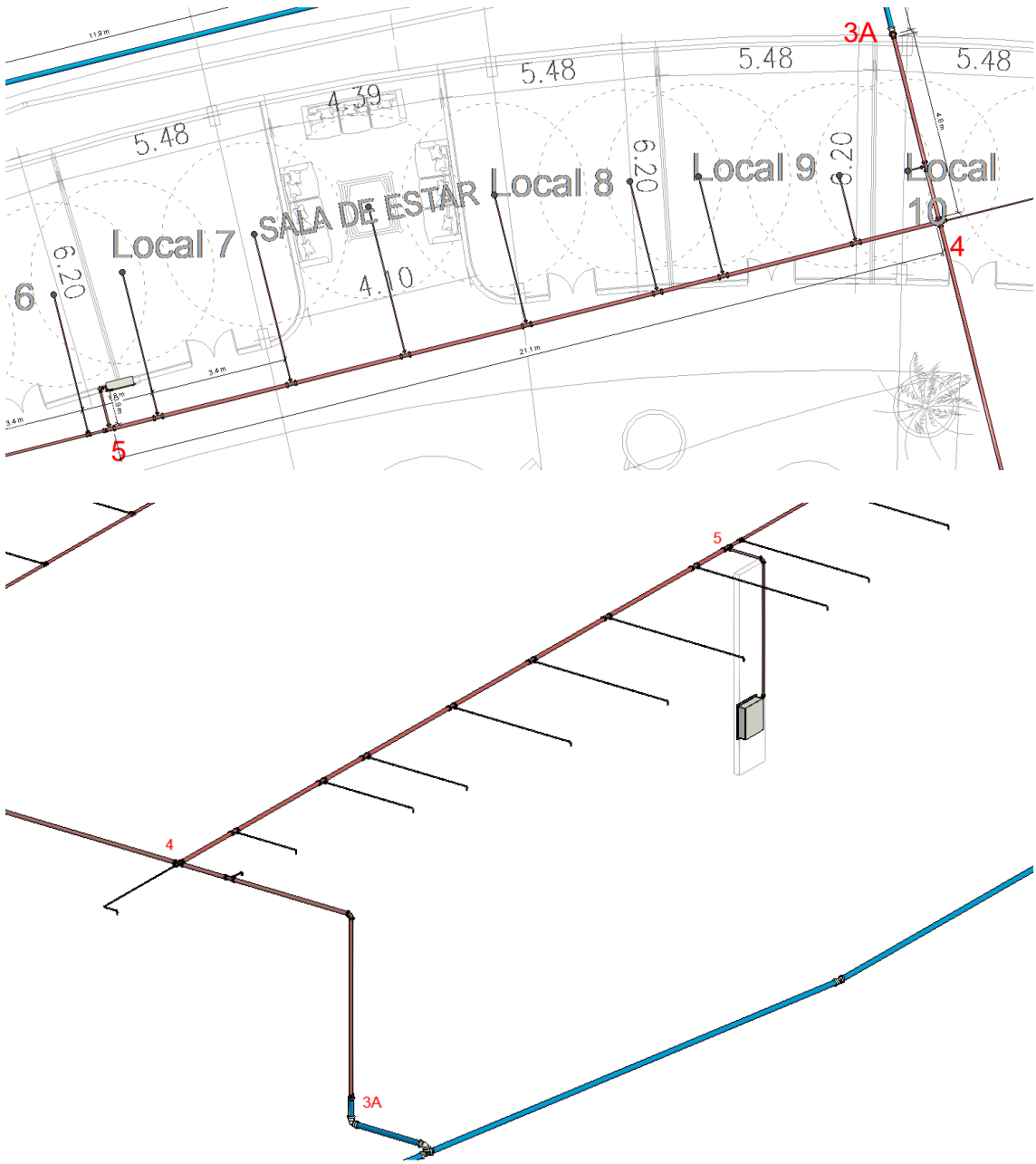
Tramo 2-3^a:



Cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total h _L (m)	Pieza CI	Presión de salida (m c.a)	Presión mínima (m c.a)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	C	h _f (m)							
2-3	Plástico	4	15.9	15.9	Codo de 45°	1	1.02	1.019	Tee paso de lado	1	4.37	4.373		1	0	0		1	0	0	150	0.508	5.8994	Ninguno	113.818	0	☒	1.961191	☒
3-3A	Plástico	4	15.9	2.4	Codo de 90°	2	1.4	2.805	Tee paso de lado	1	4.37	4.373		2	0	0		2	0	0	150	0.077	7.254	Ninguno	106.064	0	☒	1.961191	☒

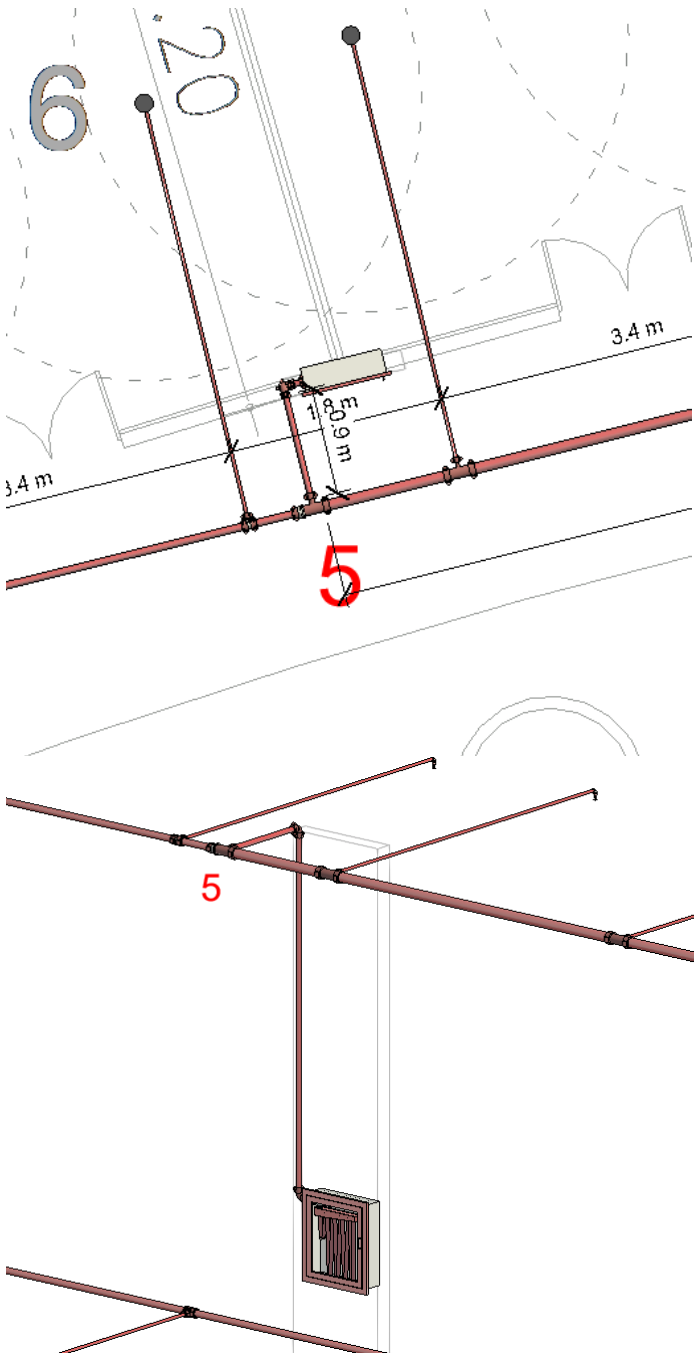
Tramo 3ª-5:



Cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (L/s)	L (m)	Pérdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Pieza CI	Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	C	hf (m)							
3A-4	Acero	3	15.9	9.6	Reducción	1	0.46	0.46	Tee paso de lado	1	5.05	5.05	Codo de 90°	3	1.6	4.8		3	0	0	120	1.883	12.193	Ninguno	88.8706	0	☒	3.486561	☒
4-5	Acero	3	15.9	21.3	Tee paso directo	7	1.63	11.41	Tee paso de lado	1	5.05	5.05		1	0	0		4	0	0	120	4.179	20.639	Ninguno	68.2318	0	☒	3.486561	☒

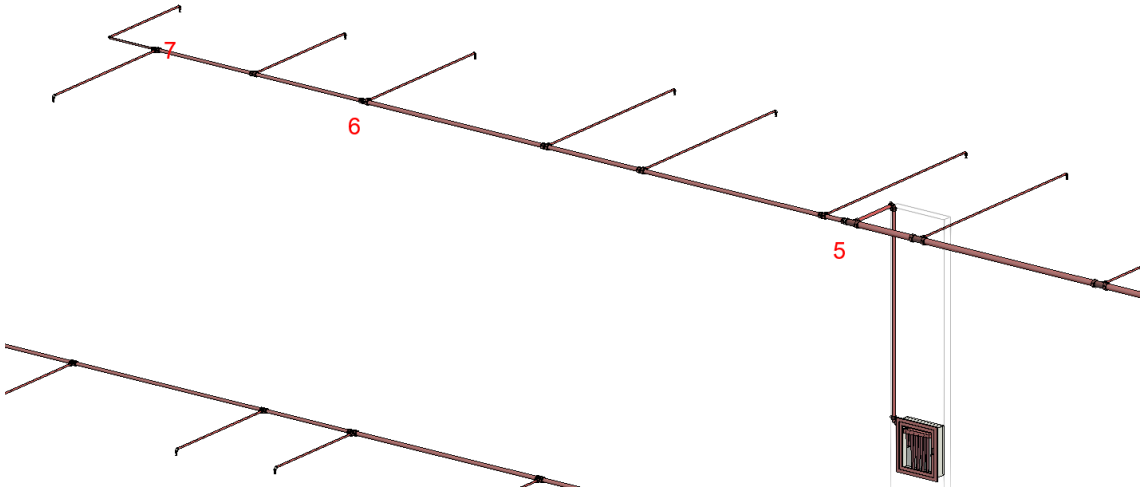
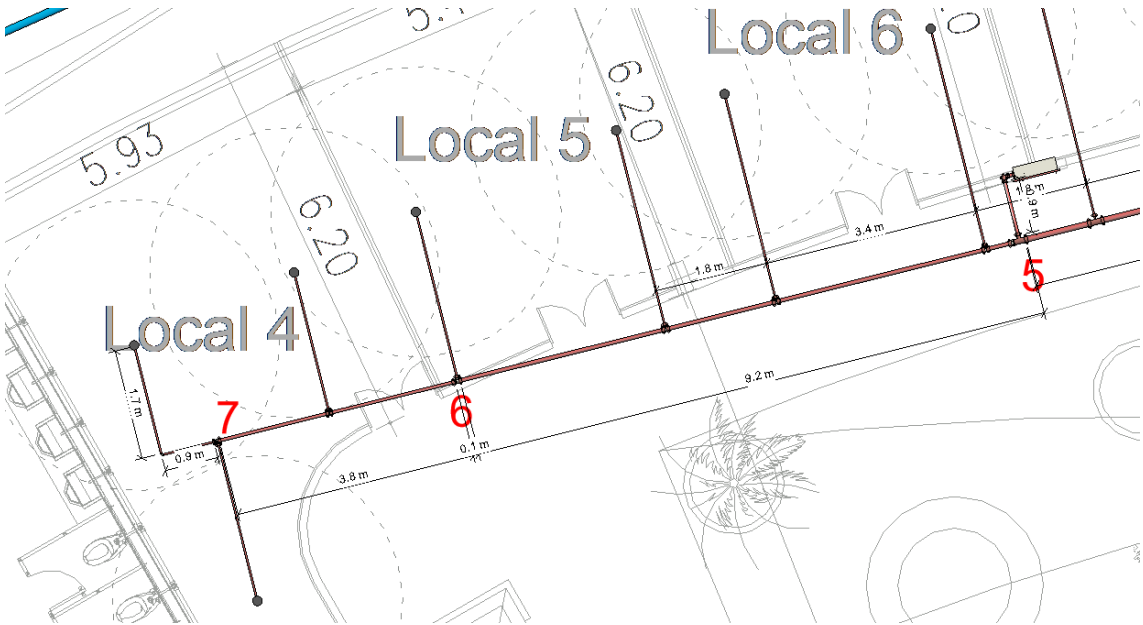
Tramo 5-GAB:



Cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Pieza CI	Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	C	hf (m)							
5-GAB	Acero	1 1/2	6.4	5	Codo de 90°	2	0.82	1.64	Tee paso de lado	1	2.71	2.71	Salida de tubería	1	1.195	1.195	Reducción	1	0.235	0.235	120	5.321	11.101	Manguera	57.1306	45	☒	5.613583	☒

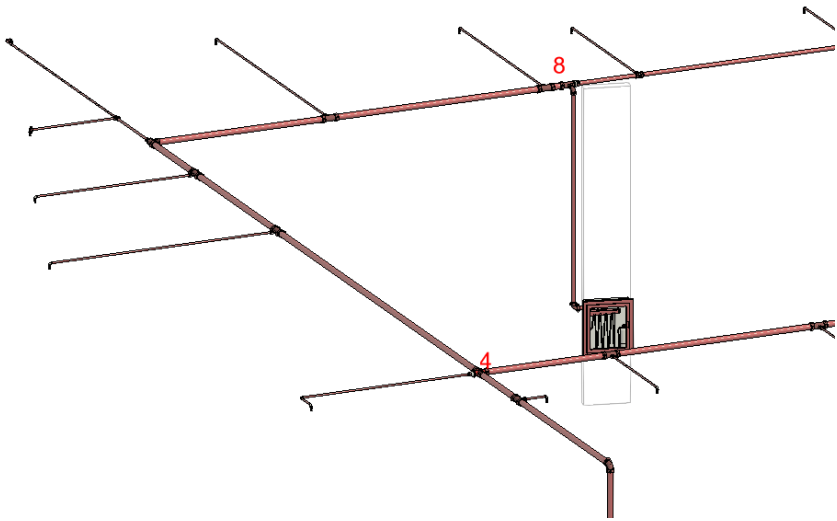
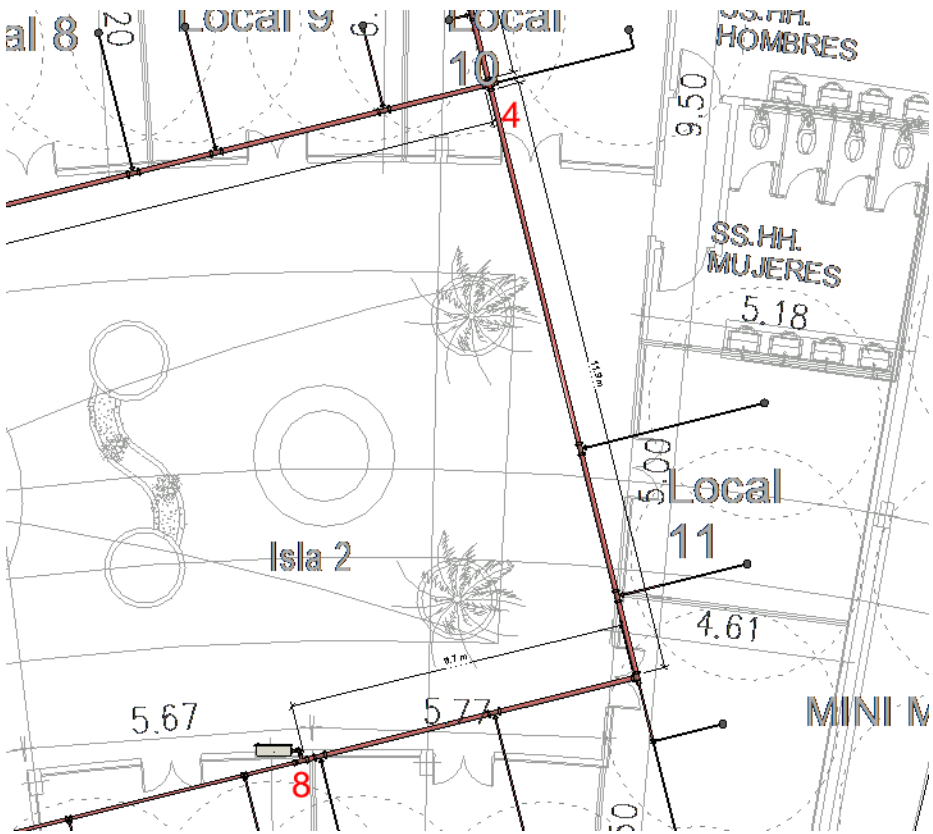
Tramo 5-7:



Cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (l/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Pieza CI	Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	C	hf (m)							
5-6	Acero	2	9.5	9.1	Tee paso directo	4	1.1	4.4		2	0	0		2	0	0		2	0	0	120	4.957	9.3569	Ninguno	58.8749	0	☒	4.687122	☒
6-7	Acero	1 1/2	6	3.9	Tee paso directo	2	0.84	1.67		3	0	0		3	0	0		3	0	0	120	3.683	5.353	Ninguno	51.7776	0	☒	5.262734	☒
7-ROC	Acero	3/4	1.5	2.6	Tee paso directo	1	0.44	0.438	Codo de 90°	2	0.43	0.86	Reducción	1	0.123	0.1225		4	0	0	120	5.513	6.9333	Rociador	44.8443	11.37	☒	5.262734	☒

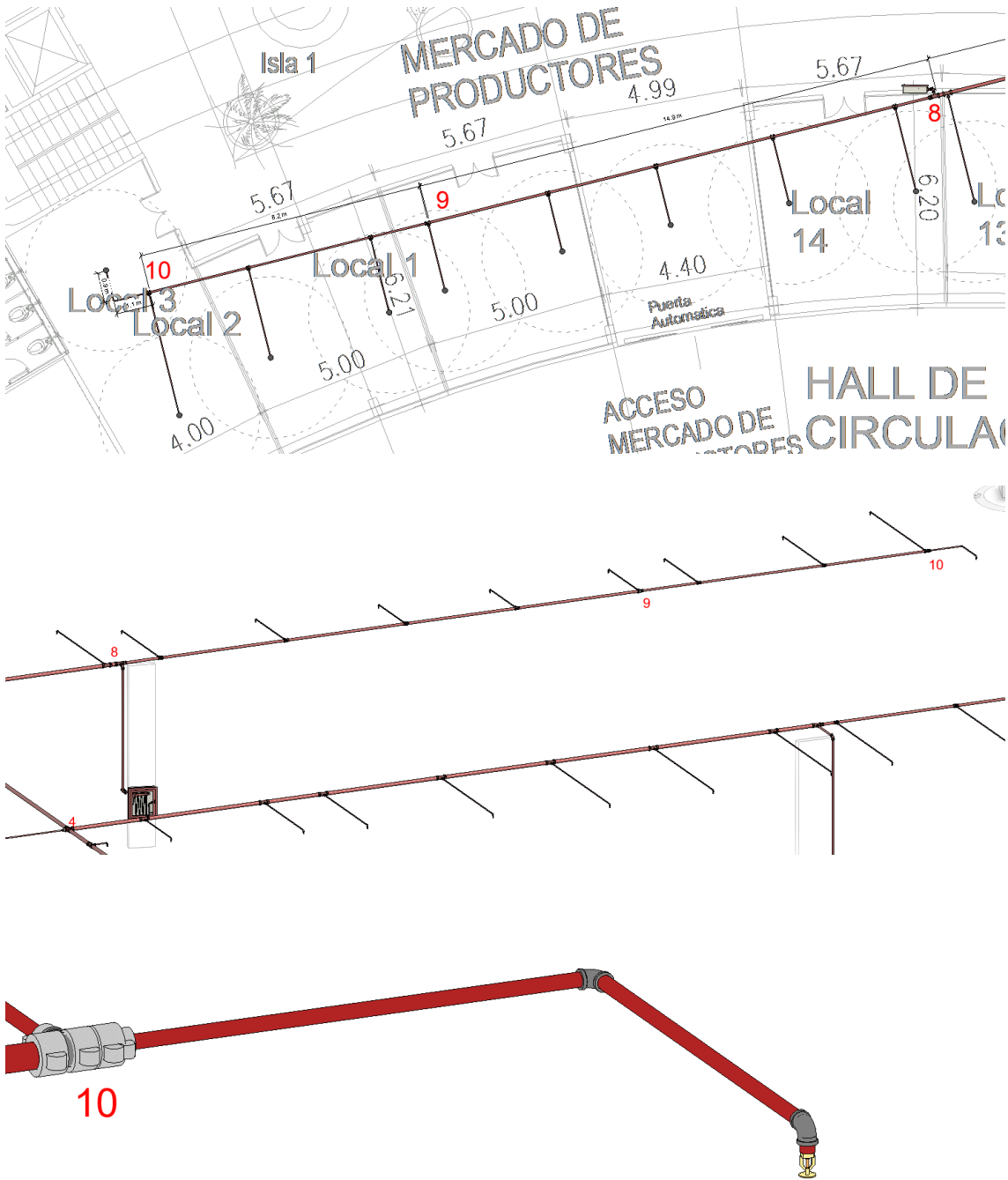
Tramo: 4-8:



Cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Pieza Cl	Presión de salida (m c.a)	Presión mínima (m c.a)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	C	hf (m)							
4-8	Acero	3	15.9	19	Tee paso directo	5	1.63	8.15	Tee paso de lado	1	5.05	5.05		2	0	0		5	0	0	120	3.728	16.928	Ninguno	71.943	0	☒	3.486561	☒
8-GAB	Acero	1 1/2	6.4	5	Codo de 90°	2	0.82	1.64	Tee paso de lado	1	2.71	2.71	Salida de tubería	1	1.195	1.195	Reducción	1	0.235	0.235	120	5.321	11.101	Manguera	60.8418	45	☒	5.613583	☒

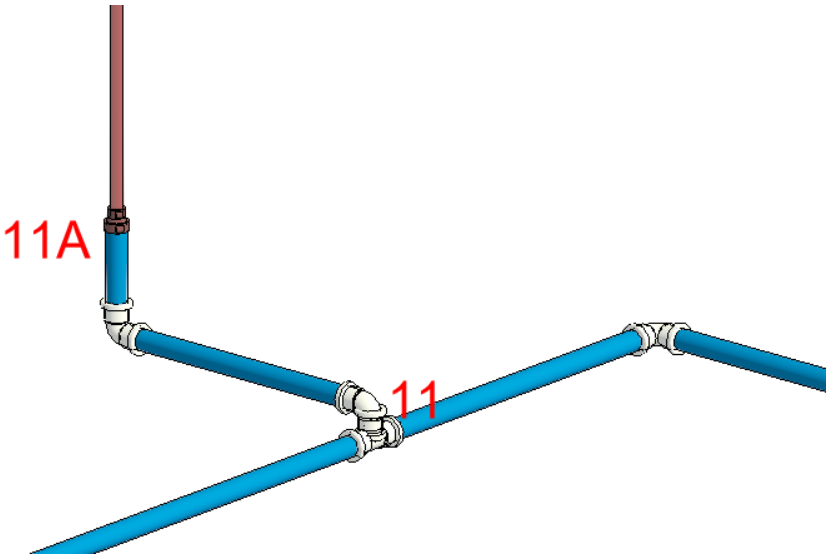
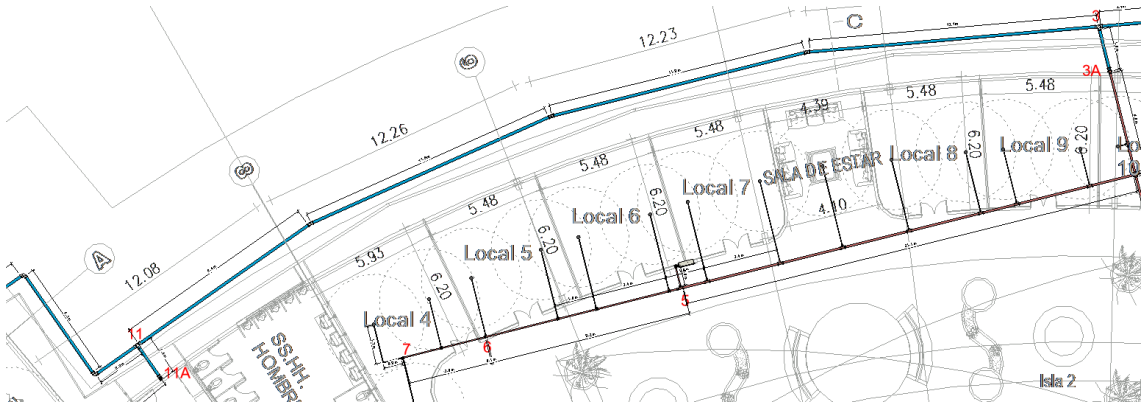
Tramo 8-10:



Cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (L/s)	L (m)	Pérdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Pieza CI	Presión de salida (m c.a)	Presión mínima (m c.a)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4				C	hf (m)							
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total									
8-9	Acero	2	9.5	14.6	Tee paso directo	5	1.1	5.5	Reducción	1	0.31	0.31		2	0	0		2	0	0	120	7.953	13.763	Ninguno	47.079	0	☒	4.687122	☒
9-10	Acero	1 1/2	6	8.2	Tee paso directo	3	0.84	2.505	Reducción	1	0.24	0.235		3	0	0		3	0	0	120	7.744	10.484	Ninguno	36.5953	0	☒	5.262734	☒
10-ROC	Acero	3/4	1.5	2	Tee paso directo	1	0.44	0.438	Reducción	1	0.12	0.123	Codo de 90°	2	0.43	0.86		4	0	0	120	4.241	5.661	Rociador	30.9343	11.37	☒	5.262734	☒

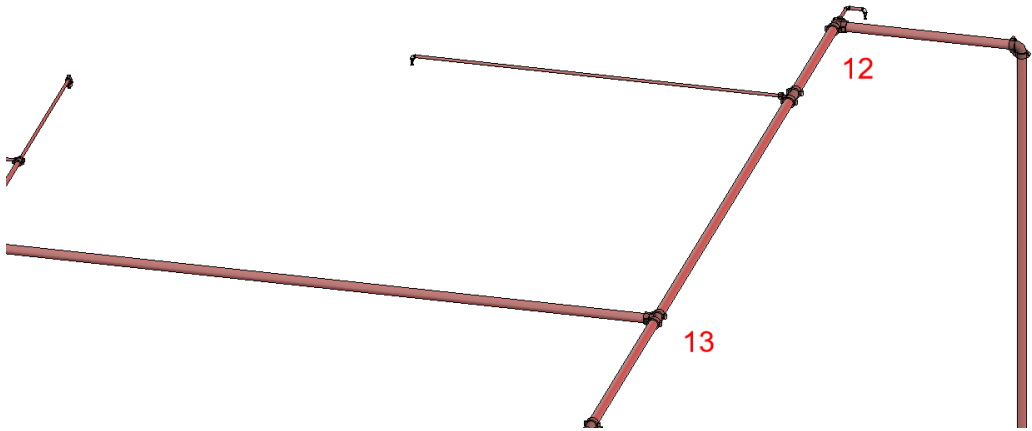
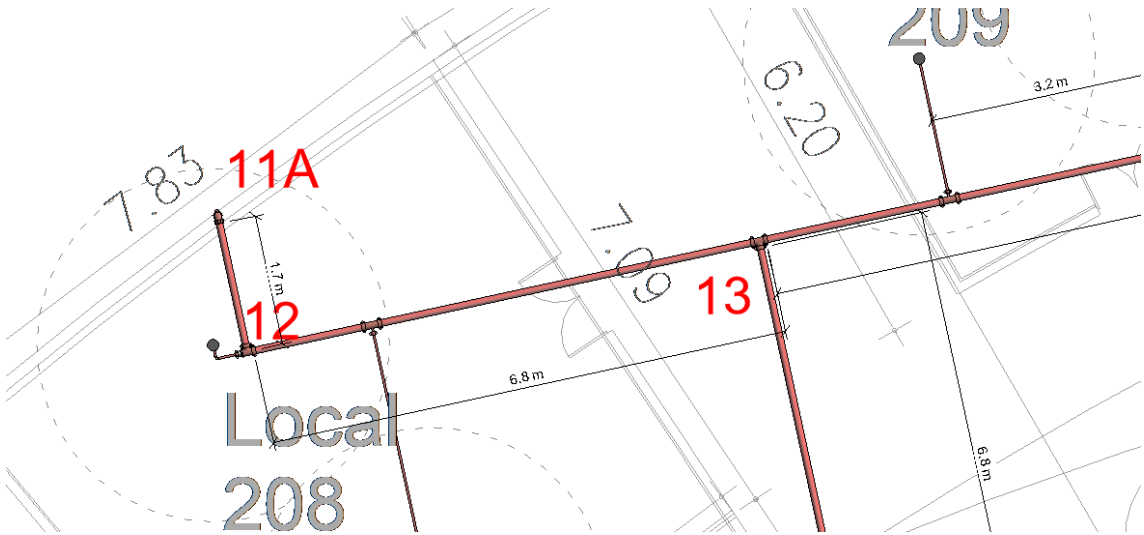
Tramo 3-11^a:



Cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (L/s)	L (m)	Pérdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Pieza CI	Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	C	hf (m)							
3-11	Plástico	4	15.9	46.4	Tee paso directo	1	1.43	1.429	Codo de 45°	2	1.02	2.037		3	0	0		5	0	0	150	1.483	4.9493	Ninguno	108.869	0	☑	1.961191	☑
11-11A	Plástico	4	15.9	2.6	Tee paso de lado	1	4.37	4.373	Codo de 90°	1	1.4	1.402		4	0	0		6	0	0	150	0.083	5.858	Ninguno	102.511	0	☑	1.961191	☑

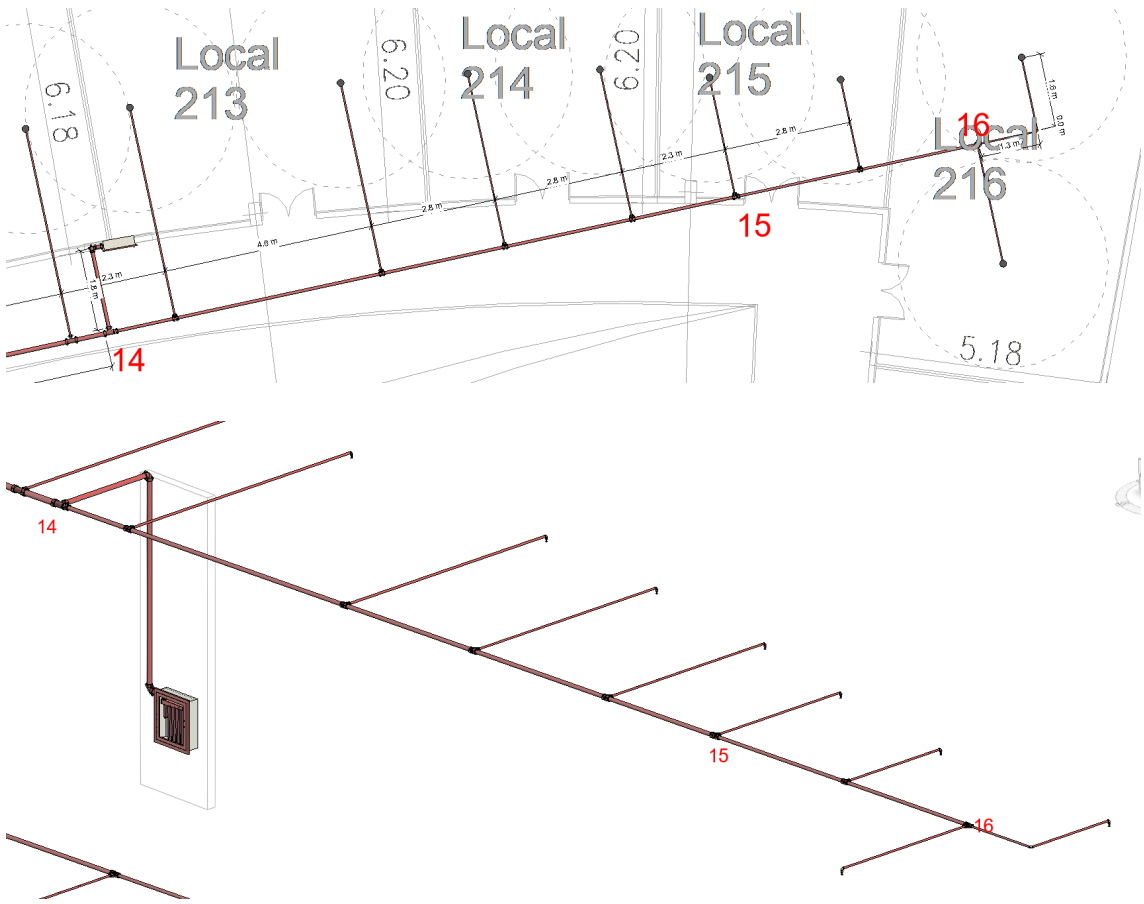
Tramo 11ª-13: (Planta alta)



Cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (l/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m c.a)	Pieza Cl	Presión de salida (m c.a)	Presión mínima (m c.a)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	C	hf (m)							
11A-12	Acero	3	15.9	11.7	Reducción	1	0.46	0.46	Codo de 90°	1	1.6	1.6		5	0	0		7	0	0	120	2.295	4.3554	Ninguno	88.1553	0	☒	3.486561	☒
12-13	Acero	3	15.9	6.8	Tee paso directo	1	1.63	1.63	Tee paso de lado	1	5.05	5.05		6	0	0		8	0	0	120	1.334	8.0141	Ninguno	80.1412	0	☒	3.486561	☒

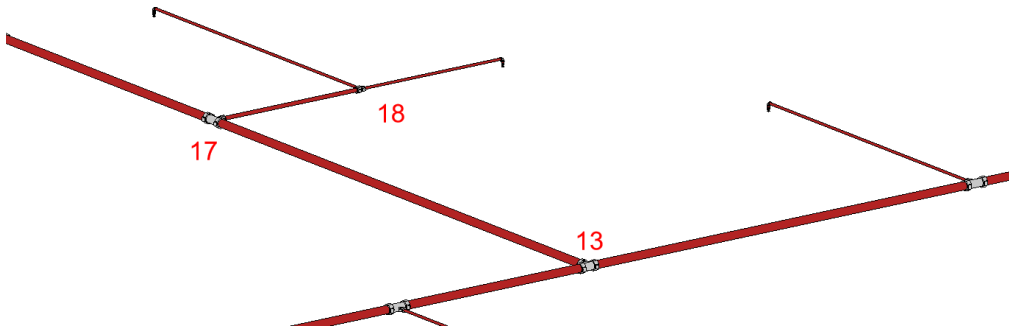
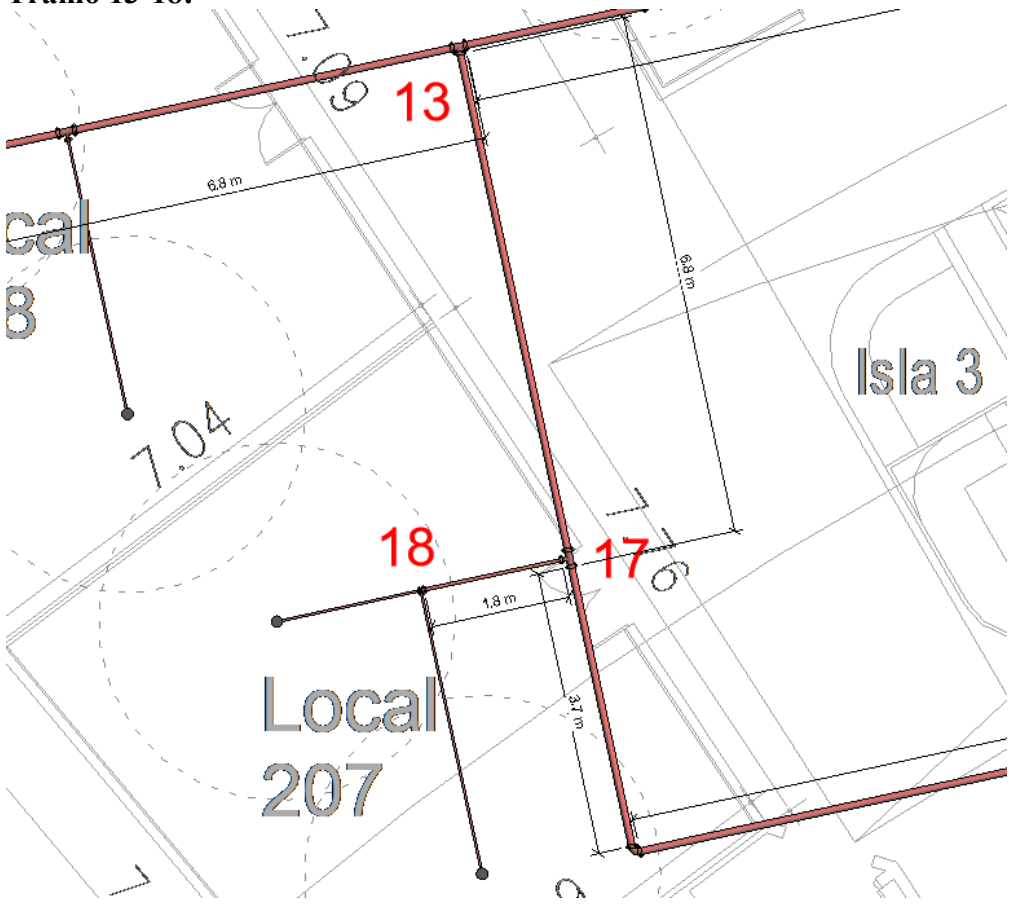
Tramo 14-16:



Cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Pieza CI	Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	C	hf (m)							
14-15	Acero	2	9.5	13.8	Tee paso directo	5	1.1	5.5	Reducción	1	0.31	0.31		0	0	0		2	0	0	120	7.517	13.327	Ninguno	38.197	0	☒	4.687122	☒
15-16	Acero	1 1/2	4.5	5.3	Tee paso directo	2	0.84	1.67	Reducción	1	0.24	0.235		1	0	0		3	0	0	120	2.938	4.8428	Ninguno	33.3542	0	☒	3.94705	☒
16-ROC	Acero	3/4	1.5	2.9	Tee paso directo	1	0.44	0.438	Codo de 90°	2	0.43	0.86	Reducción	1	0.123	0.1225	Salida de tubería	1	0.6175	0.6175	120	6.149	8.1869	Rociador	25.1673	11.37	☒	5.262734	☒

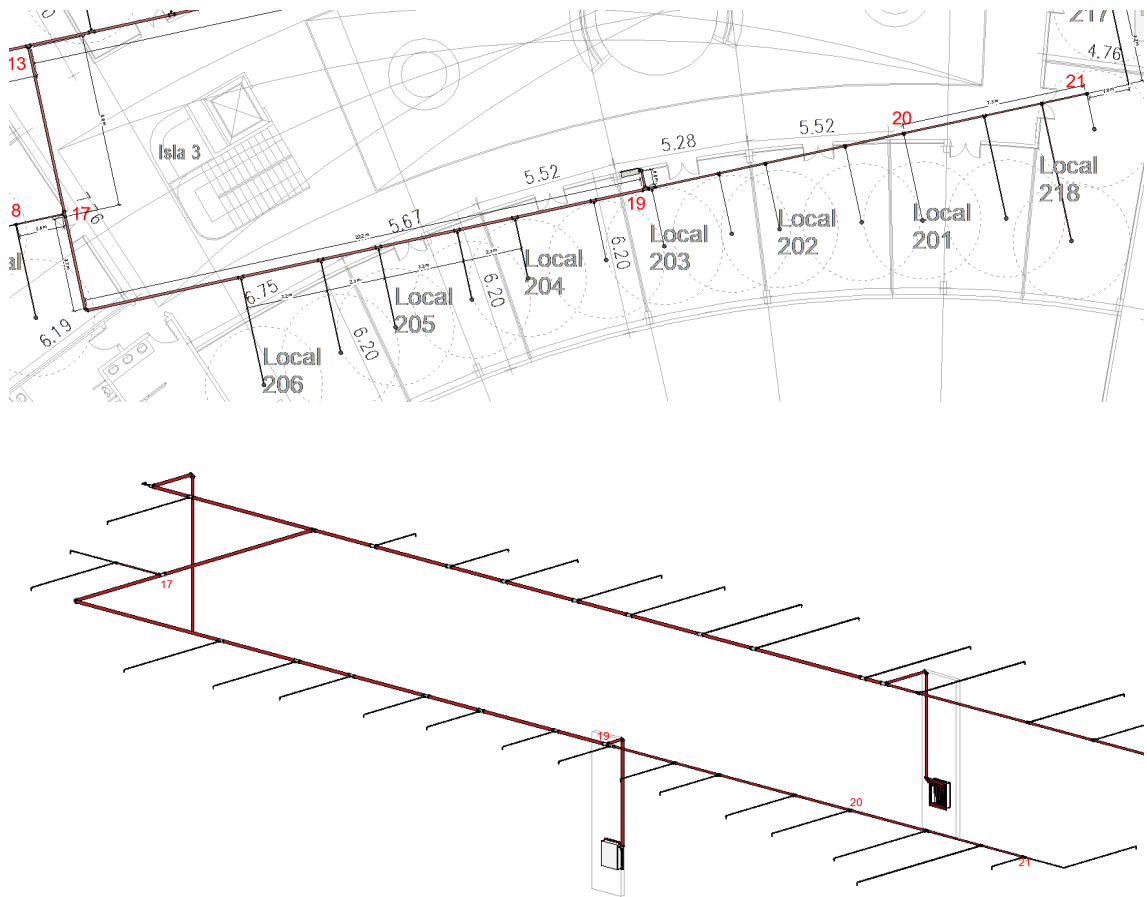
Tramo 13-18:



Cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (L/s)	L (m)	Pérdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Pieza CI	Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	C	hf (m)							
13-17	Acero	3	15.9	6.8	Tee paso de lado	1	5.05	5.05		3	0	0		2	0	0		2	0	0	120	1.334	6.3841	Rociador	73.7572	11.37	☒	3.486561	☒
17-18	Acero	1 1/4	3	1.8	Tee paso de lado	1	2.32	2.32	Reducción	1	0.2	0.198		3	0	0		3	0	0	120	1.144	3.6619	Rociador	70.0952	11.37	☒	3.789168	☒

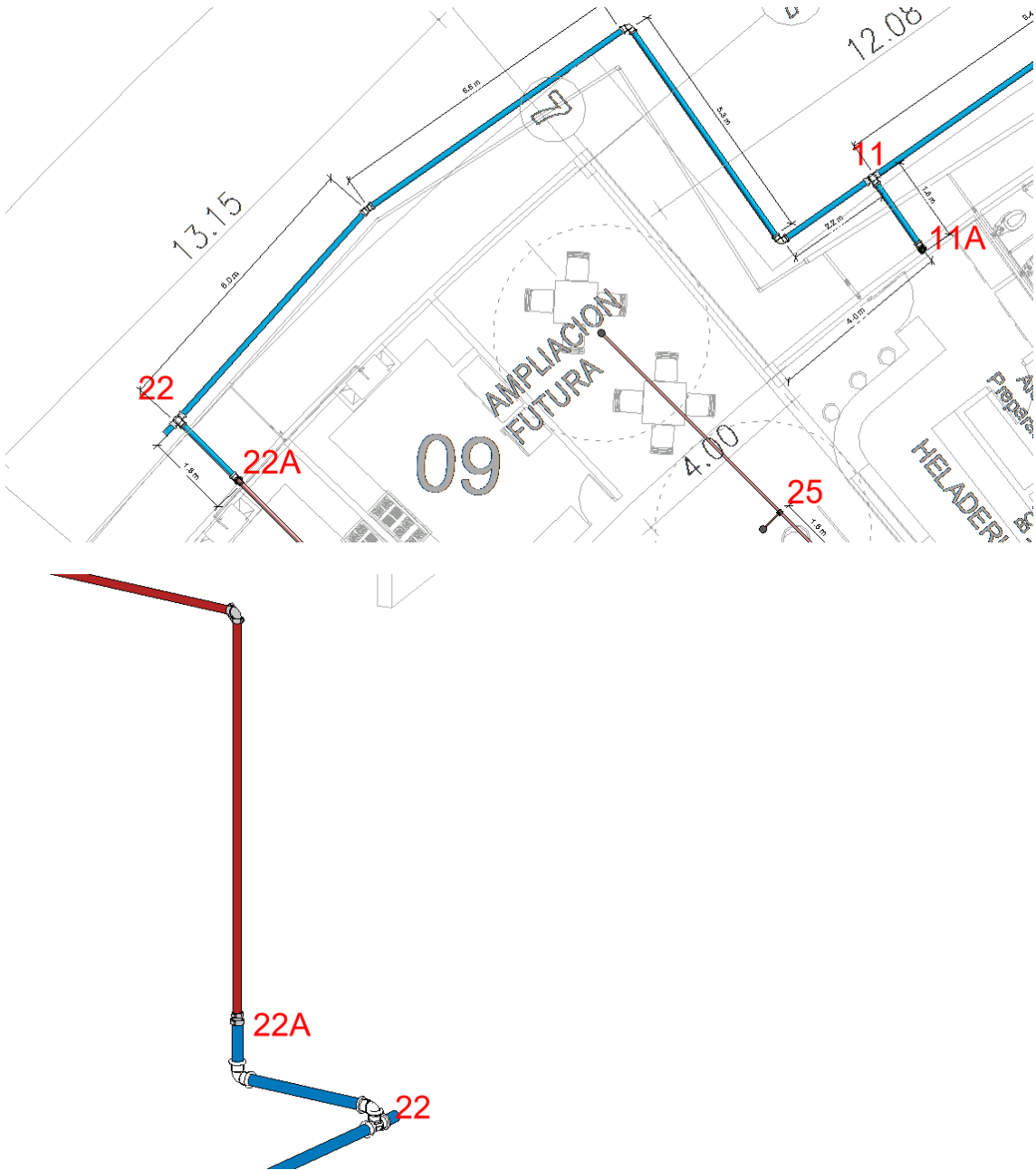
Tramo 17-21:



Cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Pieza CI	Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	C	hf (m)							
17-19	Acero	3	15.9	25.9	Tee paso directo	7	1.63	11.41	Codo de 90°	1	1.6	1.6		4	0	0		4	0	0	120	5.081	18.091	Rociador	52.004	11.37	☒	3.486561	☒
19-GAB	Acero	1 1/2	6.4	4	Tee paso de lado	1	2.71	2.71	Codo de 90°	2	0.82	1.64	Reducción	1	0.235	0.235		1	0	0	120	4.257	8.842	Manguera	46.162	45	☒	5.613583	☒
19-20	Acero	2	9.5	12	Tee paso directo	4	1.1	4.4	Reducción	1	0.31	0.31		2	0	0		2	0	0	120	6.537	11.247	Ninguno	40.7575	0	☒	4.687122	☒
19-21	Acero	1 1/2	6	7.3	Tee paso directo	3	0.84	2.505	Reducción	1	0.24	0.235		3	0	0		3	0	0	120	6.894	9.6338	Ninguno	31.1237	0	☒	5.262734	☒
21-ROC	Acero	3/4	1.5	4.8	Tee paso directo	1	0.44	0.438	Reducción	1	0.12	0.123	Codo de 90°	2	0.43	0.86	Salida de tubería	1	0.6175	0.6175	120	10.18	12.216	Rociador	18.9079	11.37	☒	5.262734	☒

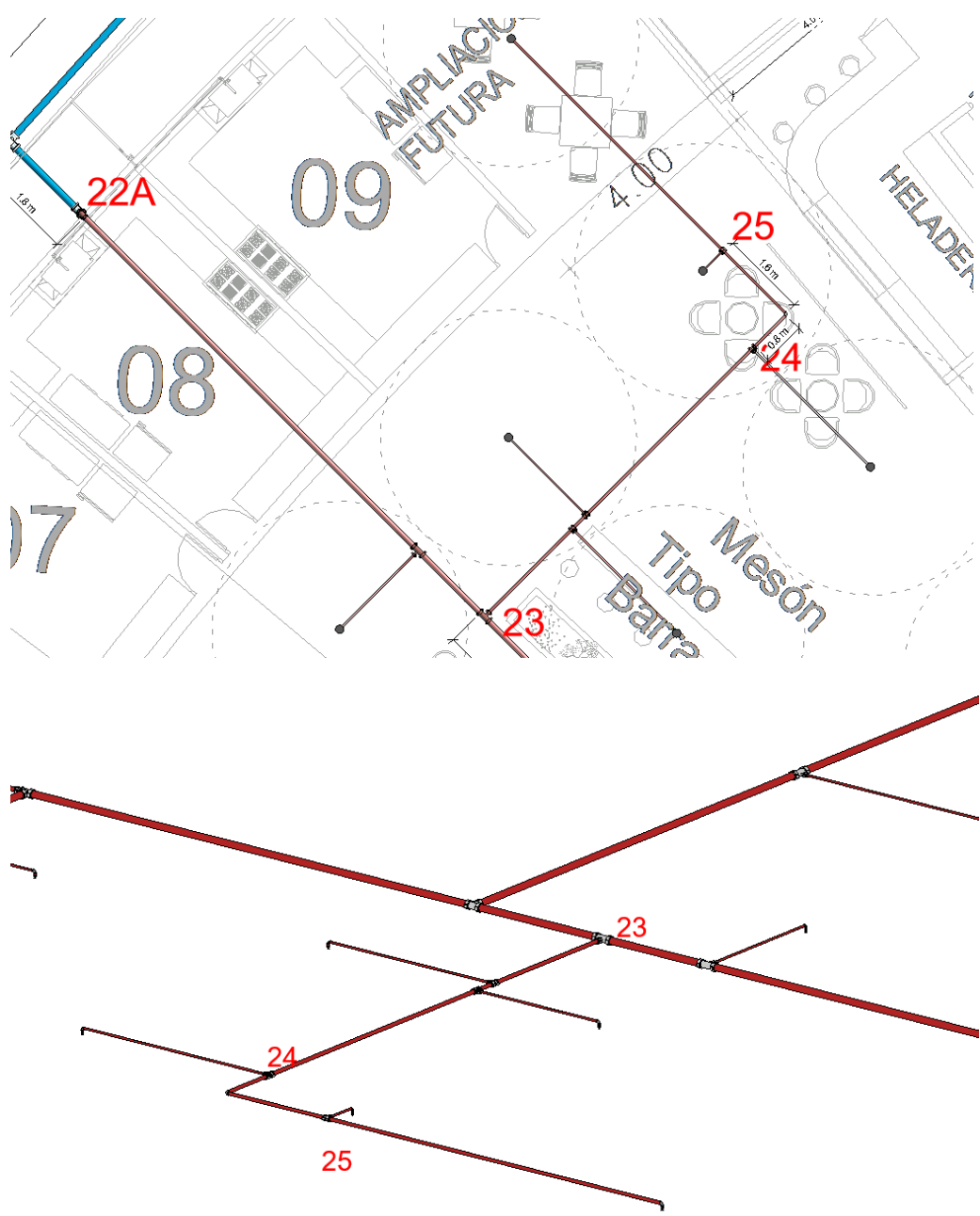
Tramo 11-22^a:



Cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Pieza CI	Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4				C	hf (m)							
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total									
11-22	Plástico	4	15.9	20.1	Tee paso directo	1	1.43	1.429	Codo de 90°	2	1.4	2.805	Codo de 45°	1	1.019	1.0187		2	0	0	150	0.642	5.8947	Ninguno	102.974	0	☒	1.961191	☒
22-22A	Plástico	4	15.9	2.3	Tee paso de lado	1	4.37	4.373	Codo de 90°	1	1.4	1.402		2	0	0		3	0	0	150	0.074	5.8484	Ninguno	96.6255	0	☒	1.961191	☒

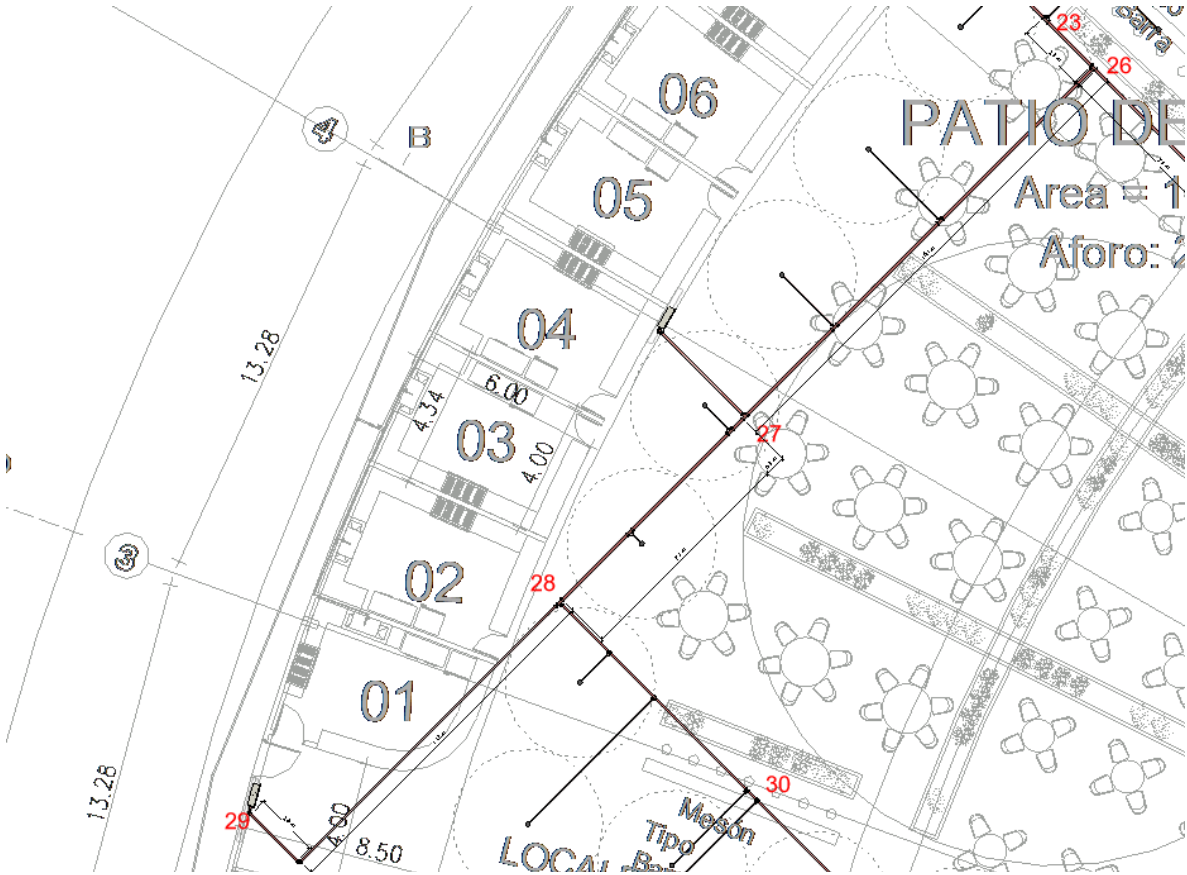
Tramo 22ª-25:



Cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (L/s)	L (m)	Pérdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Pieza CI	Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	C	hf (m)							
22A-23	Acero	3	15.9	10.4	Reducción	1	0.46	0.46	Codo de 90°	2	1.6	3.2	Tee paso directo	1	1.63	1.63		4	0	0	120	2.04	7.3303	Ninguno	84.2952	0	☒	3.486561	☒
23-24	Acero	1 1/2	6	7.7	Reducción	1	0.24	0.235	Tee paso directo	3	0.84	2.505	Tee paso de lado	1	2.71	2.71		5	0	0	120	7.272	12.722	Ninguno	71.5737	0	☒	5.262734	☒
24-25	Acero	1 1/4	3	2.4	Reducción	1	0.2	0.198	Tee paso directo	1	0.7	0.703	Codo de 90°	1	0.69	0.69		6	0	0	120	1.526	3.1159	Ninguno	68.4578	0	☒	3.789168	☒

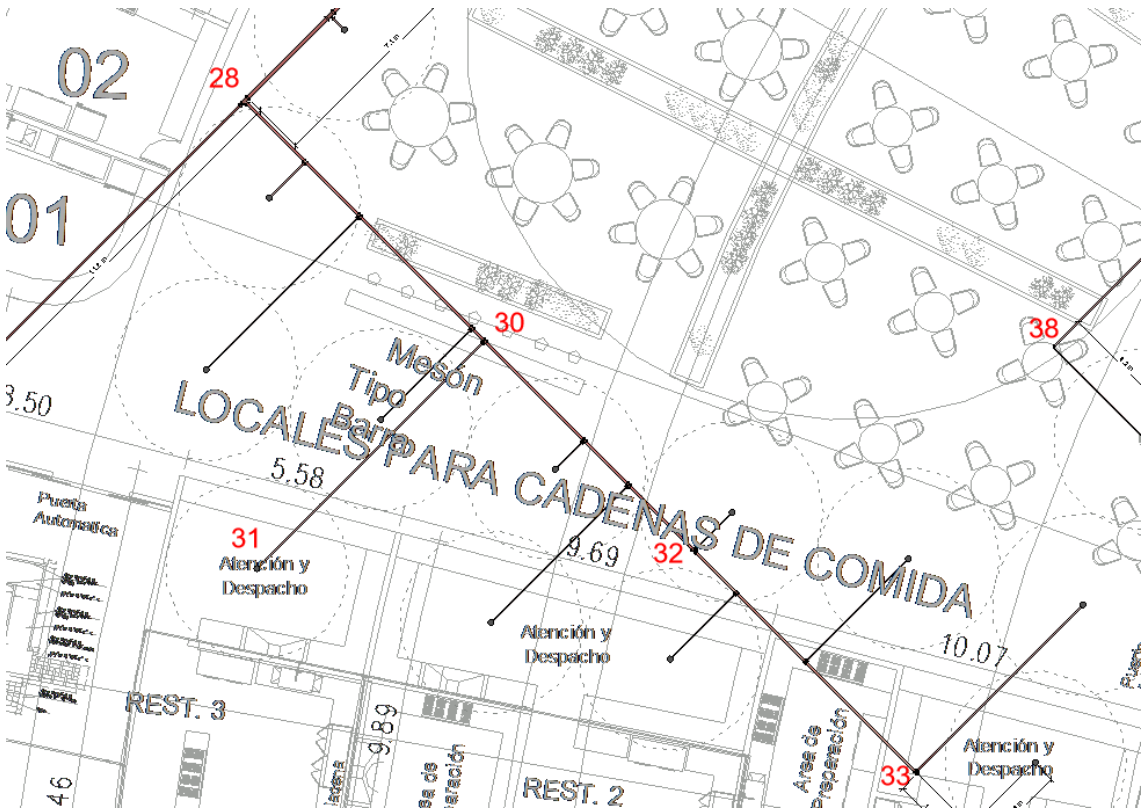
Tramo 23-29:



Cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Pieza Cl	Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	C	hf (m)							
23-26	Acero	3	15.9	2.3	Tee paso directo	1	1.63	1.63		2	0	0		2	0	0		7	0	0	120	0.451	2.0812	Ninguno	82.214	0	☒	3.486561	☒
26-27	Acero	3	15.9	15.1	Tee paso directo	2	1.63	3.26	Tee paso de lado	1	5.05	5.05		3	0	0		8	0	0	120	2.962	11.272	Ninguno	70.9416	0	☒	3.486561	☒
27-28	Acero	3	15.9	7.8	Tee paso directo	3	1.63	4.89		2	0	0		4	0	0		9	0	0	120	1.53	6.4203	Ninguno	64.5213	0	☒	3.486561	☒
28-29	Acero	2	6.4	13.2	Tee paso directo	1	1.1	1.1	Codo de 90°	1	1.08	1.08	Reducción	1	0.31	0.31		10	0	0	120	3.46	5.9497	Ninguno	58.5716	0	☒	3.15764	☒
29-GAB	Acero	1 1/2	6.4	3.5	Salida de tubería	1	1.2	1.195	Codo de 90°	2	0.82	1.64	Reducción	1	0.235	0.235		11	0	0	120	3.725	6.7949	Ninguno	51.7767	0	☒	5.613583	☒

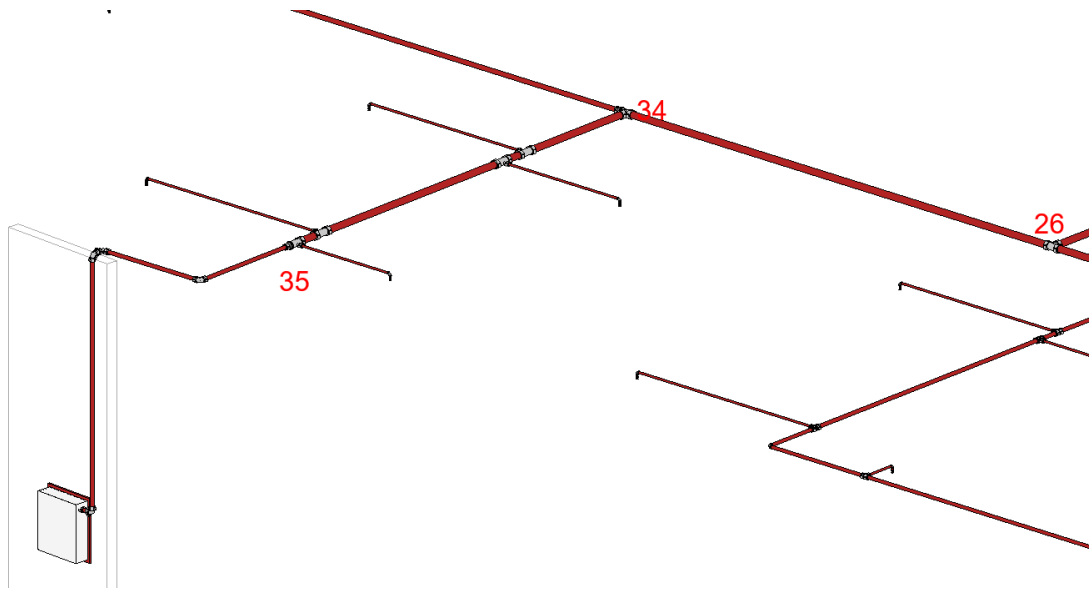
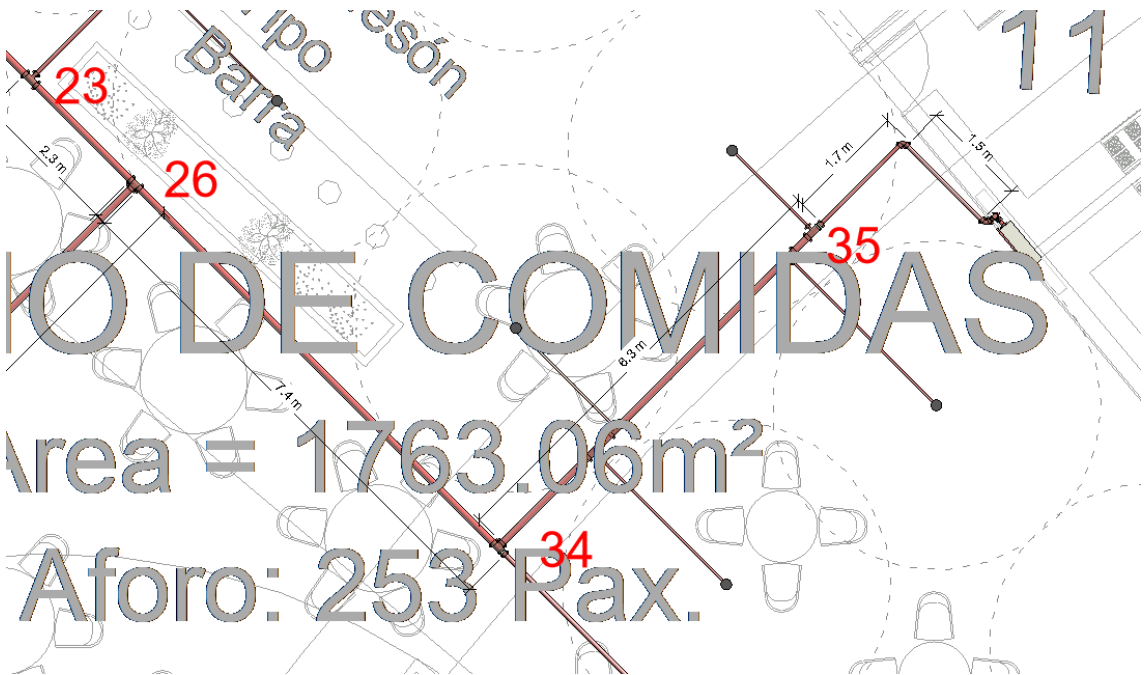
Tramo 28-33:



Cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (L/s)	L (m)	Pérdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Pieza CI	Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	C	hf (m)							
28-30	Acero	2	9.5	8.6	Reducción	1	0.31	0.31	Tee paso de lado	1	3.49	3.49	Tee paso directo	3	1.1	3.3		12	0	0	120	4.685	11.785	Ninguno	46.7871	0	☒	4.687122	☒
30-31	Acero	1	1.5	8	Reducción	1	0.16	0.16	Tee paso de lado	1	1.93	1.93		4	0	0		13	0	0	120	4.178	6.2678	Ninguno	40.5193	0	☒	2.960288	☒
30-32	Acero	2	9.5	7.5	Tee paso directo	3	1.1	3.3		3	0	0		5	0	0		14	0	0	120	4.085	7.3853	Ninguno	39.4018	0	☒	4.687122	☒
32-33	Acero	1 1/2	6	8.1	Tee paso directo	3	0.84	2.505		4	0	0		6	0	0		15	0	0	120	7.649	10.154	Ninguno	29.2475	0	☒	5.262734	☒
33-ROC	Acero	3/4	1.5	4.2	Tee paso directo	1	0.44	0.438	Codo de 90°	2	0.43	0.86	Reducción	1	0.123	0.1225	Salida de tubería	1	0.6175	0.6175	120	8.906	10.944	Rociador	18.3039	11.37	☒	5.262734	☒

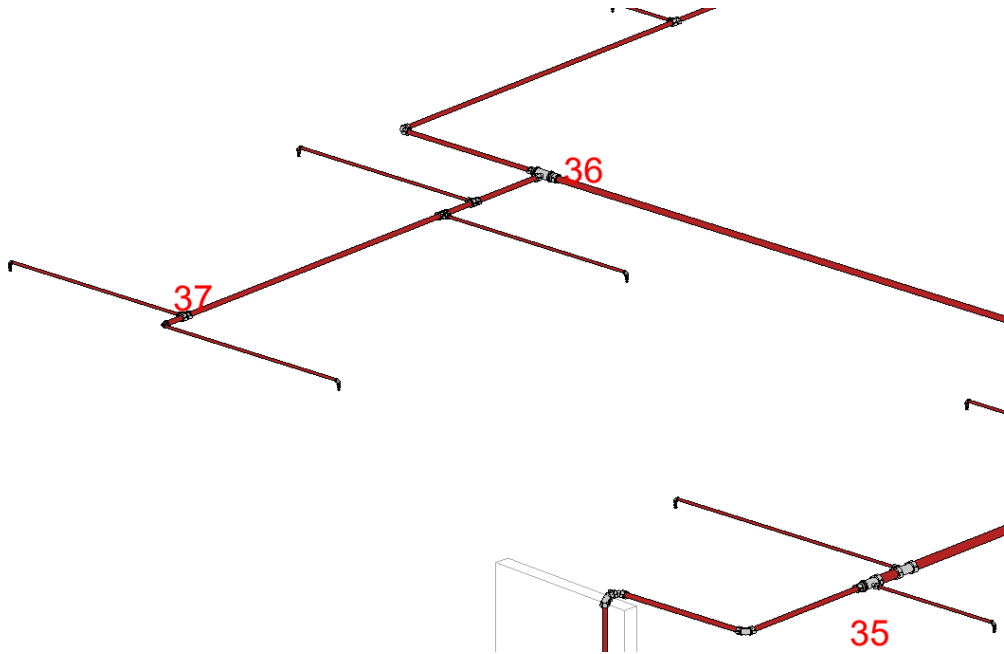
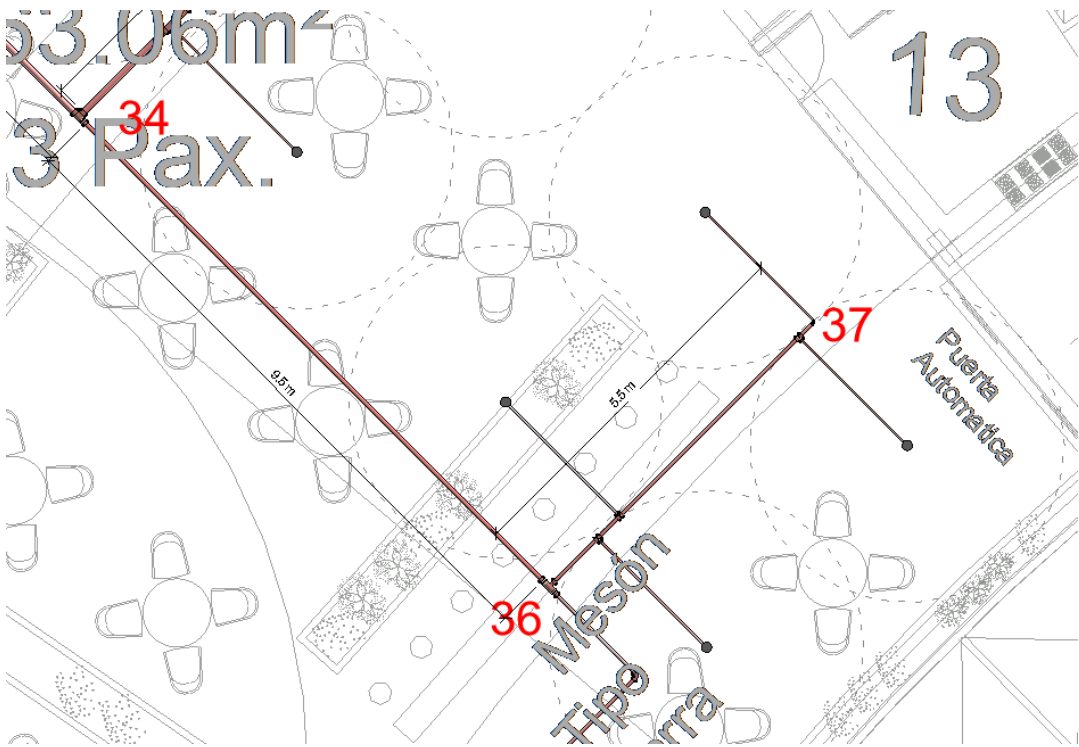
Tramo 26-35:



Cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Pieza CI	Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	C	hf (m)							
26-34	Acero	3	15.9	7.3	Tee paso directo	1	1.63	1.63		2	0	0		3	0	0		2	0	0	120	1.432	3.0622	Ninguno	79.1518	0	☒	3.486561	☒
34-35	Acero	3	12.4	6.3	Tee paso directo	4	1.63	6.52	Tee paso de lado	1	5.05	5.05		4	0	0		3	0	0	120	0.78	12.35	Ninguno	66.8019	0	☒	2.719079	☒
35-GAB	Acero	1 1/2	6.4	6.7	Tee paso directo	1	0.84	0.835	Codo de 90º	4	0.82	3.28	Reducción	1	0.235	0.235	Salida de tubería	1	1.195	1.195	120	7.13	12.675	Manguera	54.1264	45	☒	5.613583	☒

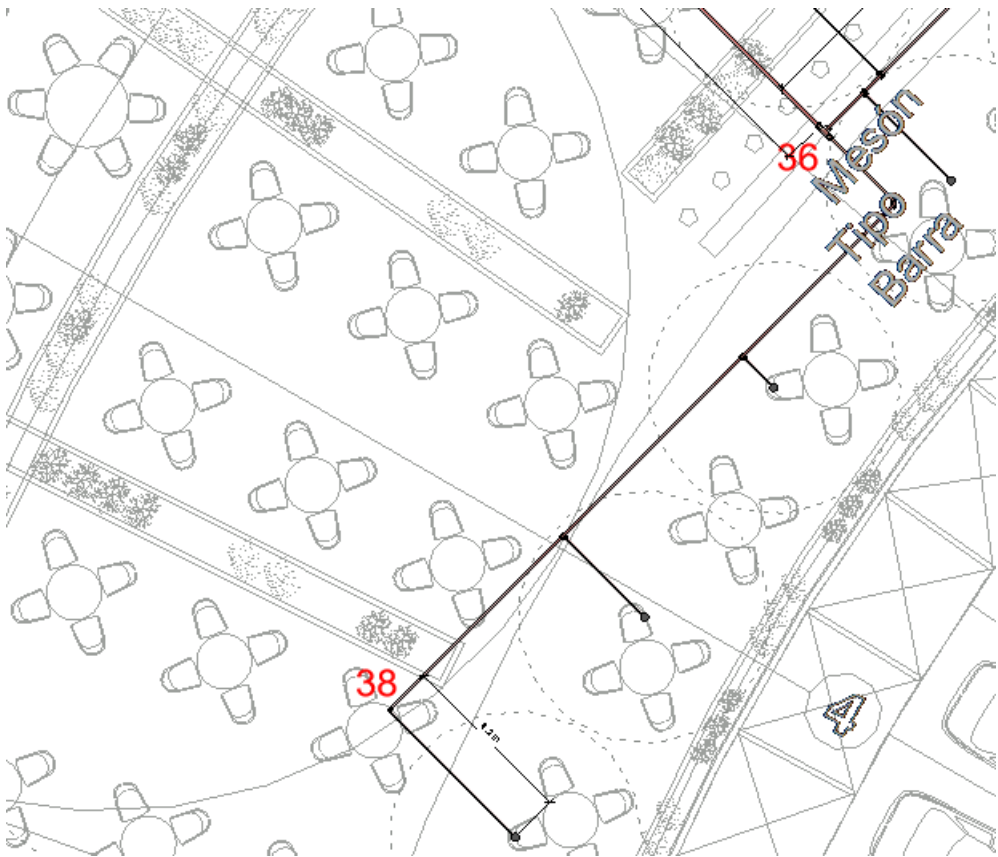
Tramo 34-37:



Cálculo:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Pieza CI	Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	C	hf (m)							
34-36	Acero	2	9.5	9.9	Tee paso directo	1	1.1	1.1	Reducción	1	0.31	0.31		2	0	0		2	0	0	120	5.393	6.8026	Ninguno	72.3492	0	☒	4.687122	☒
36-37	Acero	1 1/2	6	5.5	Tee paso directo	3	0.84	2.505	Reducción	1	0.24	0.235	Tee paso de lado	1	2.71	2.71		3	0	0	120	5.194	10.644	Ninguno	61.7052	0	☒	5.262734	☒

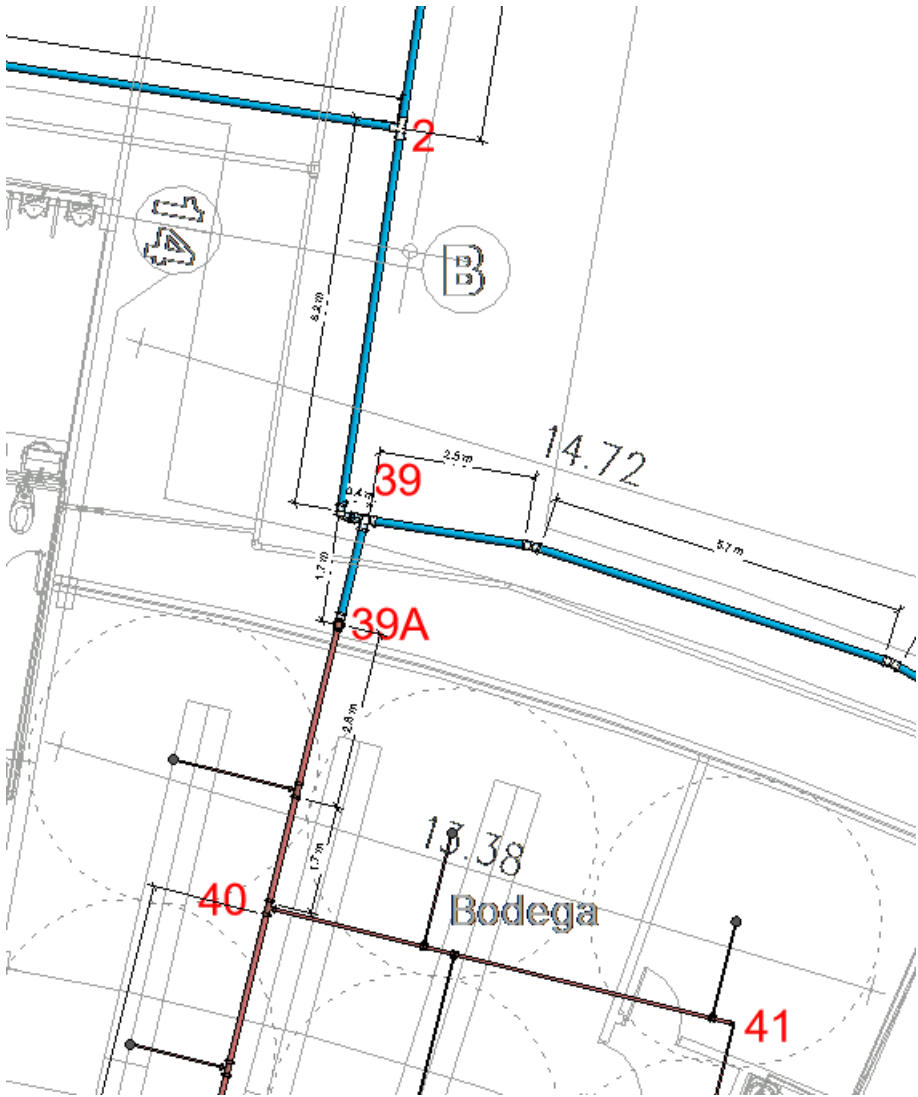
Tramo 36-38:



Cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (L/s)	L (m)	Pérdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Pieza CI	Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	C	hf (m)							
36-37	Acero	1 1/2	6	5.5	Tee paso directo	3	0.84	2.505	Reducción	1	0.24	0.235	Tee paso de lado	1	2.71	2.71		3	0	0	120	5.194	10.644	Ninguno	61.7052	0	☒	5.262734	☒
36-38	Acero	1 1/4	4.5	4.5	Tee paso directo	3	0.7	2.108	Reducción	1	0.2	0.198	Codo de 90°	1	0.69	0.69		4	0	0	120	6.063	9.0575	Ninguno	63.2917	0	☒	5.683753	☒
38- ROC	Acero	3/4	1.5	3.2	Codo de 90°	2	0.43	0.86	Reducción	1	0.12	0.123	Salida de tubería	1	0.618	0.6175		5	0	0	120	6.786	8.3856	Rociador	53.3197	11.37	☒	5.262734	☒

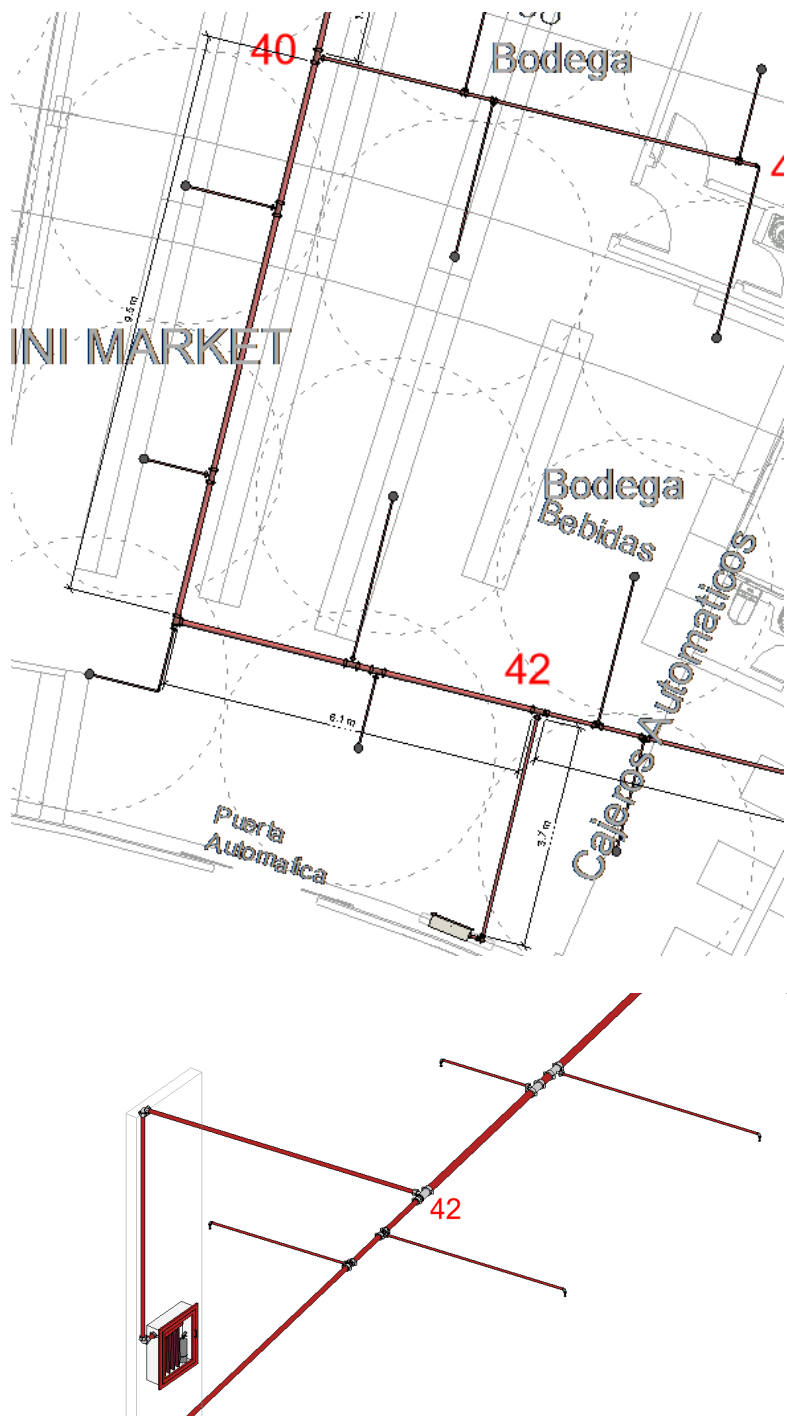
Tramo 2-41:



Cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total h _L (m)	Pieza CI	Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	C	hf (m)							
2-39	Plástico	4	15.9	6.6	Codo de 90°	1	1.4	1.402	Tee paso directo	1	1.43	1.429		2	0	0		6	0	0	150	0.211	3.0422	Ninguno	116.675	0	☒	1.961191	☒
39-39A	Plástico	4	15.9	2.2	Codo de 90°	1	1.4	1.402	Tee paso de lado	1	4.37	4.373		3	0	0		7	0	0	150	0.07	5.8452	Ninguno	110.33	0	☒	1.961191	☒
39A-40	Acero	3	15.9	9.7	Codo de 90°	1	1.6	1.6	Tee paso directo	1	1.63	1.63	Reducción	1	0.46	0.46		8	0	0	120	1.903	5.593	Ninguno	99.737	0	☒	3.486561	☒
40-41	Acero	1 1/2	6	7.5	Tee paso de lado	1	2.71	2.71	Tee paso directo	3	0.84	2.505	Reducción	1	0.235	0.235		9	0	0	120	7.083	12.533	Ninguno	87.2043	0	☒	5.262734	☒

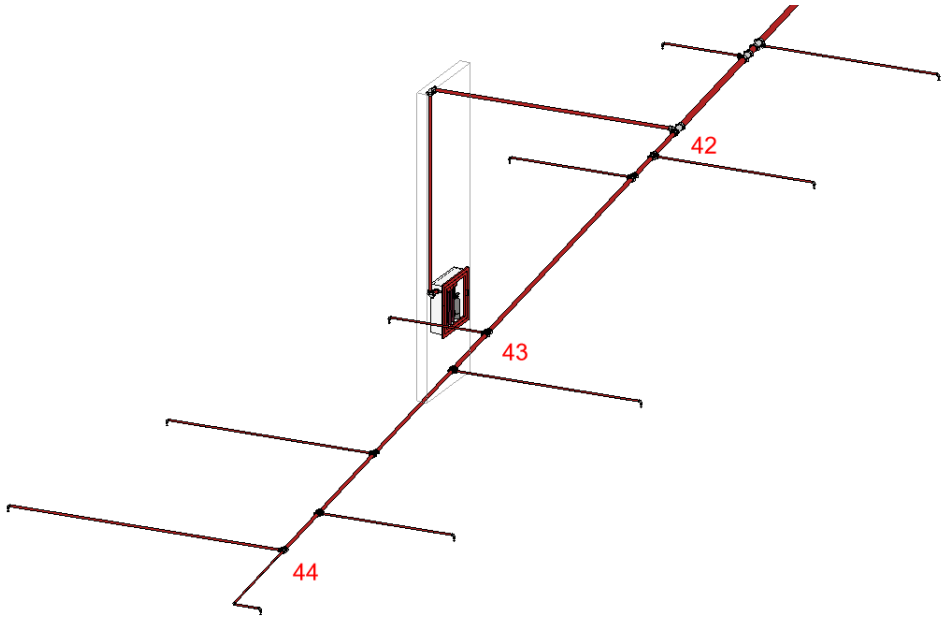
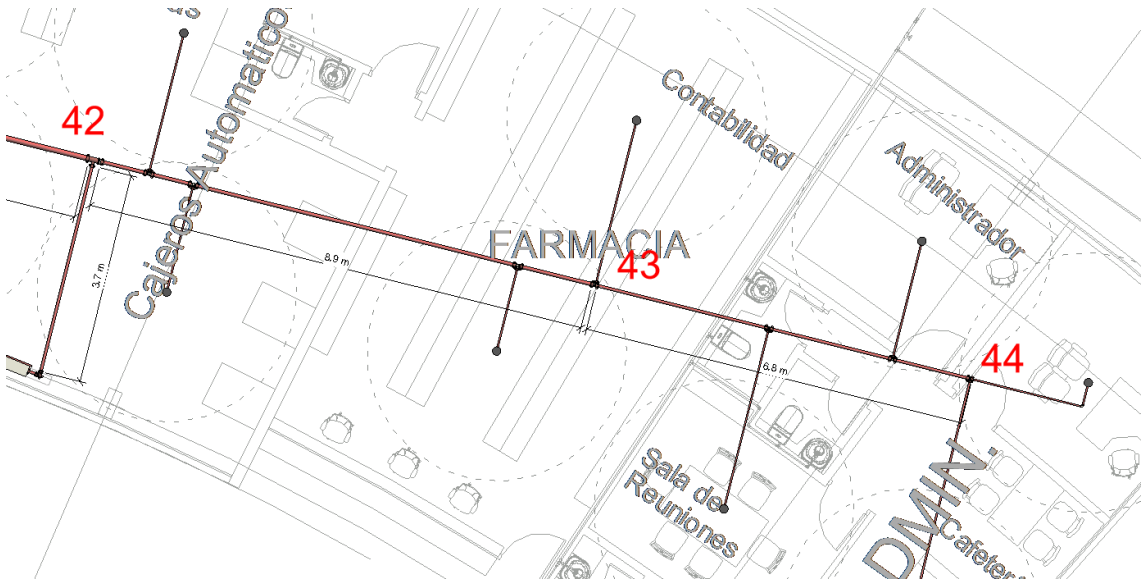
Tramo 40-42:



Cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (L/s)	L (m)	Pérdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Pieza CI	Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4				C	hf (m)							
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	C	hf (m)							
40-41	Acero	1 1/2	6	7.5	Tee paso de lado	1	2.71	2.71	Tee paso directo	3	0.84	2.505	Reducción	1	0.235	0.235		9	0	0	120	7.083	12.533	Ninguno	87.2043	0	☒	5.262734	☒
40-42	Acero	3	15.9	15.7	Tee paso de lado	1	5.05	5.05	Tee paso directo	5	1.63	8.15		2	0	0		10	0	0	120	3.08	16.28	Ninguno	83.4569	0	☒	3.486561	☒
42-GAB	Acero	1 1/2	6.4	7.2	Tee paso directo	1	0.84	0.835	Codo de 90°	2	0.82	1.64	Reducción	1	0.235	0.235	Salida de tubería	1	1.195	1.195	120	7.663	11.568	Manguera	71.8893	45	☒	5.613583	☒

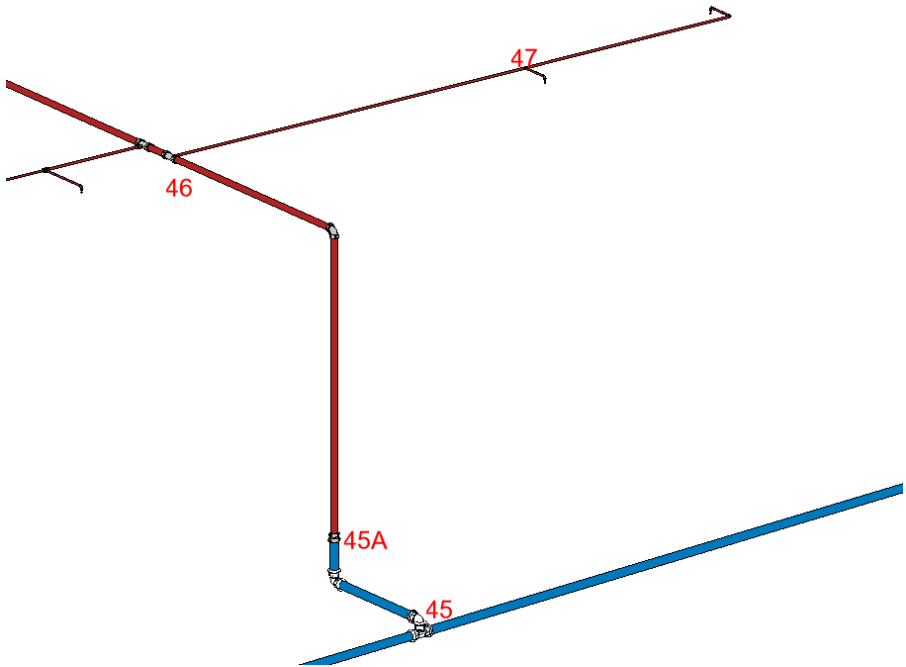
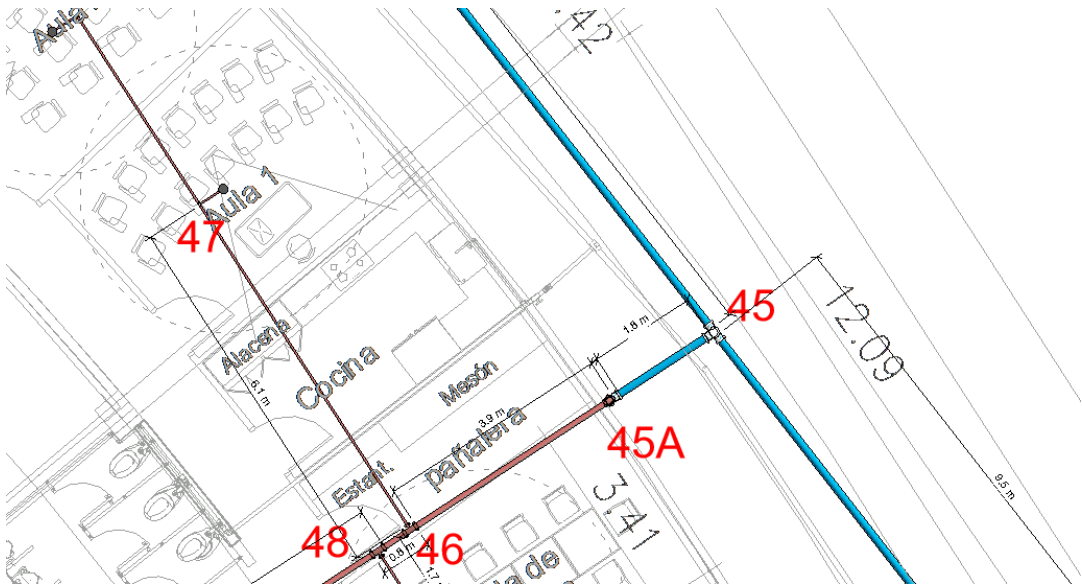
Tramo 42-44:



Cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Pieza CI	Presión de salida (m c.a)	Presión mínima (m c.a)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	C	hf (m)							
42-43	Acero	2	9.5	9.1	Tee paso directo	4	1.1	4.4	Reducción	1	0.31	0.31		2	0	0		2	0	0	120	4.957	9.6669	Ninguno	62.2224	0	☒	4.687122	☒
43-44	Acero	1 1/2	6	6.9	Tee paso directo	3	0.84	2.505	Reducción	1	0.24	0.235		3	0	0		3	0	0	120	6.516	9.256	Ninguno	52.9664	0	☒	5.262734	☒

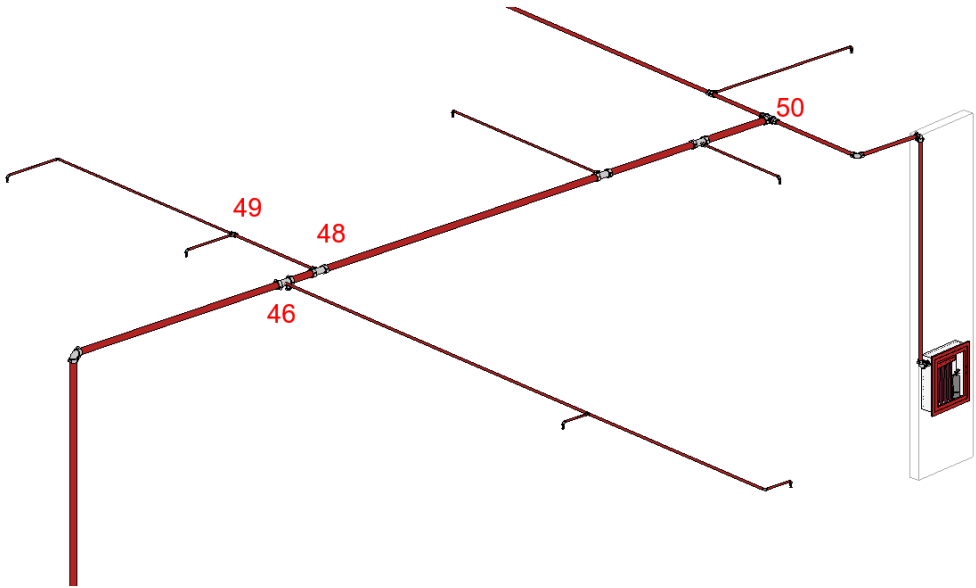
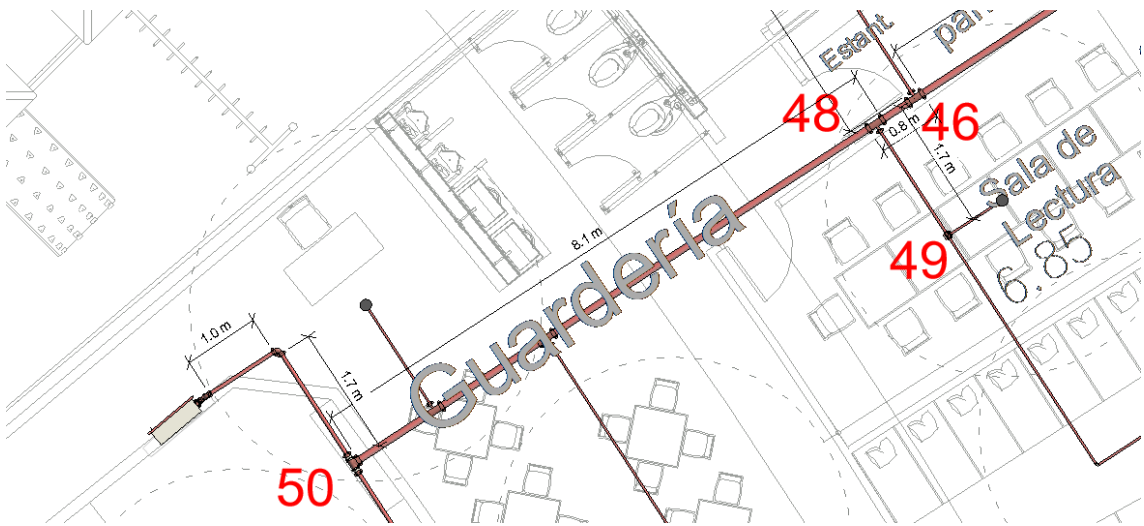
Tramo 45-47:



Cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Pieza Cl	Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4				C	hf (m)							
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total									
39-45	Plástico	4	15.9	46.2	Tee paso directo	1	1.43	1.429	Codo de 45°	3	1.02	3.056		4	0	0		4	0	0	150	1.477	5.9616	Ninguno	110.714	0	☒	1.961191	☒
45-45A	Plástico	4	15.9	2.3	Codo de 90°	1	1.4	1.402	Tee paso de lado	1	4.37	4.373		5	0	0		5	0	0	150	0.074	5.8484	Ninguno	104.365	0	☒	1.961191	☒
45A-46	Acero	3	15.9	8.9	Codo de 90°	1	1.6	1.6	Reducción	1	0.46	0.46		6	0	0		6	0	0	120	1.746	3.8061	Ninguno	95.5592	0	☒	3.486561	☒
46-47	Acero	1	3	6.1	Tee paso de lado	1	1.93	1.93	Reducción	1	0.16	0.16		7	0	0		7	0	0	120	11.5	13.59	Ninguno	81.9692	0	☒	5.920576	☒

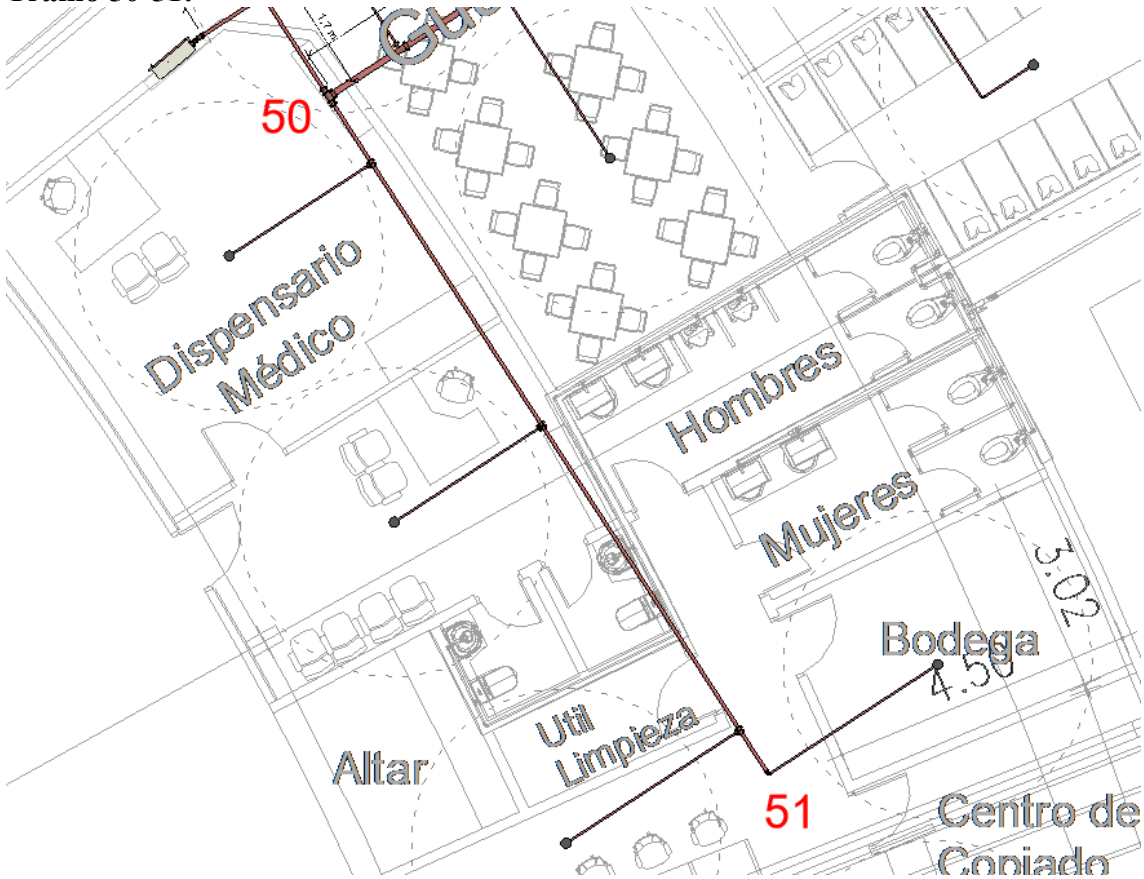
Tramo 46-50:



Cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total h _L (m)	Pieza CI	Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	C	hf (m)							
46-48	Acero	3	15.9	0.8	Tee paso directo	1	1.63	1.63		2	0	0		8	0	0		8	0	0	120	0.157	1.7869	Ninguno	93.7722	0	☒	3.486561	☒
48-49	Acero	1	3	1.7	Tee paso de lado	1	1.93	1.93		3	0	0		9	0	0		9	0	0	120	3.205	5.1349	Ninguno	88.6373	0	☒	5.920576	☒
48-50	Acero	3	15.9	8.1	Tee paso directo	3	1.63	4.89		4	0	0		10	0	0		10	0	0	120	1.589	6.4791	Ninguno	87.2931	0	☒	3.486561	☒
50-GAB	Acero	1 1/2	6.4	6.2	Tee paso de lado	1	2.71	2.71	Reducción	1	0.24	0.235	Codo de 90°	3	0.82	2.46	Salida de tubería	1	1.195	1.195	120	6.598	13.198	Manguera	74.0948	45	☒	5.613583	☒

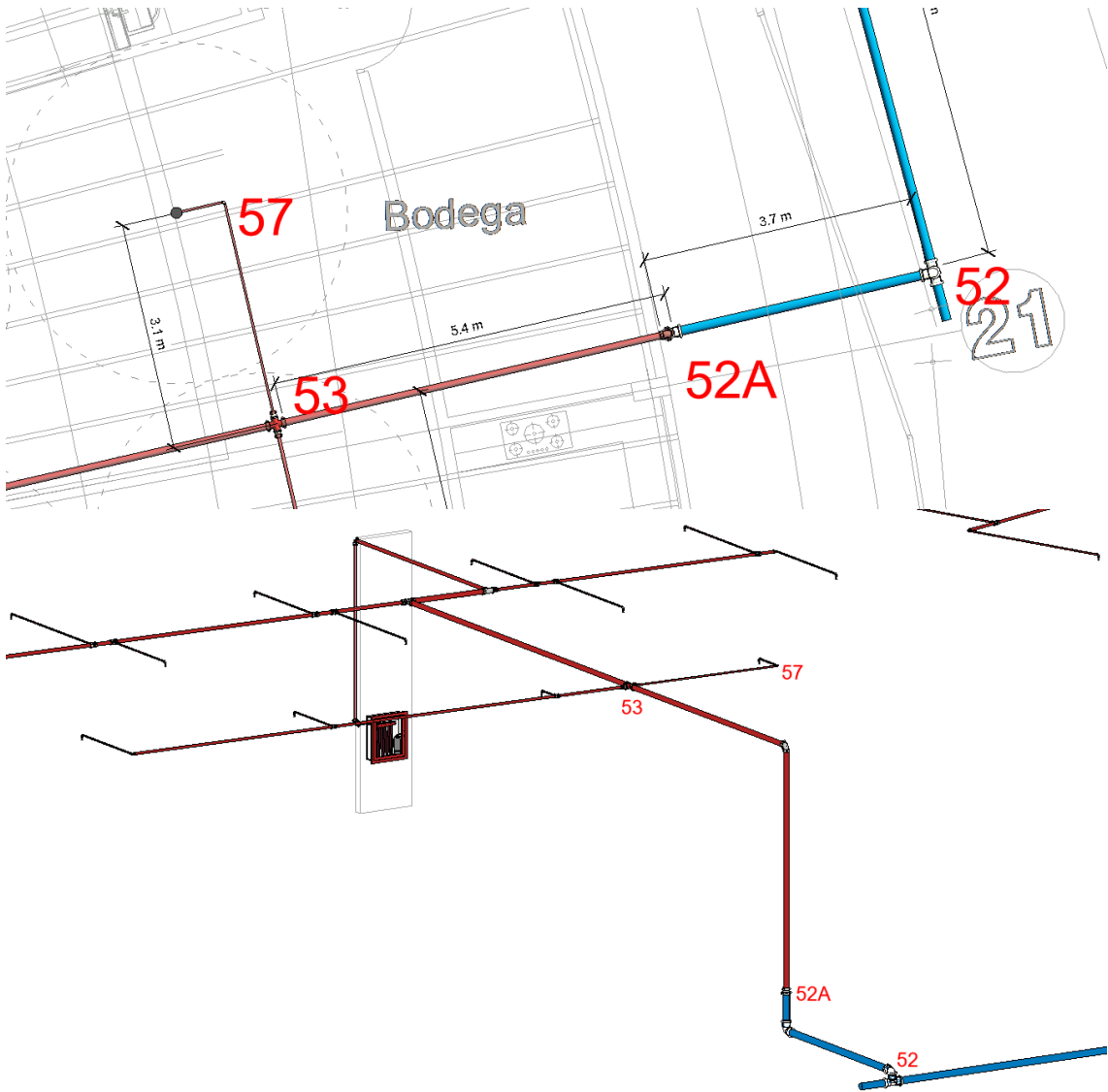
Tramo 50-51:



Cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Pieza CI	Presión de salida (m c.a)	Presión mínima (m c.a)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	C	hf (m)							
50-51	Acero	1 1/2	6	12.1	Tee paso de lado	1	2.71	2.71	Reducción	1	0.24	0.235	Tee paso directo	3	0.835	2.505		2	0	0	120	11.43	16.877	Ninguno	70.4164	0	☒	5.262734	☒

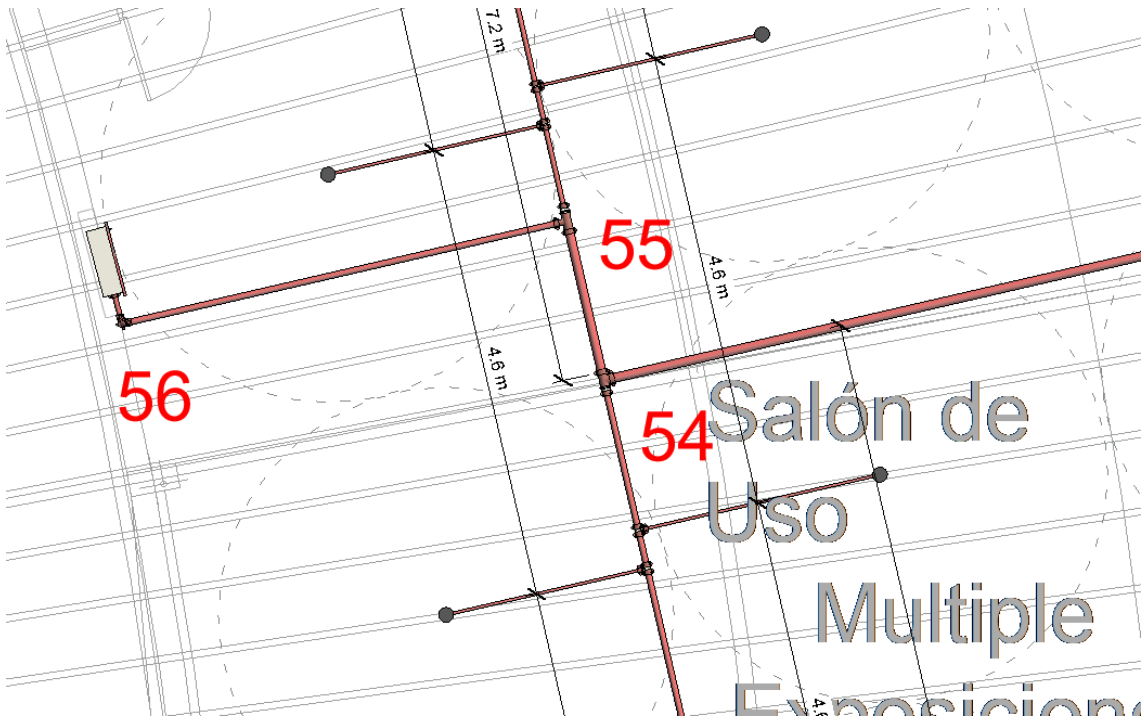
Tramo 52-57:



Cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (L/s)	L (m)	Pérdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Pieza CI	Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	C	hf (m)							
45-52	Plástico	4	15.9	28.5	Tee paso directo	1	1.43	1.429	Codo de 45°	2	1.02	2.037		4	0	0		3	0	0	150	0.911	4.3772	Ninguno	106.336	0	☒	1.961191	☒
52-52A	Plástico	4	15.9	4	Tee paso de lado	1	4.37	4.373	Codo de 90°	2	1.4	2.805		5	0	0		4	0	0	150	0.128	7.3052	Ninguno	98.5313	0	☒	1.961191	☒
52A-53	Acero	3	15.9	10.4	Reducción	1	0.46	0.46	Codo de 90°	1	1.6	1.6		7	0	0		6	0	0	120	2.04	4.1003	Ninguno	89.431	0	☒	3.486561	☒
53-57	Acero	3/4	1.5	3.1	Tee paso de lado	1	1.54	1.54	Reducción	1	0.12	0.123		12	0	0		11	0	0	120	6.574	8.236	Ninguno	81.195	0	☒	5.262734	☒

Tramo 54-56:



Cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (l/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Pieza CI	Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	C	hf (m)							
54-55	Acero	3	12.4	1.7	Tee paso de lado	1	5.05	5.05		3	0	0		9	0	0		8	0	0	120	0.21	5.2604	Ninguno	81.0299	0	☒	2.719079	☒
55-56	Acero	2	6.4	4.4	Tee paso de lado	1	3.49	3.49	Reducción	1	0.31	0.31		10	0	0		9	0	0	120	1.153	4.9532	Ninguno	76.0767	0	☒	3.15764	☒
56-GAB	Acero	1 1/2	6.4	3.5	Codo de 90°	2	0.82	1.64	Reducción	1	0.24	0.235		11	0	0		10	0	0	120	3.725	5.5999	Manguera	70.4768	45	☒	5.613583	☒

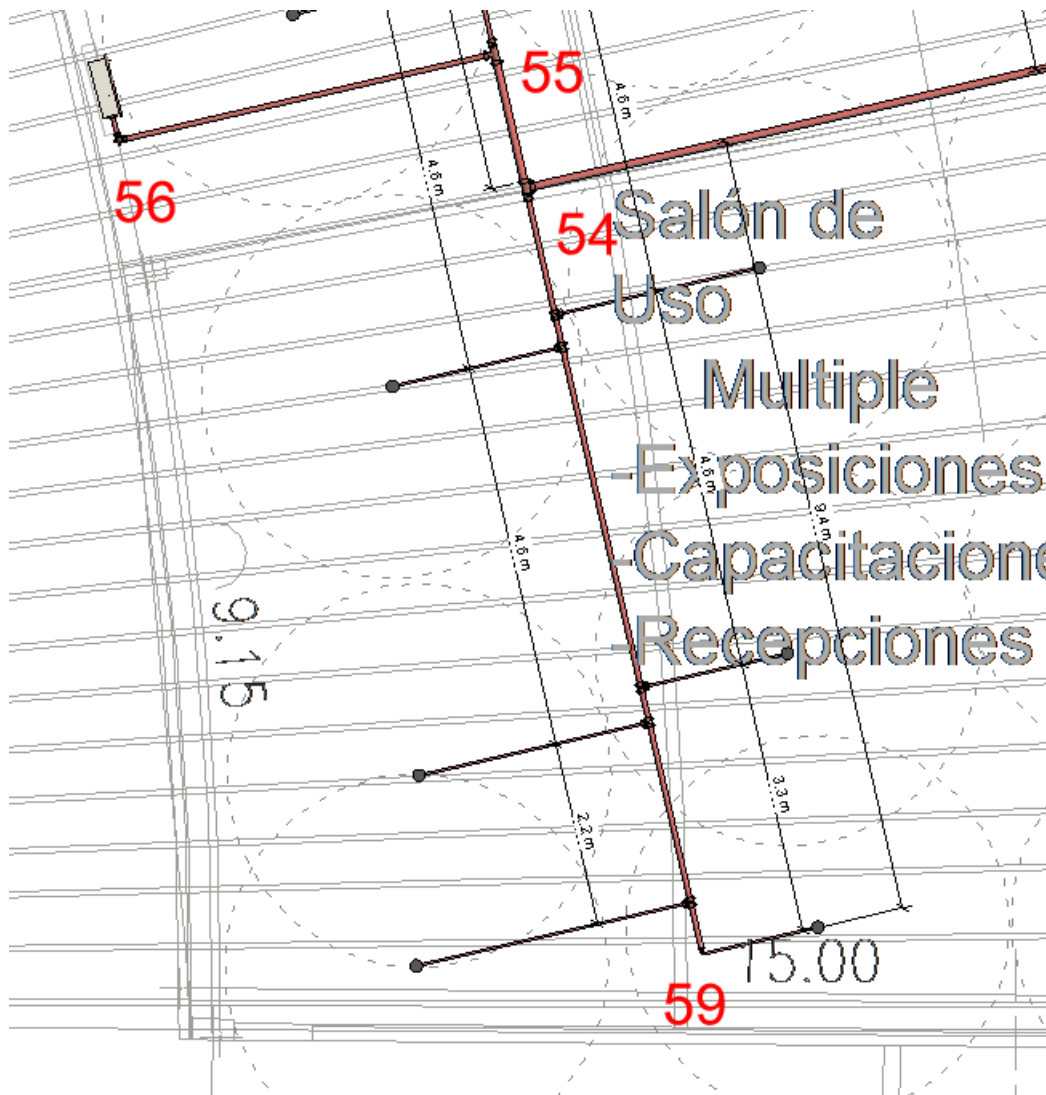
Tramo 55-57:



Cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (L/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Pieza CI	Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	C	hf (m)							
55-57	Acero	1 1/2	6	6	Tee paso directo	4	0.84	3.34	Reducción	1	0.24	0.235		2	0	0		14	0	0	120	5.666	9.2411	Ninguno	71.7888	0	☒	5.262734	☒
57-ROC	Acero	3/4	1.5	2	Codo de 90°	1	0.43	0.43	Reducción	1	0.12	0.123	Salida de tubería	1	0.618	0.6175		15	0	0	120	4.241	5.411	Rociador	66.3778	11.37	☒	5.262734	☒

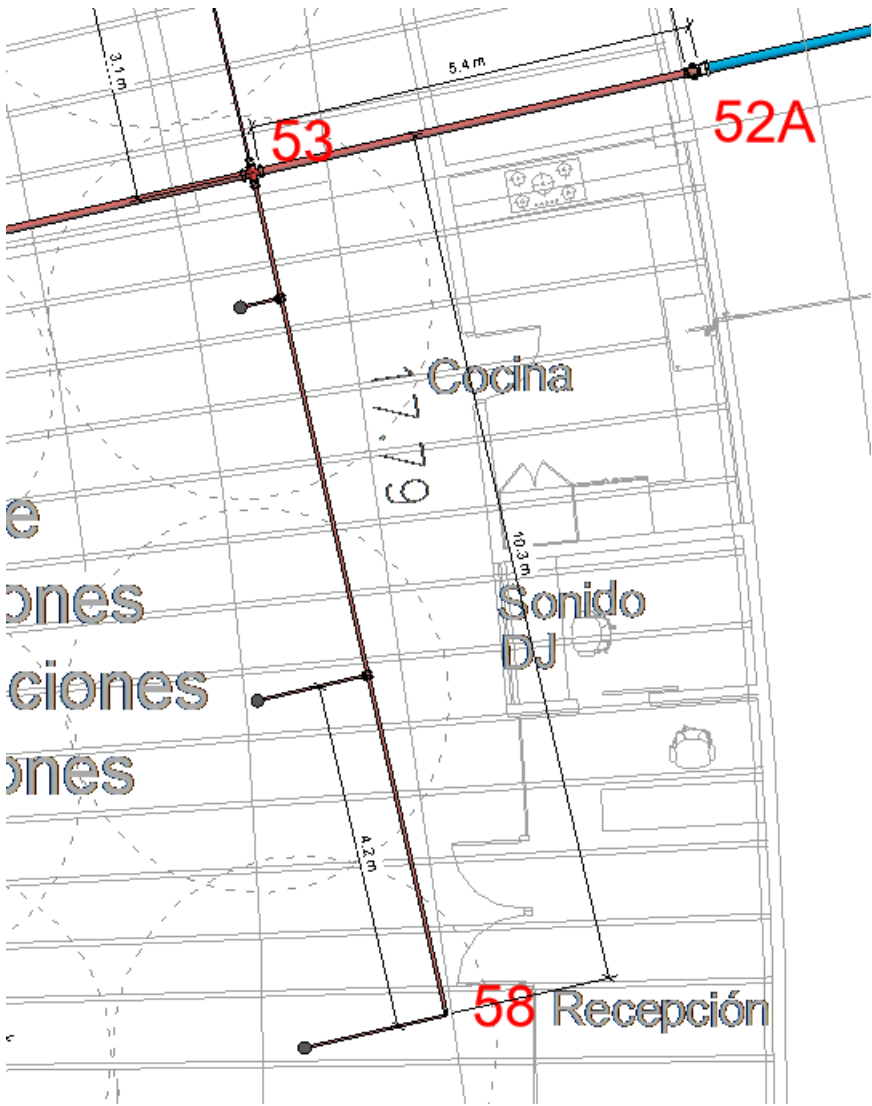
Tramo 54-59:



Cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (l/s)	L (m)	Perdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total h _L (m)	Pieza CI	Presión de salida (m c.a)	Presión mínima (m c.a)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	C	hf (m)							
54-59	Acero	2	9,5	9,4	Tee paso directo	5	1.1	5.5	Reducción	1	0.31	0.31	Tee paso de lado	1	3.49	3.49		13	0	0	120	5.12	14.42	Ninguno	71.8701	0	☒	4.687122	☒

Tramo 53-58:



Cálculos:

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (l/s)	L (m)	Pérdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Pieza CI	Presión de salida (m c.a.)	Presión mínima (m c.a.)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	C	hf (m)							
53-58	Acero	1 1/4	4.5	10.3	Tee paso directo	2	0.7	1.405	Reducción	1	0.2	0.198	Tee paso de lado	1	2.32	2.32		12	0	0	120	13.88	17.799	Ninguno	71.6321	0	☒	5.683753	☒

5.14 Resumen de cálculos por tramos:

Presión mínima (m c.a)	125
------------------------	-----

Tramo	MT	DN (in)	Qtramo (L/s)	L (m)	Pérdidas por accesorios - Longitud equivalente (m)																Pérdidas por fricción		Pérdida total hL (m)	Pieza CI	Presión de salida (m c.a)	Presión mínima (m c.a)	Check Presión	Velocidad (m/s)	Check Velocidad
					Accesorio 1				Accesorio 2				Accesorio 3				Accesorio 4												
					Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	Nombre	Cant	Le	Total	C	hf (m)							
1-2	Plástico	4	15.9	41.1	Entrada normal	1	1.16	1.164	Codo de 90º	2	1.4	2.805		0	0	0	0	0	0	150	1.314	5.2826	Ninguno	119.717	0	☑	1.961191	☑	
2-3	Plástico	4	15.9	15.9	Codo de 45º	1	1.02	1.019	Tee paso de lado	1	4.37	4.373		1	0	0		1	0	0	150	0.508	5.8994	Ninguno	113.818	0	☑	1.961191	☑
3-3A	Plástico	4	15.9	2.4	Codo de 90º	2	1.4	2.805	Tee paso de lado	1	4.37	4.373		2	0	0		2	0	0	150	0.077	7.254	Ninguno	106.064	0	☑	1.961191	☑
3A-4	Acero	3	15.9	9.6	Reducción	1	0.46	0.46	Tee paso de lado	1	5.05	5.05	Codo de 90º	3	1.6	4.8		3	0	0	120	1.883	12.193	Ninguno	88.8706	0	☑	3.486561	☑
4-5	Acero	3	15.9	21.3	Tee paso directo	7	1.63	11.41	Tee paso de lado	1	5.05	5.05		1	0	0		4	0	0	120	4.179	20.639	Ninguno	68.2318	0	☑	3.486561	☑
5-GAB	Acero	1 1/2	6.4	5	Codo de 90º	2	0.82	1.64	Tee paso de lado	1	2.71	2.71	Salida de tubería	1	1.195	1.195	Reducción	1	0.235	0.235	120	5.321	11.101	Manguera	57.1306	45	☑	5.613583	☑
5-6	Acero	2	9.5	9.1	Tee paso directo	4	1.1	4.4		2	0	0		2	0	0		2	0	0	120	4.957	9.3569	Ninguno	58.8749	0	☑	4.687122	☑
6-7	Acero	1 1/2	6	3.9	Tee paso directo	2	0.84	1.67		3	0	0		3	0	0		3	0	0	120	3.683	5.353	Ninguno	51.7776	0	☑	5.262734	☑
7-ROC	Acero	3/4	1.5	2.6	Tee paso directo	1	0.44	0.438	Codo de 90º	2	0.43	0.86	Reducción	1	0.123	0.1225		4	0	0	120	5.513	6.9333	Rociador	44.8443	11.37	☑	5.262734	☑
4-8	Acero	3	15.9	19	Tee paso directo	5	1.63	8.15	Tee paso de lado	1	5.05	5.05		2	0	0		5	0	0	120	3.728	16.928	Ninguno	71.943	0	☑	3.486561	☑
8-GAB	Acero	1 1/2	6.4	5	Codo de 90º	2	0.82	1.64	Tee paso de lado	1	2.71	2.71	Salida de tubería	1	1.195	1.195	Reducción	1	0.235	0.235	120	5.321	11.101	Manguera	60.8418	45	☑	5.613583	☑
8-9	Acero	2	9.5	14.6	Tee paso directo	5	1.1	5.5	Reducción	1	0.31	0.31		2	0	0		2	0	0	120	7.953	13.763	Ninguno	47.079	0	☑	4.687122	☑
9-10	Acero	1 1/2	6	8.2	Tee paso directo	3	0.84	2.505	Reducción	1	0.24	0.235		3	0	0		3	0	0	120	7.744	10.484	Ninguno	36.5953	0	☑	5.262734	☑
10-ROC	Acero	3/4	1.5	2	Tee paso directo	1	0.44	0.438	Reducción	1	0.12	0.123	Codo de 90º	2	0.43	0.86		4	0	0	120	4.241	5.661	Rociador	30.9343	11.37	☑	5.262734	☑
3-11	Plástico	4	15.9	46.4	Tee paso directo	1	1.43	1.429	Codo de 45º	2	1.02	2.037		3	0	0		5	0	0	150	1.483	4.9493	Ninguno	108.869	0	☑	1.961191	☑
11-11A	Plástico	4	15.9	2.6	Tee paso de lado	1	4.37	4.373	Codo de 90º	1	1.4	1.402		4	0	0		6	0	0	150	0.083	5.858	Ninguno	102.511	0	☑	1.961191	☑
11A-12	Acero	3	15.9	11.7	Reducción	1	0.46	0.46	Codo de 90º	1	1.6	1.6		5	0	0		7	0	0	120	2.295	4.3554	Ninguno	88.1553	0	☑	3.486561	☑
12-13	Acero	3	15.9	6.8	Tee paso directo	1	1.63	1.63	Tee paso de lado	1	5.05	5.05		6	0	0		8	0	0	120	1.334	8.0141	Ninguno	80.1412	0	☑	3.486561	☑
13-14	Acero	3	15.9	23.9	Tee paso directo	8	1.63	13.04		0	0	0		0	0	0		0	0	0	120	4.689	17.729	Ninguno	62.4124	0	☑	3.486561	☑
14-GAB	Acero	1 1/2	6.4	4.8	Tee paso de lado	1	2.71	2.71	Codo de 90º	2	0.82	1.64	Salida de tubería	1	1.195	1.195	Reducción	1	0.235	0.235	120	5.108	10.888	Manguera	51.524	45	☑	5.613583	☑
14-15	Acero	2	9.5	13.8	Tee paso directo	5	1.1	5.5	Reducción	1	0.31	0.31		0	0	0		2	0	0	120	7.517	13.327	Ninguno	38.197	0	☑	4.687122	☑
15-16	Acero	1 1/2	4.5	5.3	Tee paso directo	2	0.84	1.67	Reducción	1	0.24	0.235		1	0	0		3	0	0	120	2.938	4.8428	Ninguno	33.3542	0	☑	3.94705	☑
16-ROC	Acero	3/4	1.5	2.9	Tee paso directo	1	0.44	0.438	Codo de 90º	2	0.43	0.86	Reducción	1	0.123	0.1225	Salida de tubería	1	0.6175	0.6175	120	6.149	8.1869	Rociador	25.1673	11.37	☑	5.262734	☑
13-17	Acero	3	15.9	6.8	Tee paso de lado	1	5.05	5.05		3	0	0		2	0	0		2	0	0	120	1.334	6.3841	Rociador	73.7572	11.37	☑	3.486561	☑
17-18	Acero	1 1/4	3	1.8	Tee paso de lado	1	2.32	2.32	Reducción	1	0.2	0.198		3	0	0		3	0	0	120	1.144	3.6619	Rociador	70.0952	11.37	☑	3.789168	☑
17-19	Acero	3	15.9	25.9	Tee paso directo	7	1.63	11.41	Codo de 90º	1	1.6	1.6		4	0	0		4	0	0	120	5.081	18.091	Rociador	52.004	11.37	☑	3.486561	☑
19-GAB	Acero	1 1/2	6.4	4	Tee paso de lado	1	2.71	2.71	Codo de 90º	2	0.82	1.64	Reducción	1	0.235	0.235		1	0	0	120	4.257	8.842	Manguera	46.162	45	☑	5.613583	☑
19-20	Acero	2	9.5	12	Tee paso directo	4	1.1	4.4	Reducción	1	0.31	0.31		2	0	0		2	0	0	120	6.537	11.247	Ninguno	40.7575	0	☑	4.687122	☑
19-21	Acero	1 1/2	6	7.3	Tee paso directo	3	0.84	2.505	Reducción	1	0.24	0.235		3	0	0		3	0	0	120	6.894	9.6338	Ninguno	31.1237	0	☑	5.262734	☑
21-ROC	Acero	3/4	1.5	4.8	Tee paso directo	1	0.44	0.438	Reducción	1	0.12	0.123	Codo de 90º	2	0.43	0.86	Salida de tubería	1	0.6175	0.6175	120	10.18	12.216	Rociador	18.9079	11.37	☑	5.262734	☑
11-22	Plástico	4	15.9	20.1	Tee paso directo	1	1.43	1.429	Codo de 90º	2	1.4	2.805	Codo de 45º	1	1.019	1.0187		2	0	0	150	0.642	5.8947	Ninguno	102.974	0	☑	1.961191	☑

22-22A	Plástico	4	15.9	2.3	Tee paso de lado	1	4.37	4.373	Codo de 90°	1	1.4	1.402		2	0	0		3	0	0	150	0.074	5.8484	Ninguno	96.6255	0	☒	1.961191	☒
22A-23	Acero	3	15.9	10.4	Reducción	1	0.46	0.46	Codo de 90°	2	1.6	3.2	Tee paso directo	1	1.63	1.63		4	0	0	120	2.04	7.3303	Ninguno	84.2952	0	☒	3.486561	☒
23-24	Acero	1 1/2	6	7.7	Reducción	1	0.24	0.235	Tee paso directo	3	0.84	2.505	Tee paso de lado	1	2.71	2.71		5	0	0	120	7.272	12.722	Ninguno	71.5737	0	☒	5.262734	☒
24-25	Acero	1 1/4	3	2.4	Reducción	1	0.2	0.198	Tee paso directo	1	0.7	0.703	Codo de 90°	1	0.69	0.69		6	0	0	120	1.526	3.1159	Ninguno	68.4578	0	☒	3.789168	☒
23-26	Acero	3	15.9	2.3	Tee paso directo	1	1.63	1.63		2	0	0		2	0	0		7	0	0	120	0.451	2.0812	Ninguno	82.214	0	☒	3.486561	☒
26-27	Acero	3	15.9	15.1	Tee paso directo	2	1.63	3.26	Tee paso de lado	1	5.05	5.05		3	0	0		8	0	0	120	2.962	11.272	Ninguno	70.9416	0	☒	3.486561	☒
27-28	Acero	3	15.9	7.8	Tee paso directo	3	1.63	4.89		2	0	0		4	0	0		9	0	0	120	1.53	6.4203	Ninguno	64.5213	0	☒	3.486561	☒
28-29	Acero	2	6.4	13.2	Tee paso directo	1	1.1	1.1	Codo de 90°	1	1.08	1.08	Reducción	1	0.31	0.31		10	0	0	120	3.46	5.9497	Ninguno	58.5716	0	☒	3.15764	☒
29-GAB	Acero	1 1/2	6.4	3.5	Salida de tubería	1	1.2	1.195	Codo de 90°	2	0.82	1.64	Reducción	1	0.235	0.235		11	0	0	120	3.725	6.7949	Ninguno	51.7767	0	☒	5.613583	☒
28-30	Acero	2	9.5	8.6	Reducción	1	0.31	0.31	Tee paso de lado	1	3.49	3.49	Tee paso directo	3	1.1	3.3		12	0	0	120	4.685	11.785	Ninguno	46.7871	0	☒	4.687122	☒
30-31	Acero	1	1.5	8	Reducción	1	0.16	0.16	Tee paso de lado	1	1.93	1.93		4	0	0		13	0	0	120	4.178	6.2678	Ninguno	40.5193	0	☒	2.960288	☒
30-32	Acero	2	9.5	7.5	Tee paso directo	3	1.1	3.3		3	0	0		5	0	0		14	0	0	120	4.085	7.3853	Ninguno	39.4018	0	☒	4.687122	☒
32-33	Acero	1 1/2	6	8.1	Tee paso directo	3	0.84	2.505		4	0	0		6	0	0		15	0	0	120	7.649	10.154	Ninguno	29.2475	0	☒	5.262734	☒
33-ROC	Acero	3/4	1.5	4.2	Tee paso directo	1	0.44	0.438	Codo de 90°	2	0.43	0.86	Reducción	1	0.123	0.1225	Salida de tubería	1	0.6175	0.6175	120	8.906	10.944	Rociador	18.3039	11.37	☒	5.262734	☒
26-34	Acero	3	15.9	7.3	Tee paso directo	1	1.63	1.63		2	0	0		3	0	0		2	0	0	120	1.432	3.0622	Ninguno	79.1518	0	☒	3.486561	☒

34-35	Acero	3	12.4	6.3	Tee paso directo	4	1.63	6.52	Tee paso de lado	1	5.05	5.05		4	0	0		3	0	0	120	0.78	12.35	Ninguno	66.8019	0	☒	2.719079	☒
35-GAB	Acero	1 1/2	6.4	6.7	Tee paso directo	1	0.84	0.835	Codo de 90°	4	0.82	3.28	Reducción	1	0.235	0.235	Salida de tubería	1	1.195	1.195	120	7.13	12.675	Manguera	54.1264	45	☒	5.613583	☒
34-36	Acero	2	9.5	9.9	Tee paso directo	1	1.1	1.1	Reducción	1	0.31	0.31		2	0	0		2	0	0	120	5.393	6.8026	Ninguno	72.3492	0	☒	4.687122	☒
36-37	Acero	1 1/2	6	5.5	Tee paso directo	3	0.84	2.505	Reducción	1	0.24	0.235	Tee paso de lado	1	2.71	2.71		3	0	0	120	5.194	10.644	Ninguno	61.7052	0	☒	5.262734	☒
36-38	Acero	1 1/4	4.5	4.5	Tee paso directo	3	0.7	2.108	Reducción	1	0.2	0.198	Codo de 90°	1	0.69	0.69		4	0	0	120	6.063	9.0575	Ninguno	63.2917	0	☒	5.683753	☒
38-ROC	Acero	3/4	1.5	3.2	Codo de 90°	2	0.43	0.86	Reducción	1	0.12	0.123	Salida de tubería	1	0.618	0.6175		5	0	0	120	6.786	8.3856	Rociador	53.3197	11.37	☒	5.262734	☒
2-39	Plástico	4	15.9	6.6	Codo de 90°	1	1.4	1.402	Tee paso directo	1	1.43	1.429		2	0	0		6	0	0	150	0.211	3.0422	Ninguno	116.675	0	☒	1.961191	☒
39-39A	Plástico	4	15.9	2.2	Codo de 90°	1	1.4	1.402	Tee paso de lado	1	4.37	4.373		3	0	0		7	0	0	150	0.07	5.8452	Ninguno	110.33	0	☒	1.961191	☒
39A-40	Acero	3	15.9	9.7	Codo de 90°	1	1.6	1.6	Tee paso directo	1	1.63	1.63	Reducción	1	0.46	0.46		8	0	0	120	1.903	5.593	Ninguno	99.737	0	☒	3.486561	☒
40-41	Acero	1 1/2	6	7.5	Tee paso de lado	1	2.71	2.71	Tee paso directo	3	0.84	2.505	Reducción	1	0.235	0.235		9	0	0	120	7.083	12.533	Ninguno	87.2043	0	☒	5.262734	☒
40-42	Acero	3	15.9	15.7	Tee paso de lado	1	5.05	5.05	Tee paso directo	5	1.63	8.15		2	0	0		10	0	0	120	3.08	16.28	Ninguno	83.4569	0	☒	3.486561	☒
42-GAB	Acero	1 1/2	6.4	7.2	Tee paso directo	1	0.84	0.835	Codo de 90°	2	0.82	1.64	Reducción	1	0.235	0.235	Salida de tubería	1	1.195	1.195	120	7.663	11.568	Manguera	71.8893	45	☒	5.613583	☒
42-43	Acero	2	9.5	9.1	Tee paso directo	4	1.1	4.4	Reducción	1	0.31	0.31		2	0	0		2	0	0	120	4.957	9.6669	Ninguno	62.2224	0	☒	4.687122	☒
43-44	Acero	1 1/2	6	6.9	Tee paso directo	3	0.84	2.505	Reducción	1	0.24	0.235		3	0	0		3	0	0	120	6.516	9.256	Ninguno	52.9664	0	☒	5.262734	☒
39-45	Plástico	4	15.9	46.2	Tee paso directo	1	1.43	1.429	Codo de 45°	3	1.02	3.056		4	0	0		4	0	0	150	1.477	5.9616	Ninguno	110.714	0	☒	1.961191	☒

45-45A	Plástico	4	15.9	2.3	Codo de 90°	1	1.4	1.402	Tee paso de lado	1	4.37	4.373		5	0	0		5	0	0	150	0.074	5.8484	Ninguno	104.365	0	☒	1.961191	☒
45A-46	Acero	3	15.9	8.9	Codo de 90°	1	1.6	1.6	Reducción	1	0.46	0.46		6	0	0		6	0	0	120	1.746	3.8061	Ninguno	95.5592	0	☒	3.486561	☒
46-47	Acero	1	3	6.1	Tee paso de lado	1	1.93	1.93	Reducción	1	0.16	0.16		7	0	0		7	0	0	120	11.5	13.59	Ninguno	81.9692	0	☒	5.920576	☒
46-48	Acero	3	15.9	0.8	Tee paso directo	1	1.63	1.63		2	0	0		8	0	0		8	0	0	120	0.157	1.7869	Ninguno	93.7722	0	☒	3.486561	☒
48-49	Acero	1	3	1.7	Tee paso de lado	1	1.93	1.93		3	0	0		9	0	0		9	0	0	120	3.205	5.1349	Ninguno	88.6373	0	☒	5.920576	☒
48-50	Acero	3	15.9	8.1	Tee paso directo	3	1.63	4.89		4	0	0		10	0	0		10	0	0	120	1.589	6.4791	Ninguno	87.2931	0	☒	3.486561	☒
50-GAB	Acero	1 1/2	6.4	6.2	Tee paso de lado	1	2.71	2.71	Reducción	1	0.24	0.235	Codo de 90°	3	0.82	2.46	Salida de tubería	1	1.195	1.195	120	6.598	13.198	Manguera	74.0948	45	☒	5.613583	☒
50-51	Acero	1 1/2	6	12.1	Tee paso de lado	1	2.71	2.71	Reducción	1	0.24	0.235	Tee paso directo	3	0.835	2.505		2	0	0	120	11.43	16.877	Ninguno	70.4164	0	☒	5.262734	☒
45-52	Plástico	4	15.9	28.5	Tee paso directo	1	1.43	1.429	Codo de 45°	2	1.02	2.037		4	0	0		3	0	0	150	0.911	4.3772	Ninguno	106.336	0	☒	1.961191	☒
52-52A	Plástico	4	15.9	4	Tee paso de lado	1	4.37	4.373	Codo de 90°	2	1.4	2.805		5	0	0		4	0	0	150	0.128	7.3052	Ninguno	98.5313	0	☒	1.961191	☒
52A-53	Acero	3	15.9	10.4	Reducción	1	0.46	0.46	Codo de 90°	1	1.6	1.6		7	0	0		6	0	0	120	2.04	4.1003	Ninguno	89.431	0	☒	3.486561	☒
53-54	Acero	3	15.9	7.7	Tee paso directo	1	1.63	1.63		2	0	0		8	0	0		7	0	0	120	1.511	3.1406	Ninguno	86.2904	0	☒	3.486561	☒
54-55	Acero	3	12.4	1.7	Tee paso de lado	1	5.05	5.05		3	0	0		9	0	0		8	0	0	120	0.21	5.2604	Ninguno	81.0299	0	☒	2.719079	☒
55-56	Acero	2	6.4	4.4	Tee paso de lado	1	3.49	3.49	Reducción	1	0.31	0.31		10	0	0		9	0	0	120	1.153	4.9532	Ninguno	76.0767	0	☒	3.15764	☒
56-GAB	Acero	1 1/2	6.4	3.5	Codo de 90°	2	0.82	1.64	Reducción	1	0.24	0.235		11	0	0		10	0	0	120	3.725	5.5999	Manguera	70.4768	45	☒	5.613583	☒

53-57	Acero	3/4	1.5	3.1	Tee paso de lado	1	1.54	1.54	Reducción	1	0.12	0.123		12	0	0		11	0	0	120	6.574	8.236	Ninguno	81.195	0	☒	5.262734	☒
53-58	Acero	1 1/4	4.5	10.3	Tee paso directo	2	0.7	1.405	Reducción	1	0.2	0.198	Tee paso de lado	1	2.32	2.32		12	0	0	120	13.88	17.799	Ninguno	71.6321	0	☒	5.683753	☒
54-59	Acero	2	9.5	9.4	Tee paso directo	5	1.1	5.5	Reducción	1	0.31	0.31	Tee paso de lado	1	3.49	3.49		13	0	0	120	5.12	14.42	Ninguno	71.8701	0	☒	4.687122	☒
55-57	Acero	1 1/2	6	6	Tee paso directo	4	0.84	3.34	Reducción	1	0.24	0.235		2	0	0		14	0	0	120	5.666	9.2411	Ninguno	71.7888	0	☒	5.262734	☒
57-ROC	Acero	3/4	1.5	2	Codo de 90°	1	0.43	0.43	Reducción	1	0.12	0.123	Salida de tubería	1	0.618	0.6175		15	0	0	120	4.241	5.411	Rociador	66.3778	11.37	☒	5.262734	☒

Tabla 14.- Resumen de calculo de presiones y diámetros de tuberías para la red contra incendios.

5.15 Estación de bombeo:

Tomando en cuenta los cálculos realizados a lo largo de los distintos ramales de tuberías. Se obtiene que es necesario una presión mínima de 125 m c.a con un caudal de 15.9 L/s.

Componentes de estación de bombeo contra incendios según NFPA20:

Según la **NFPA 20**, una estación de bombeo contra incendio incluye varios componentes fundamentales para asegurar que el sistema funcione de manera confiable y eficiente en situaciones de emergencia. Estos componentes incluyen bombas, controles, tuberías, válvulas y equipos auxiliares, cada uno con una función específica para garantizar el suministro de agua a presión constante.

Componentes de una Estación de Bombeo Contra Incendio

5.15.1 Bomba Principal:

- Diseñada para proporcionar el caudal y la presión necesarios para combatir el incendio.
- Puede ser una bomba centrífuga de tipo horizontal, vertical en línea o de turbina vertical.
- Se selecciona de acuerdo con los requerimientos de presión y caudal del sistema.

5.15.2 Motor de la Bomba Principal:

- La bomba principal puede ser impulsada por un motor eléctrico o un motor de combustión interna (generalmente diésel).
- Los motores eléctricos son comunes en áreas donde la electricidad es confiable, mientras que los motores diésel son usados donde se necesita independencia de la red eléctrica.
- La NFPA 20 especifica requisitos para la confiabilidad y arranque automático en los motores diésel.

5.15.3 Bomba Jockey:

- Esta bomba de baja capacidad y alta presión mantiene la presión en la red cuando no hay demanda de agua, evitando arranques innecesarios de la bomba principal.
- La bomba jockey compensa pequeñas pérdidas de presión en el sistema de tuberías debido a fugas menores o contracción del agua.

5.15.4 Controles de Arranque y Paro:

- La estación de bombeo tiene un panel de control para gestionar el arranque y paro automático de las bombas.
- Los controles están configurados para activar la bomba principal cuando la presión del sistema baja a un nivel específico (por la demanda de agua en el incendio) y detenerla cuando la presión se recupera.

5.15.5 Válvulas de Control:

- Incluyen válvulas de compuerta y válvulas de retención.
- Las **válvulas de compuerta** permiten el cierre de la línea para mantenimiento o pruebas.
- Las **válvulas de retención** evitan el retroceso del flujo de agua en el sistema, asegurando que el flujo vaya en la dirección correcta.

5.15.6 Manómetros y Transductores de Presión:

- Son instrumentos para medir la presión en el sistema.
- Estos dispositivos permiten a los operadores y al sistema de control monitorear la presión en el sistema y asegurar que se mantenga en los niveles requeridos.

5.15.7 Tanque de Combustible (para sistemas diésel):

- Si la bomba principal es impulsada por un motor diésel, se requiere un tanque de combustible con capacidad suficiente para mantener la bomba en operación durante un tiempo específico.

5.16 Selección de bombas:

- **Bomba principal:** Bomba centrífuga con capacidad de impulsión de al menos **16 L/s** a una presión de **125 m c.a.**
- **Bomba Jockey:** Se requerirá una presión de arranque de 10% mayor a la presión de la bomba principal, por tanto, se obtiene que se requiere de **140 m c.a.**

Para el caudal de la bomba Jockey, se toma en cuenta que sea menor que la demanda mínima del sistema, Tomando en cuenta que el caudal de cada rociador es de 1.5L/s, entonces se requiere de una bomba Jockey **menor que 1.5 L/s**, para así garantizar que cuando algún rociador entre en operación, sea la bomba principal la que se active.

5.17 Potencia de bomba:

Ecuación de potencia de bomba:

$$P = \frac{\gamma * Ha * Q}{n}$$

Donde:

P: Potencia de bomba (Kw).

γ : Peso específico del fluido (kN/m³).

Ha: Presión mínima (m c.a).

Q: Caudal mínimo (m³/s).

n: Factor de eficiencia de bomba.

Para el proyecto:

$$P = \frac{9.81 * 125 * 0.016}{0.9}$$

$$P = 21.8kW$$

Un sistema dual de estación de bombeo consta de dos bombas, una de gasolina y otra eléctrica, que trabajan de forma complementaria para garantizar el suministro continuo de agua o combustible. La bomba eléctrica es ideal para operar cuando hay suministro eléctrico disponible, mientras que la bomba de gasolina entra en acción cuando se pierde la electricidad, asegurando así la operación sin interrupciones. Este sistema es útil en lugares donde las interrupciones de energía son comunes, proporcionando flexibilidad y fiabilidad. Tomando en cuenta un sistema con dos bombas principales, el cual conste de una bomba centrífuga con motor a gasolina y otra bomba centrífuga con un motor eléctrico, se obtiene:

Potencia por bomba:

$$P = \frac{21.8}{2} = 11kW$$

5.18 Tanque de almacenamiento:

Se debe tomar en consideración que NFPA 20 prohíbe la succión negativa en un sistema de bombeo contra incendios. Lo más adecuado es instalar un tanque específicamente para el uso de la reserva de agua contra incendios. El cual, a diferencia de la estación de bombeo para agua potable, garantice que no exista sección negativa.

La **NFPA 20** prohíbe la **succión negativa** en los sistemas de bombeo contra incendio debido a varios factores de seguridad y eficiencia que afectan el rendimiento y confiabilidad de la bomba. La succión negativa, también llamada **succión con elevación** (cuando el nivel de agua está por debajo de la bomba), crea una situación en la que la bomba debe “jalar” el agua hacia arriba, lo cual puede producir problemas serios en la operación.

Razones para la Prohibición de la Succión Negativa en Sistemas de Bombeo Contra Incendio:

5.18.1 Evitar la Cavitación:

- Cuando una bomba opera en succión negativa, hay una mayor probabilidad de **cavitación**, un fenómeno donde se forman burbujas de vapor en el interior de la bomba debido a una presión negativa en el agua.
- La cavitación puede causar daños significativos en los componentes internos de la bomba, como los impulsores, y reducir su vida útil, lo cual afecta la confiabilidad del sistema contra incendios.

5.18.2 Problemas en el Arranque y Fallo de Operación:

- Para que una bomba en succión negativa funcione adecuadamente, es necesario que esté “cebada” o llena de agua en la tubería de succión.
- En emergencias, cualquier falla en el cebado impide el arranque de la bomba, retrasando o comprometiendo la respuesta al incendio.
- Además, el proceso de cebado en condiciones de succión negativa es complicado y puede fallar, poniendo en riesgo el funcionamiento en el momento en que más se necesita.

5.18.3 Caída de Presión y Reducción del Caudal:

- La succión negativa puede reducir la presión de entrada a la bomba, lo que impacta negativamente en el caudal de descarga. Esto puede hacer que la bomba no alcance la presión y caudal requeridos para extinguir o controlar el incendio.
- Los sistemas contra incendio requieren una presión de descarga estable y confiable, y la succión negativa dificulta la capacidad de la bomba para mantener estas condiciones, afectando el rendimiento del sistema.

5.18.4 Mayor Riesgo de Fugas y Pérdidas de Agua:

- Con succión negativa, el sistema de tuberías de succión está sometido a presión negativa, lo que aumenta el riesgo de **filtración de aire** en las juntas o conexiones.
- La presencia de aire en las tuberías disminuye la eficiencia del sistema y puede causar variaciones en la presión, comprometiendo la descarga de la bomba y su capacidad de respuesta.

5.19 Dimensionamiento del tanque de almacenamiento:

Tomando en cuenta la tabla 19.2.3.1.2, de la NFPA13, en donde se asigna la duración del suministro de agua para cada tipo de ocupación:

Tabla 19.2.3.1.2 Requisitos de asignación para chorros de mangueras y duración del suministro de agua para sistemas calculados hidráulicamente

Ocupación	Manguera interior		Manguera interior y exterior total combinada		Duración (minutos)
	gpm	L/min	gpm	L/min	
Riesgo leve	0, 50, o 100	0, 190, o 380	100	380	30
Riesgo ordinario	0, 50, o 100	0, 190, o 380	250	950	60 o 90
Riesgo extra	0, 50, o 100	0, 190, o 380	500	1900	90 o 120

Se toma como duración **30min.**

Mediante la formula:

$$Q = \frac{Volumen}{tiempo}$$

Despejando para el Volumen:

$$Volumen = Q * Tiempo$$

El caudal de diseño corresponde a: 15.9 L/s

$$Volumen = 0.0159 \frac{m^3}{s} * 30min * 60 \frac{s}{1min} = 28.62m^3$$

Se aproxima el valor obtenido:

$$Volumen = 30m^3$$

5.20 Resumen dimensionamiento del tanque de agua contra incendios:

Tanque de almacenamiento	
Qdiseño (L/s)	15.9
Duracion (min)	30
Volumen aprx (m3)	28.62
Volumen (m3)	30

6. Conclusiones

En el presente proyecto integrador, se ha diseñado y evaluado el sistema de agua potable, alcantarillado pluvial y sanitario, así como la red de protección contra incendios, asegurando su funcionalidad y cumplimiento con las normativas técnicas aplicables. Se ha basado en los lineamientos establecidos por la NFPA (**National Fire Protection Association**), las normativas locales EMMAP y NEC 11-16, garantizando la seguridad, eficiencia y sostenibilidad del proyecto.

- **Sistema de agua potable:** El diseño asegura un suministro constante y adecuado a las demandas previstas, considerando las presiones requeridas y el caudal necesario acorde el criterio de simultaneidad de uso para los usuarios finales. Se verificó la capacidad de la red y su integración con la infraestructura existente. Es decir se realizado un trazado acorde la arquitectura del proyecto.
- **Alcantarillado pluvial y sanitario:** Se determinaron caudales de diseño en función de los períodos de retorno y las condiciones topográficas del área de intervención. Para lo cual mediante las curvas IDF del Inami se determinó los diámetros, pendientes y materiales de las tuberías fueron seleccionados para minimizar riesgos de obstrucción, garantizar el flujo eficiente y evitar desbordamientos durante eventos críticos. Para el alcantarillado sanitario se verificó pendientes y velocidades máximas a fin de precautelar el sistema y garantizar que funcione adecuadamente, evitando sedimentaciones a lo largo de las tuberías.
- **Red de protección contra incendios:** Se dimensionaron los sistemas de abastecimiento, distribución y almacenamiento conforme a los requerimientos mínimos de presión, caudal y cobertura definidos por la NFPA, priorizando la seguridad de las personas y la protección de los bienes.

El diseño desarrollado cumple con los estándares técnicos y normativos, asegurando la integración de los sistemas mencionados con el entorno y las necesidades del proyecto. Este trabajo constituye una herramienta esencial para la ejecución, operación y mantenimiento de la infraestructura, contribuyendo a la sostenibilidad y seguridad del entorno construido.

A continuación, se presentan las conclusiones, estableciendo una comparación con los objetivos genrales y resaltando los resultados obtenidos:

- **Dimensionamiento de las redes de tubería del sistema hidráulico:** Se logró dimensionar de manera precisa y eficiente las redes de tubería, aplicando cálculos hidráulicos rigurosos mediante la teoría de mecánica de fluidos para redes de conducción a presión, y así garantizar el adecuado caudal y presión en cada tramo del sistema. Este resultado asegura un funcionamiento óptimo del sistema, minimizando pérdidas y asegurando una distribución uniforme del fluido.
- **Determinación de la potencia de la bomba para los diferentes sistemas de presión:** Se llevó a cabo una correcta selección de bombas, dimensionándolas según los requerimientos de caudal, altura manométrica y eficiencia energética. Los resultados obtenidos permiten garantizar un suministro constante y fiable de agua, evitando sobrepresiones o falta de la misma.
- **Aplicación de normativas nacionales y municipales:** Se cumplió de forma estricta con las normativas establecidas, tanto a nivel nacional (NEC) como local. Este cumplimiento asegura la viabilidad técnica y legal del proyecto, además de contribuir con la sostenibilidad y seguridad del sistema diseñado.
- **Presentación de planos de calidad profesional:** Se elaboraron planos técnicos detallados con especificaciones claras y vistas isométricas, mediante Revit, Civil3D y AutoCAD, lo cual facilita la correcta interpretación y ejecución del diseño. Estos planos cumplen con los estándares profesionales, permitiendo una visualización integral del sistema hidráulico.

En general, se puede concluir que todos los objetivos planteados al inicio del proyecto fueron alcanzados satisfactoriamente. El diseño final demuestra ser técnicamente viable, eficiente y adaptado a las necesidades del proyecto. Además, se logró mitigar las dificultades que surgieron durante el desarrollo, como la recopilación de información preliminar, implantación de la red general interna acorde a la arquitectura del proyecto y la selección de equipos hidráulicos adecuados, a través de un análisis detallado y constante validación de los resultados.

Para futuros proyectos o diseños similares hidrosanitarios en estructuras de uso comercial, se sugieren las siguientes recomendaciones:

- **Analizar la información disponible del proyecto:** Es importante contar con datos topográficos y técnicos precisos desde el inicio del proyecto, ya que esto facilita los cálculos hidráulicos y evita ajustes innecesarios en etapas posteriores.
- **Utilizar software especializado:** Se recomienda emplear herramientas de modelado y simulación hidráulica como **EPANET**, **WaterCAD** o **Plumber**, ya que permiten optimizar el diseño, validar resultados y detectar posibles fallas antes de la construcción.
- **Realizar iteraciones en el trazado de redes:** Cuando se busca alcanzar la presión mínima en el artefacto mas desfavorable, resulta útil realizar varios trazados de redes preliminares según arquitectura para minimizar costos y obtener un diseño mas optimo.
- **Considerar futuras expansiones del sistema:** Diseñar las redes de tubería y equipos con la posibilidad de crecimiento, de acuerdo con proyecciones de demanda o expansiones del proyecto.
- **Conexiones de redes a gravedad:** Las redes de tubería sanitaria internas deben evitar conexiones a 90 grados, resulta mas sencillo trazar la primera tubería desde el artefacto mas lejano hacia la caja de revisión externa, para después conectar los siguientes artefactos a 45 grados.
- **Uso de software de dibujo profesional:** Tener en cuenta el uso de herramientas de dibujo para facilitar la lectura de los resultados obtenidos, los detalles de las conecciones, etc. De modo que resulte práctico para el constructor la lectura de la información que se diseñó.

7. Referencias bibliográficas

National Fire Protection Association. (2022). *NFPA 13: Standard for the installation of sprinkler systems*. National Fire Protection Association.

National Fire Protection Association. (2022). *NFPA 14: Standard for the installation of standpipe and hose systems*. National Fire Protection Association.

National Fire Protection Association. (2022). *NFPA 20: Standard for the installation of stationary pumps for fire protection*. National Fire Protection Association.

Norma ecuatoriana de la construcción: NEC 11 – 16. Norma hidrosanitaria.

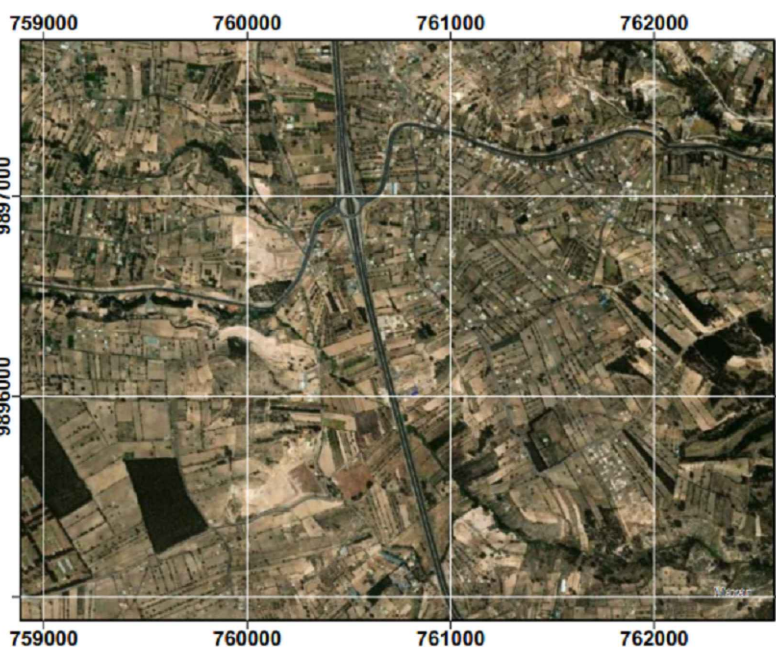
Gribbin, J. E. (1997). *Introduction to hydraulics & hydrology* (3.^a ed.). Cengage Learning.

Mott, R. L. (2006). *Mecánica de fluidos* (6.^a ed.). Pearson Educación.

Anexo A: Planos sistema de agua potable y alcantarillado sanitario.



UBICACION:



OBJETO DE CONTRATO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES ARQUITECTONICOS Y DE INGENIERIA DEL "MERCADO DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"
Nº DE PROCESO:

REFERENCIAS:

SELLOS MUNICIPALES:

PROYECTO:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES ARQUITECTONICOS Y DE INGENIERIA DEL "MERCADO DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

PLANO: PLANO HIDROSANITARIO

CONTIENE: RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EXTERIOR

RESPONSABLE:

IGNACIO CARVAJAL

FECHA:

OCTUBRE / 2024

ARCHIVO:

PLANS_HIDROSANITARIOS.DWG

CONSULTOR:

ESCALA:

INDICADA

DIBUJO:

NIVEL:

VARIOS

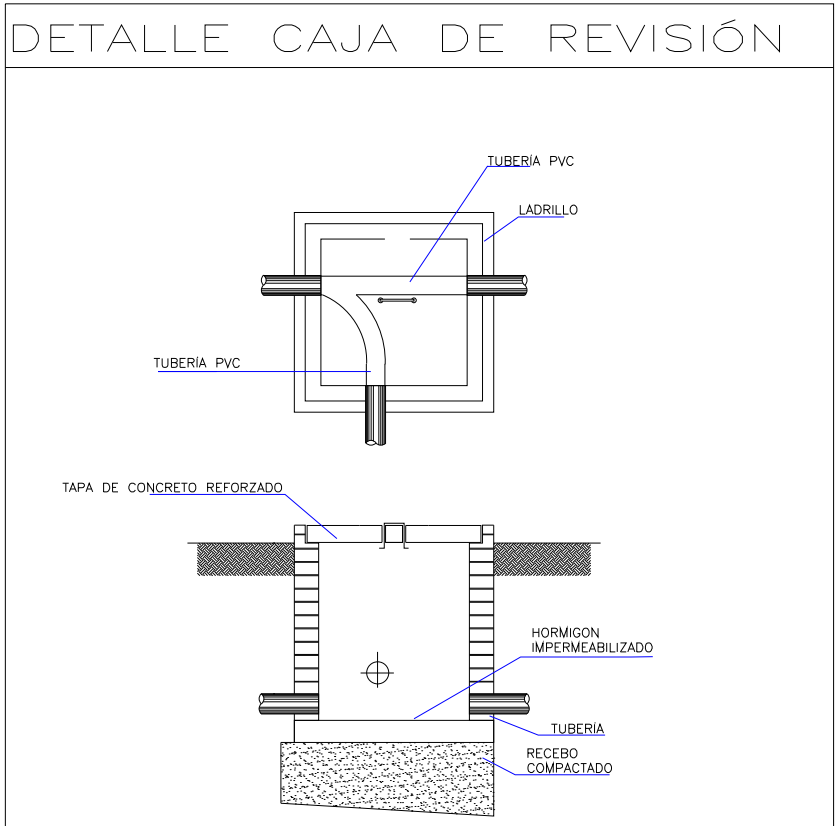
LAMINA:

01-H-01

TABLA DE POZOS ALCANTARILLADO SANITARIO				
NÚMERO DE POZO	DETALLE	TUBERÍAS DE ENTRADA	TUBERÍAS DE SALIDA	COORDENADAS
PZ - 8	PZ - 8 CT=2867.05 CF=2862.83 H=4.22 m	PVC N° 8, Ø250 mm, COTA ENTRADA =2862.83	PVC N° 7, Ø250 mm COTA SALIDA =2862.83	761021.3169 E 9895441.2122 N
PZ - 9	PZ - 9 CT=2867.00 CF=2863.32 H=3.68 m	PVC N° 9, Ø250 mm, COTA ENTRADA =2863.32	PVC N° 8, Ø250 mm COTA SALIDA =2863.32	761012.5925 E 9895463.8573 N
PZ - 13	PZ - 13 CT=2866.98 CF=2865.47 H=1.51 m		PVC N° 12, Ø200 mm COTA SALIDA =2865.47	760926.5400 E 9895505.6084 N
PZ - 10	PZ - 10 CT=2866.93 CF=2865.07 H=1.86 m	PVC N° 10, Ø200 mm, COTA ENTRADA =2863.98	PVC N° 9, Ø250 mm COTA SALIDA =2863.93	760997.6755 E 9895500.4974 N
PZ - 11	PZ - 11 CT=2866.88 CF=2864.59 H=2.29 m	PVC N° 11, Ø200 mm, COTA ENTRADA =2864.59	PVC N° 10, Ø200 mm COTA SALIDA =2864.59	760970.3457 E 9895504.2494 N
PZ - 12	PZ - 12 CT=2866.86 CF=2865.07 H=1.78 m	PVC N° 12, Ø200 mm, COTA ENTRADA =2865.07	PVC N° 11, Ø200 mm COTA SALIDA =2865.07	760946.3842 E 9895507.5503 N
PZ - 5	PZ - 5 CT=2866.44 CF=2863.69 H=2.75 m	PVC N° 5, Ø200 mm, COTA ENTRADA =2863.69	PVC N° 4, Ø200 mm COTA SALIDA =2863.69	760994.7316 E 9895337.0615 N
PZ - 6	PZ - 6 CT=2866.44 CF=2864.17 H=2.27 m	PVC N° 6, Ø200 mm, COTA ENTRADA =2864.17	PVC N° 5, Ø200 mm COTA SALIDA =2864.17	760974.4305 E 9895338.2606 N
PZ - 7	PZ - 7 CT=2866.43 CF=2865.07 H=1.37 m		PVC N° 6, Ø200 mm COTA SALIDA =2865.07	760944.8214 E 9895353.4333 N
PZ - 4	PZ - 4 CT=2865.95 CF=2863.15 H=2.79 m	PVC N° 4, Ø200 mm, COTA ENTRADA =2863.21	PVC N° 3, Ø250 mm COTA SALIDA =2863.16	761011.9977 E 9895387.7314 N
PZ - 3	PZ - 3 CT=2864.78 CF=2862.23 H=2.55 m	PVC N° 3, Ø250 mm, COTA ENTRADA =2862.23	PVC N° 7, Ø250 mm, COTA ENTRADA =2862.23	761029.8097 E 9895418.3992 N
PZ - 1	PZ - 1 CT=2864.61 CF=2860.63 H=3.98 m	PVC N° 1, Ø250 mm, COTA ENTRADA =2860.63		761085.6494 E 9895460.8539 N
PZ - 2	PZ - 2 CT=2863.58 CF=2861.37 H=2.22 m	PVC N° 2, Ø250 mm, COTA ENTRADA =2861.37	PVC N° 1, Ø250 mm COTA SALIDA =2861.37	761072.1085 E 9895428.5780 N

TABLA DE TUBERIAS ALCANTARILLADO SANITARIO				
NOMBRE	TAMAÑO	LONGITUD	PENDIENTE	MATERIAL
PVC N° 1	250 mm	36.9 m	2.00%	PVC
PVC N° 2	250 mm	43.1 m	2.00%	PVC
PVC N° 3	250 mm	35.5 m	2.61%	PVC
PVC N° 4	200 mm	24.0 m	2.00%	PVC
PVC N° 5	200 mm	24.0 m	2.00%	PVC
PVC N° 6	200 mm	30.0 m	3.00%	PVC
PVC N° 7	250 mm	24.3 m	2.45%	PVC
PVC N° 8	250 mm	24.3 m	2.00%	PVC
PVC N° 9	250 mm	30.5 m	2.00%	PVC
PVC N° 10	200 mm	30.6 m	2.00%	PVC
PVC N° 11	200 mm	24.2 m	2.00%	PVC
PVC N° 12	200 mm	19.9 m	2.00%	PVC
PVC N° 13	160 mm	4.3 m	4.00%	PVC
PVC N° 14	160 mm	5.4 m	4.00%	PVC
PVC N° 15	160 mm	4.4 m	4.00%	PVC

TABLA DE TUBERIAS ALCANTARILLADO SANITARIO				
NOMBRE	TAMAÑO	LONGITUD	PENDIENTE	MATERIAL
PVC N° 16	160 mm	5.1 m	4.00%	PVC
PVC N° 17	160 mm	8.2 m	4.00%	PVC
PVC N° 18	160 mm	7.1 m	4.00%	PVC
PVC N° 19	160 mm	7.5 m	4.00%	PVC
PVC N° 20	160 mm	9.8 m	4.00%	PVC
PVC N° 21	160 mm	3.0 m	2.00%	PVC
PVC N° 22	160 mm	17.0 m	4.00%	PVC
PVC N° 23	160 mm	17.4 m	4.00%	PVC
PVC N° 24	160 mm	8.9 m	4.00%	PVC
PVC N° 27	160 mm	1.8 m	2.00%	PVC
PVC N° 28	160 mm	13.0 m	4.00%	PVC
PVC N° 29	160 mm	6.7 m	4.00%	PVC
PVC N° 30	160 mm	7.5 m	4.00%	PVC

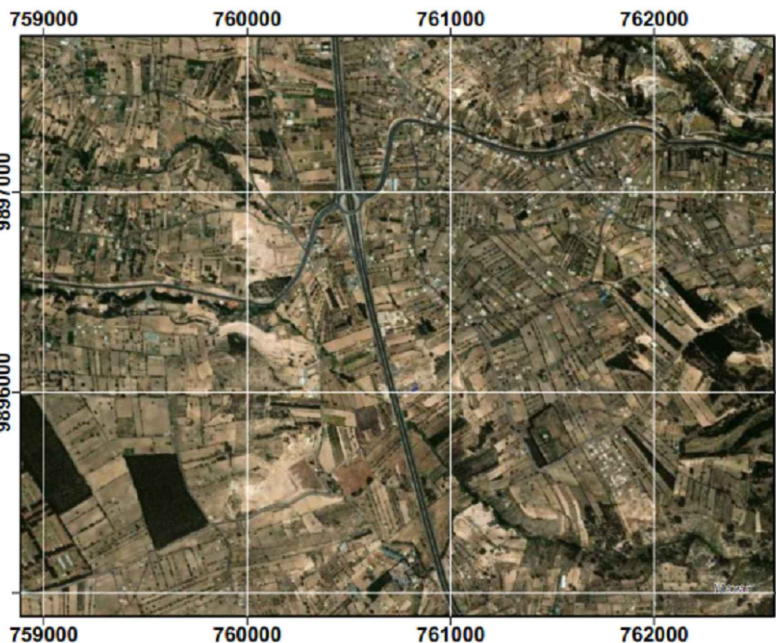


RED ALC EXTERIOR
ESC 1:500

Municipio de Latacunga



UBICACION:



OBJETO DE CONTRATO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES
ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA DEL "MERCADO
DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

Nº DE PROCESO: _____

REFERENCIAS:

SELLOS MUNICIPALES:

PROYECTO:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS
INTEGRALES ARQUITECTÓNICOS Y DE
INGENIERÍA DEL "MERCADO DE
PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

PLANO:

PLANO HIDROSANITARIO

CONTIENE:

RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EXTERIOR

RESPONSABLE:

IGNACIO CARVAJAL

CONSULTOR:

NIVEL:

VARIOS

FECHA:

OCTUBRE / 2024

ESCALA:

INDICADA

FORMATO:

A1

LAMINA:

01-H-02

ARCHIVO:

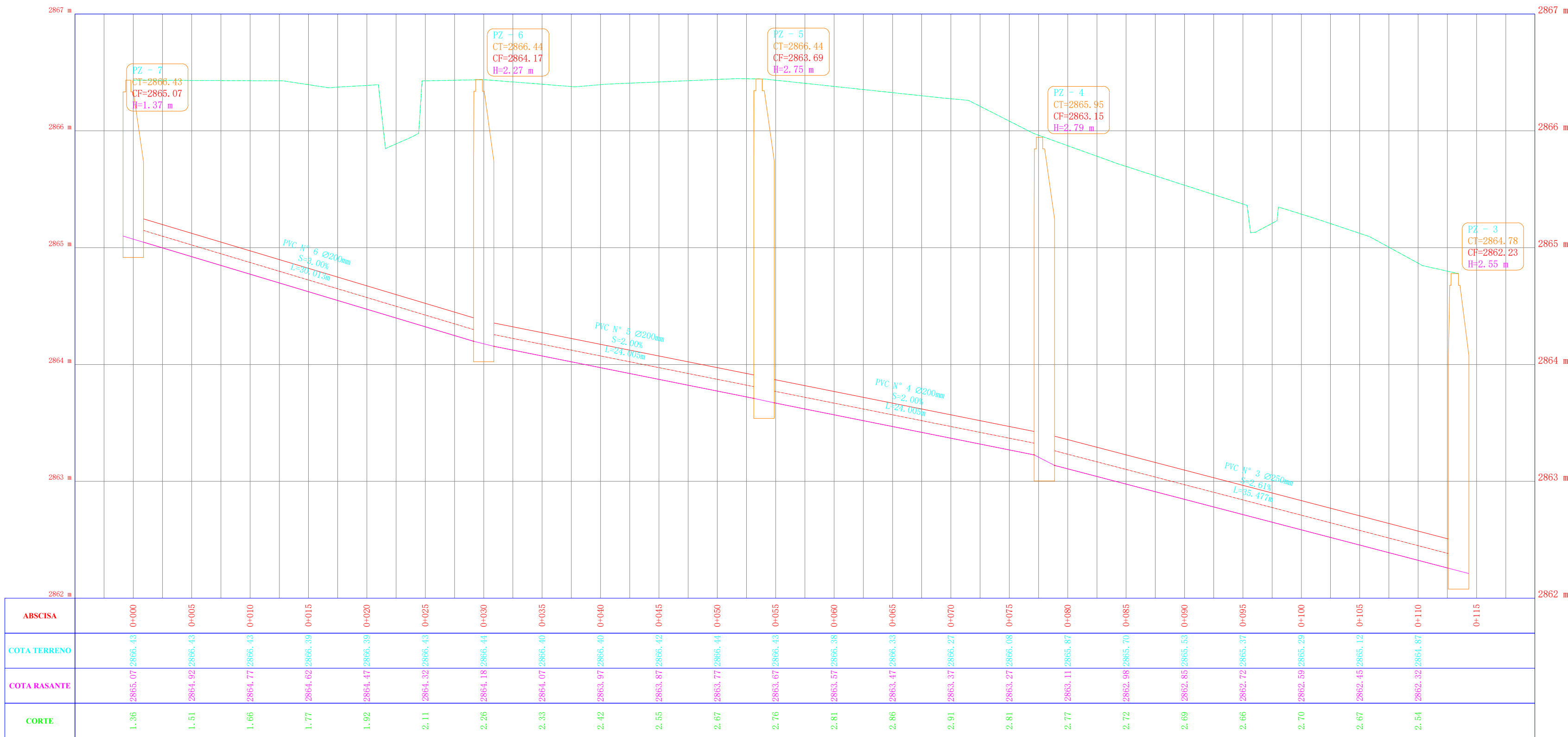
PLANS_HIDROSANITARIOS.DWG

DIBUJO:

REVISADO:

RED ALC EXTERIOR
ESC 1:300

PERFIL

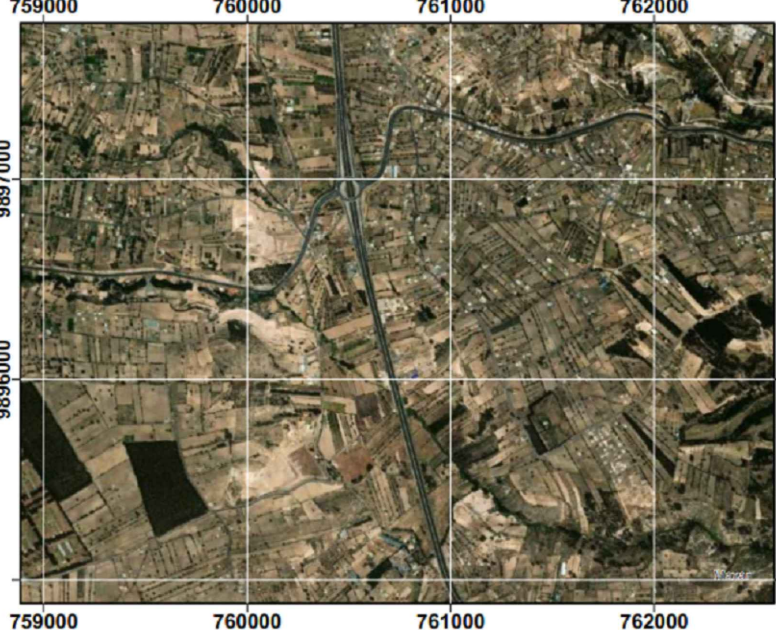


RED ALC EXTERIOR PERFIL 1
ESC 1:300

Municipio de Latacunga



UBICACION:



OBJETO DE CONTRATO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES
ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA DEL "MERCADO
DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

Nº DE PROCESO: _____

REFERENCIAS:

SELLOS MUNICIPALES:

PROYECTO:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS
INTEGRALES ARQUITECTÓNICOS Y DE
INGENIERÍA DEL "MERCADO DE
PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

PLANO:

PLANO HIDROSANITARIO

CONTIENE:

RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EXTERIOR

RESPONSABLE:

CONSULTOR:

NIVEL:

IGNACIO CARVAJAL

FECHA:

OCTUBRE / 2024

ARCHIVO:

PLANS_HIDROSANITARIOS.DWG

ESCALA:

INDICADA

DIBUJO:

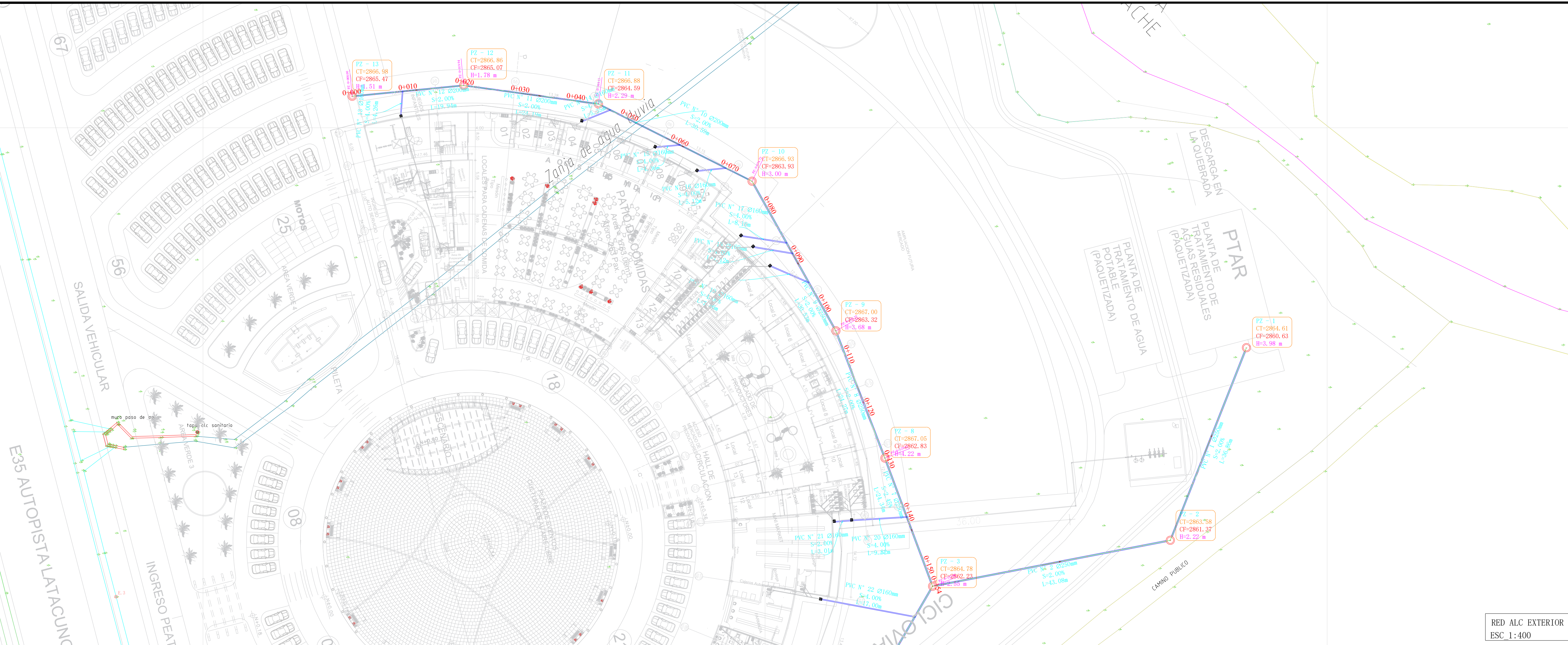
FORMATO:

A1

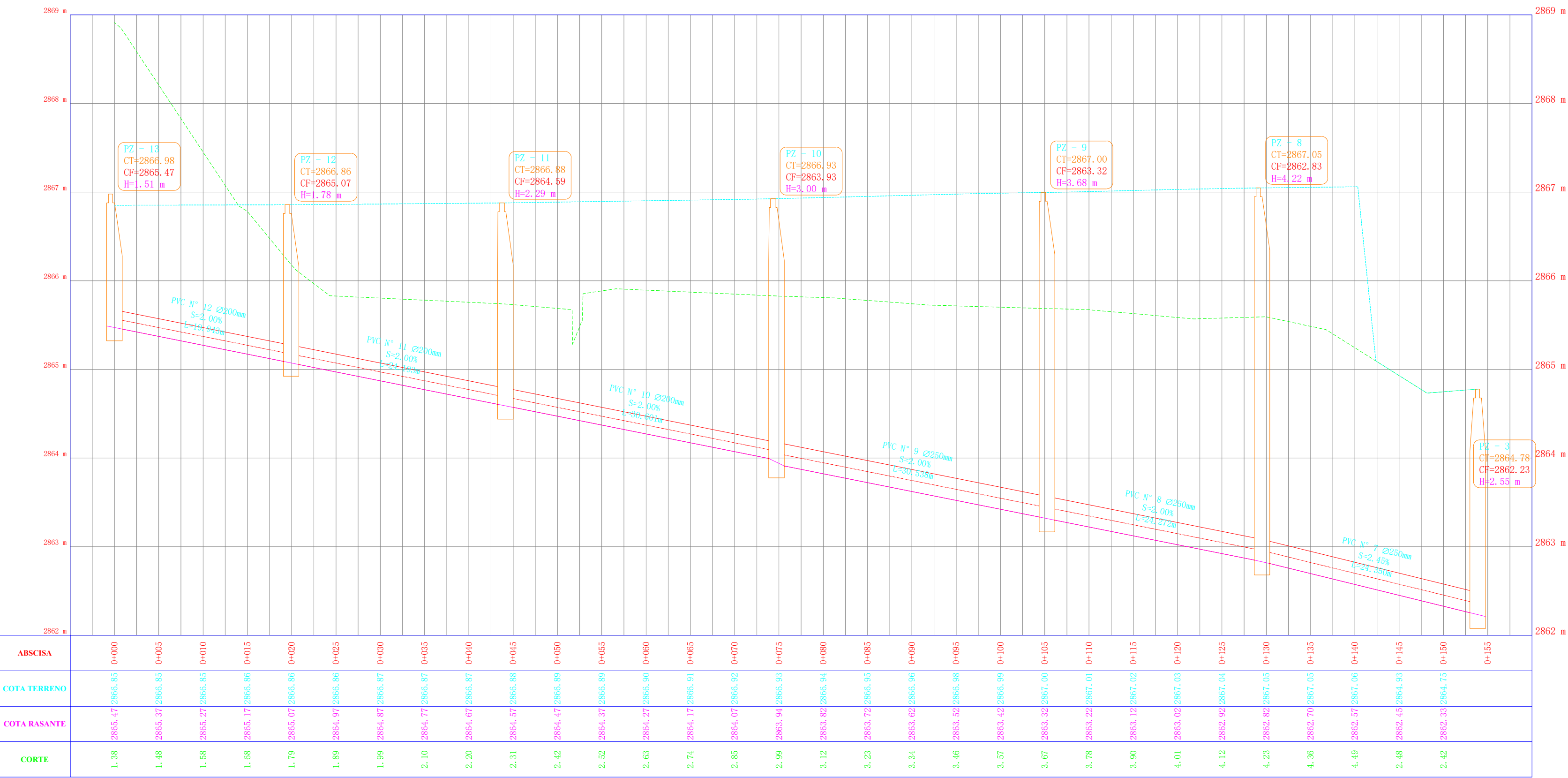
REVISADO:

LAMINA:

01-H-03



PERFIL2

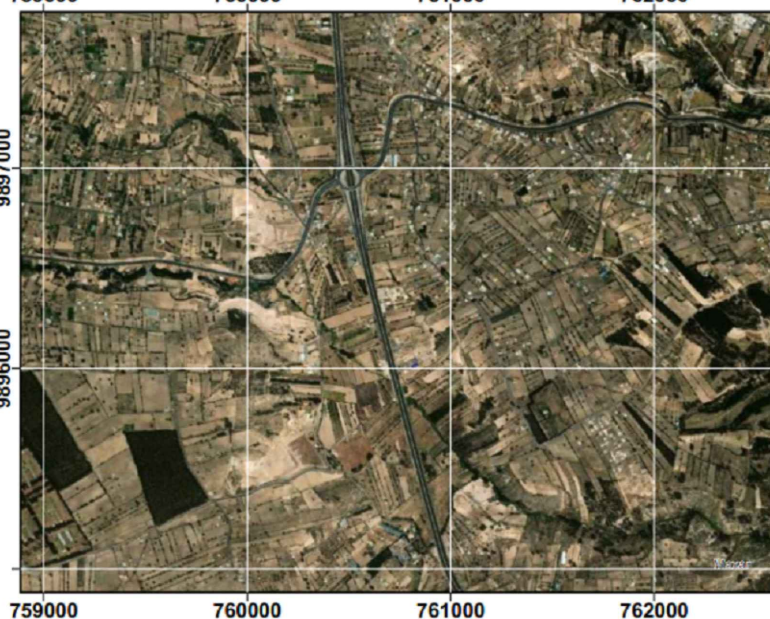


RED ALC EXTERIOR PERFIL 2
ESC. 1:400

Municipio de Latacunga



UBICACION:



OBJETO DE CONTRATO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES
ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA DEL "MERCADO
DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

Nº DE PROCESO: _____

REFERENCIAS:

SELLOS MUNICIPALES:

PROYECTO:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS
INTEGRALES ARQUITECTÓNICOS Y DE
INGENIERÍA DEL "MERCADO DE
PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

PLANO:

PLANO HIDROSANITARIO

CONTIENE:

RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EXTERIOR

RESPONSABLE:

IGNACIO CARVAJAL

CONSULTOR:

NIVEL:

VARIOS

FECHA:

OCTUBRE / 2024

ESCALA:

INDICADA

FORMATO:

A1

LAMINA:

01-H-04

ARCHIVO:

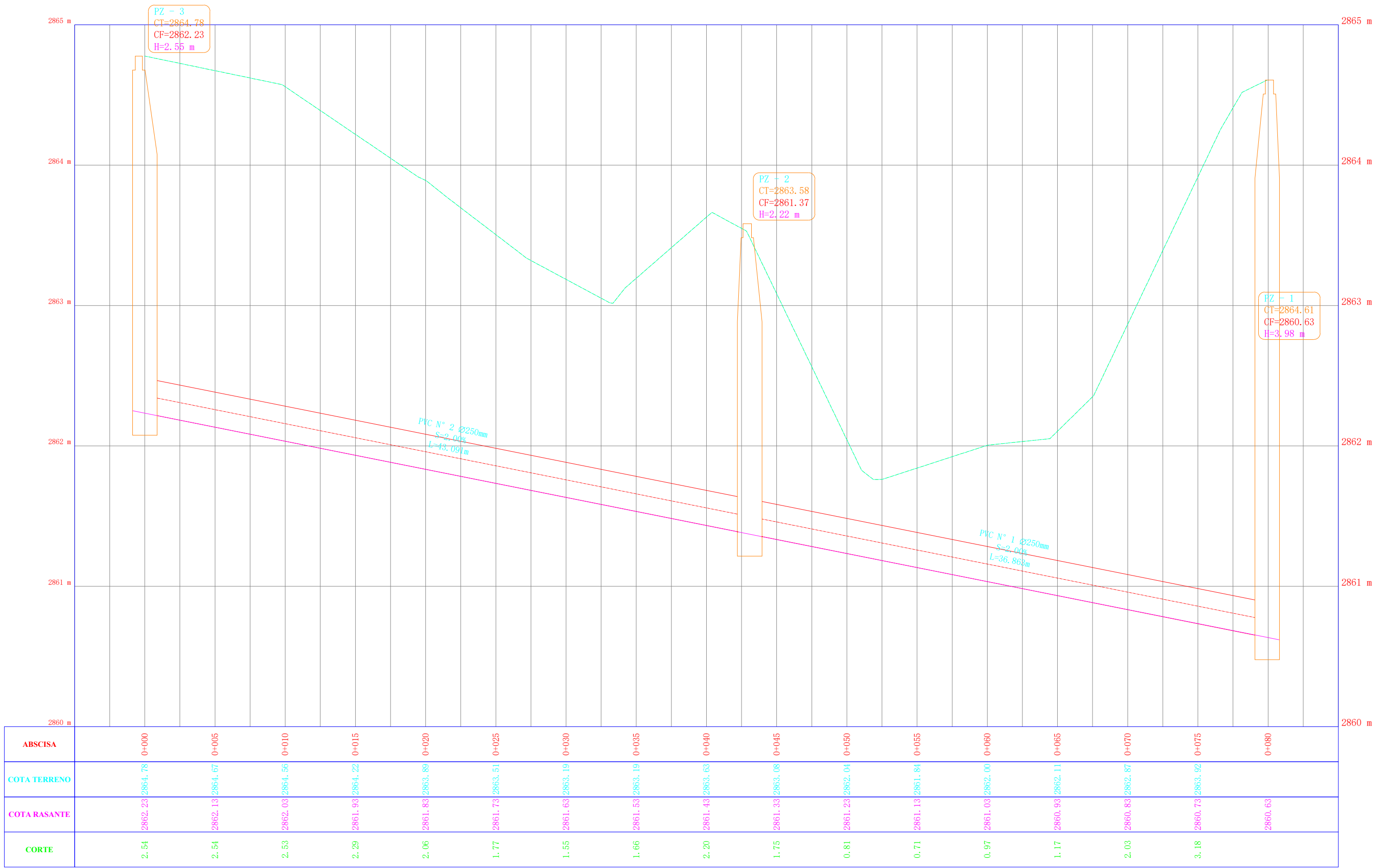
PLANS_HIDROSANITARIOS.DWG

DIBUJO:

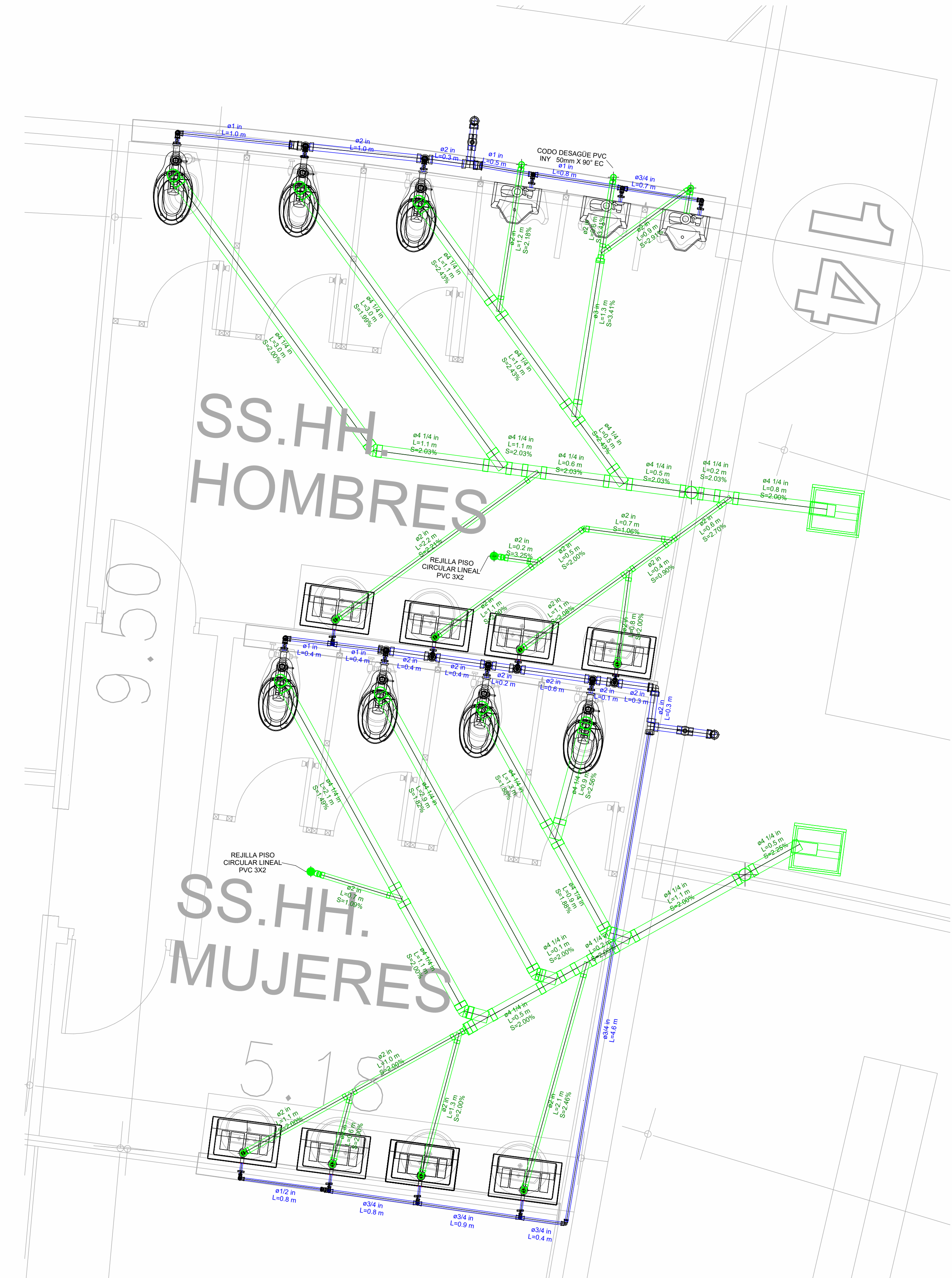
REVISADO:

RED ALC EXTERIOR
ESC 1:250

PERFIL3



RED ALC EXTERIOR PERFIL 3
ESC 1:250



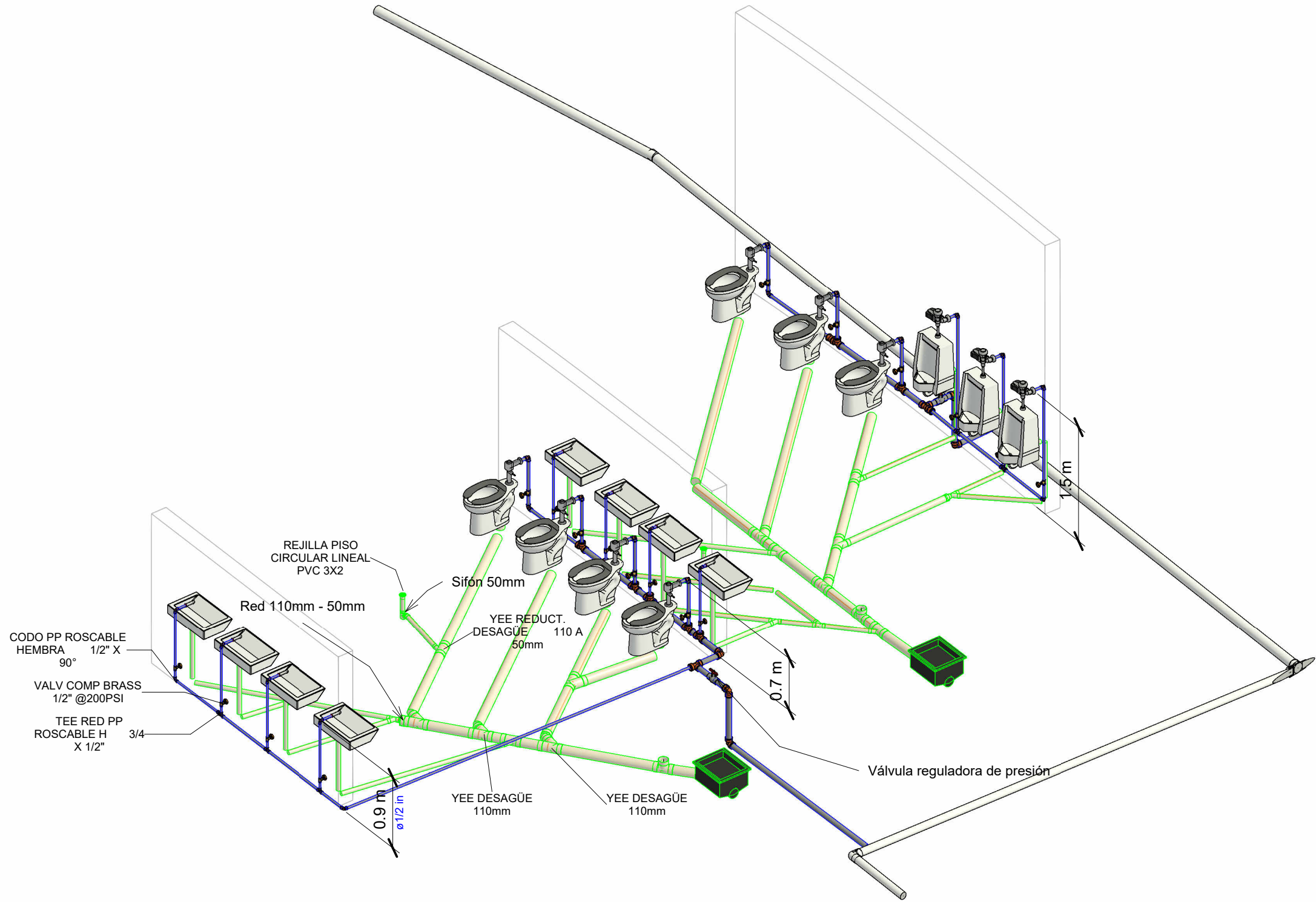
1
baño1
1 : 25

2
baño1

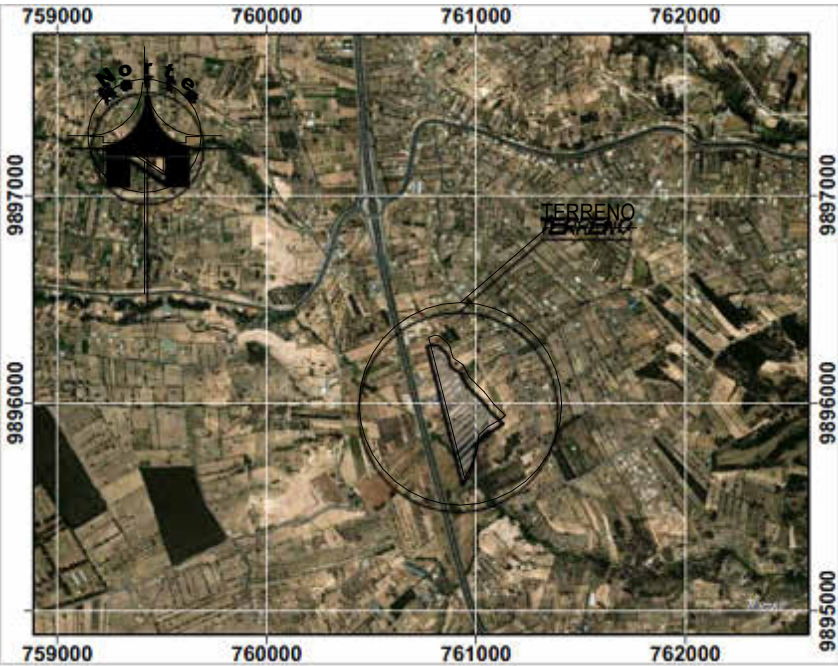
Leyenda accesorios tubería agua potable	
	Codo 45° roscable presión
	Codo 90° roscable presión
	Neplo roscable presión
	Reducción roscable presión
	Tee roscable presión
	Unión roscable presión
	Válvula reguladora de presión
	Válvula de bola

Leyenda de accesorios sanitarios	
	Codo desague 90°
	Reducción desague
	Yee Tee desague
	Codo desague 90°
	Rejilla circular de piso
	Codo desague 45°
	Caja de revisión

- Tubería de desague PVC
- Tubería de agua potable presión roscable
- Tubería de agua potable Cédula 40



UBICACION :



OBJETO DE CONTRATO:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA DEL "MERCADO DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

Nº DE PROCESO: _____

REFERENCIAS:

SELLOS MUNICIPALES:

PROYECTO:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA DEL "MERCADO DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

PLANO:

PLANO HIDROSANITARIO

CONTIENE:

RED HIDROSANITARIA

RESPONSABLE:

IGNACIO CARVAJAL

CONSULTOR:

FECHA:

OCTUBRE / 2024

ESCALA:

INDICADA

FORMATO:

A1

REVISADO:

NIVEL:

VARIOS

ARCHIVO:

PLANOS_HIDROSANITARIOS.RVT

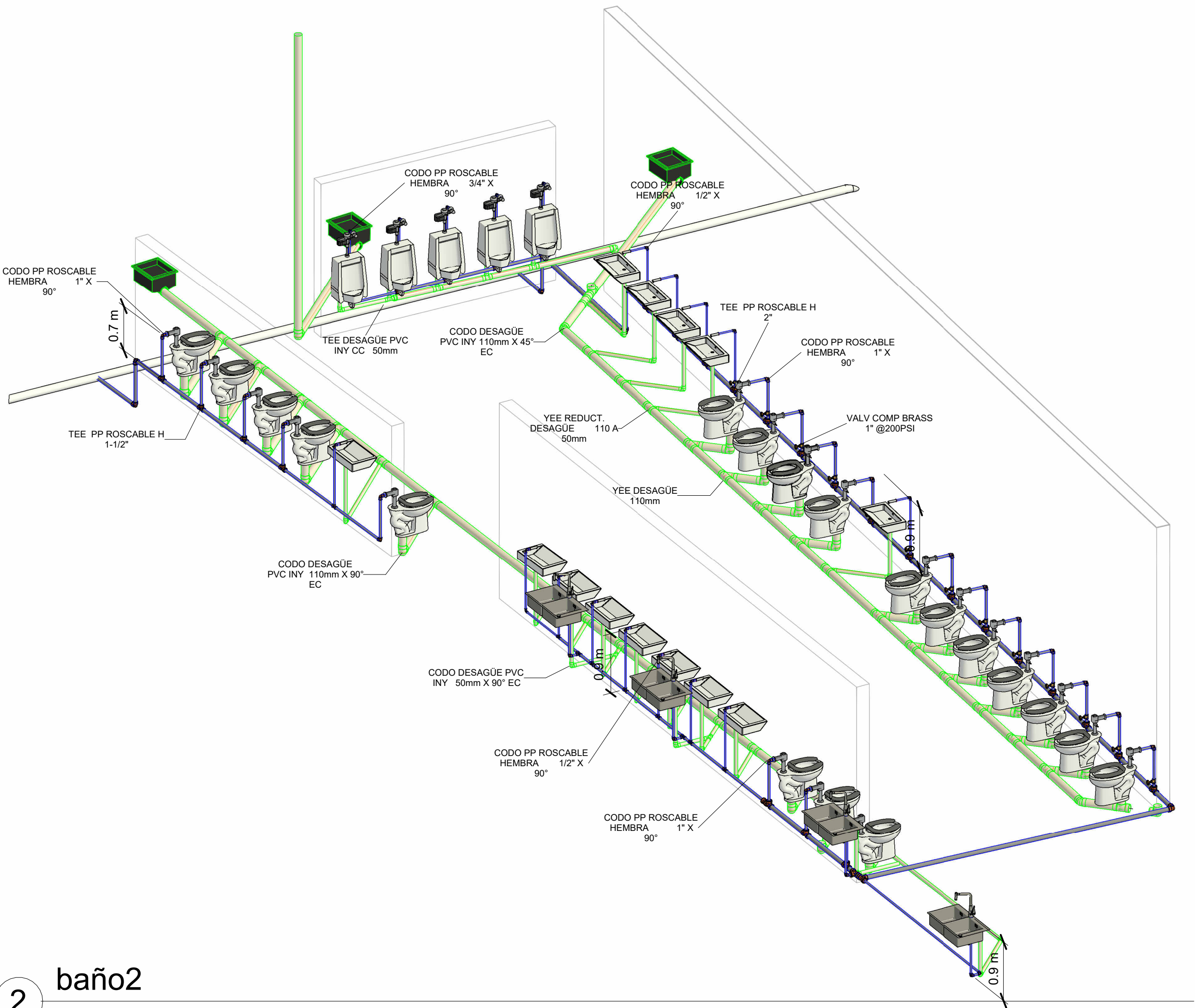
LAMINA:

01-H-05



1
baño2
1 : 50

3
seccion baño 2
1 : 25



2
baño2

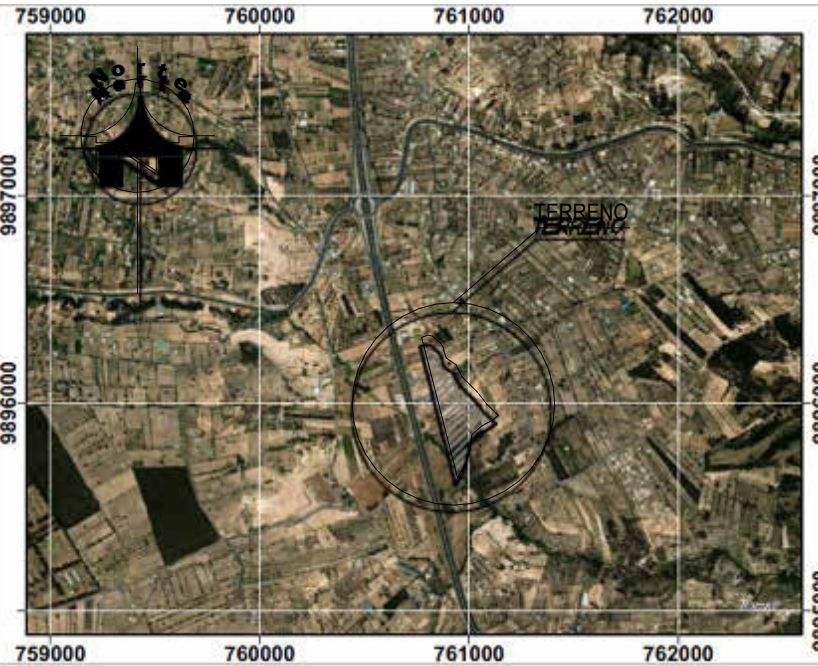
Leyenda accesorios tubería agua potable	
	Codo 45° roscable presión
	Codo 90° roscable presión
	Neplo roscable presión
	Reducción roscable presión
	Tee roscable presión
	Unión roscable presión
	Válvula reguladora de presión
	Válvula de bola

Leyenda de accesorios sanitarios	
	Codo desagüe 90°
	Reducción desagüe
	Yee Tee desagüe
	Codo desagüe 90°
	Rejilla circular de piso
	Codo desagüe 45°
	Caja de revisión

- Tubería de desagüe PVC
- Tubería de agua potable presión roscable
- Tubería de agua potable Cédula 40



UBICACION :



OBJETO DE CONTRATO:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES
ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA DEL "MERCADO
DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

Nº DE PROCESO: _____

REFERENCIAS:

SELLOS MUNICIPALES:

PROYECTO:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS
INTEGRALES ARQUITECTÓNICOS Y DE
INGENIERÍA DEL "MERCADO DE
PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

PLANO:

PLANO HIDROSANITARIO

CONTIENE:

RED HIDROSANITARIA

RESPONSABLE:

IGNACIO CARVAJAL

CONSULTOR:

IGNACIO CARVAJAL

NIVEL:

VARIOS

FECHA:

OCTUBRE / 2024

ESCALA:

INDICADA

FORMATO:

A1

ARCHIVO:

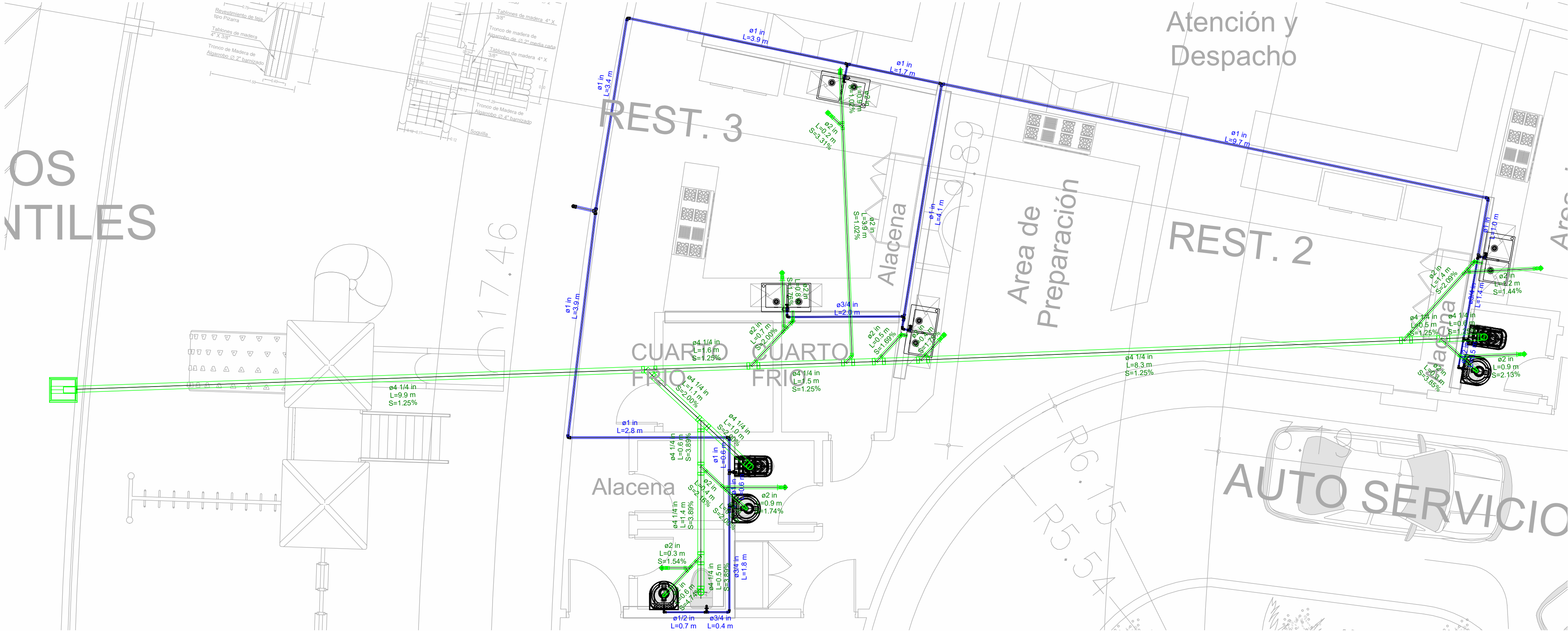
PLANOS_HIDROSANITARIOS.RVT

DIBUJO:

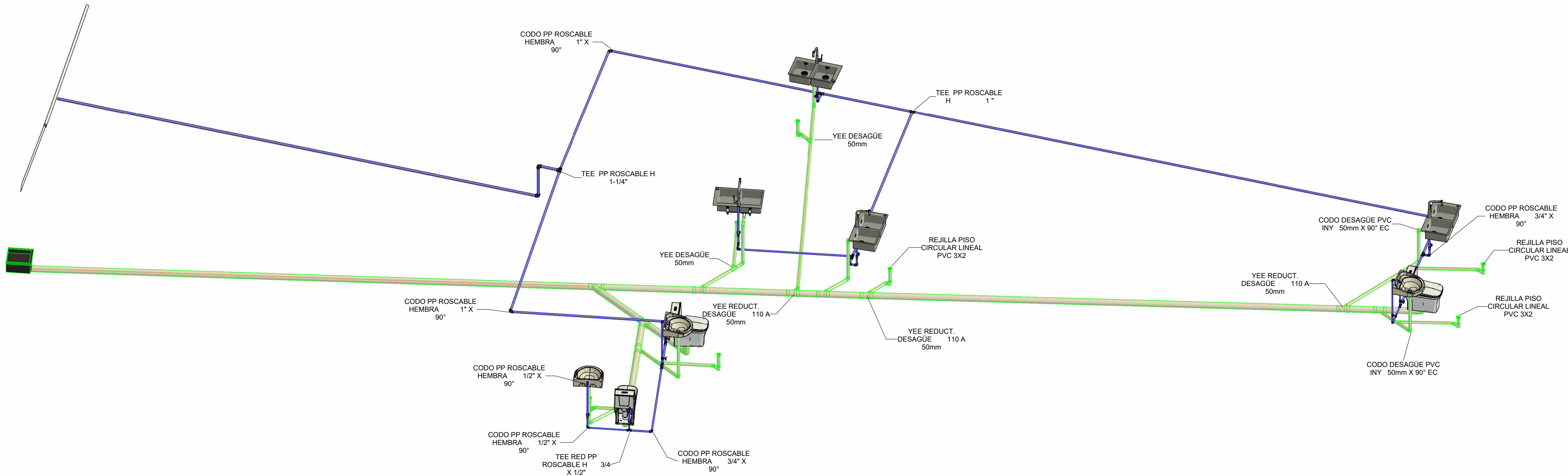
REVISADO:

LAMINA:

01-H-06



1 baño3
1 : 50



2 baño3

Leyenda accesorios tubería agua potable	
	Codo 45° roscable presión
	Codo 90° roscable presión
	Neplo roscable presión
	Reducción roscable presión
	Tee roscable presión
	Unión roscable presión
	Válvula reguladora de presión
	Válvula de bola

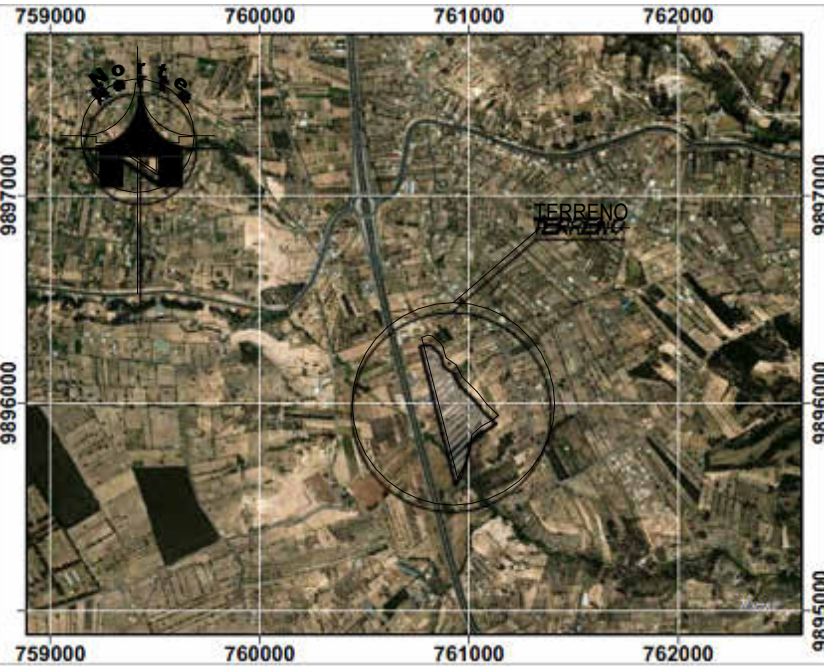
Leyenda de accesorios sanitarios	
	Codo desagüe 90°
	Reducción desagüe
	Yee Tee desagüe
	Codo desagüe 90°
	Rejilla circular de piso
	Codo desagüe 45°
	Caja de revisión

- Tubería de desagüe PVC
- Tubería de agua potable presión roscable
- Tubería de agua potable Cédula 40

Municipio de Latacunga



UBICACION :



OBJETO DE CONTRATO:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA DEL "MERCADO DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

Nº DE PROCESO: _____

REFERENCIAS:

SELLOS MUNICIPALES:

PROYECTO:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA DEL "MERCADO DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

PLANO:

PLANO HIDROSANITARIO

CONTIENE:

RED HIDROSANITARIA

RESPONSABLE:

IGNACIO CARVAJAL

CONSULTOR:

FECHA:

OCTUBRE / 2024

ESCALA:

INDICADA

FORMATO:

A1

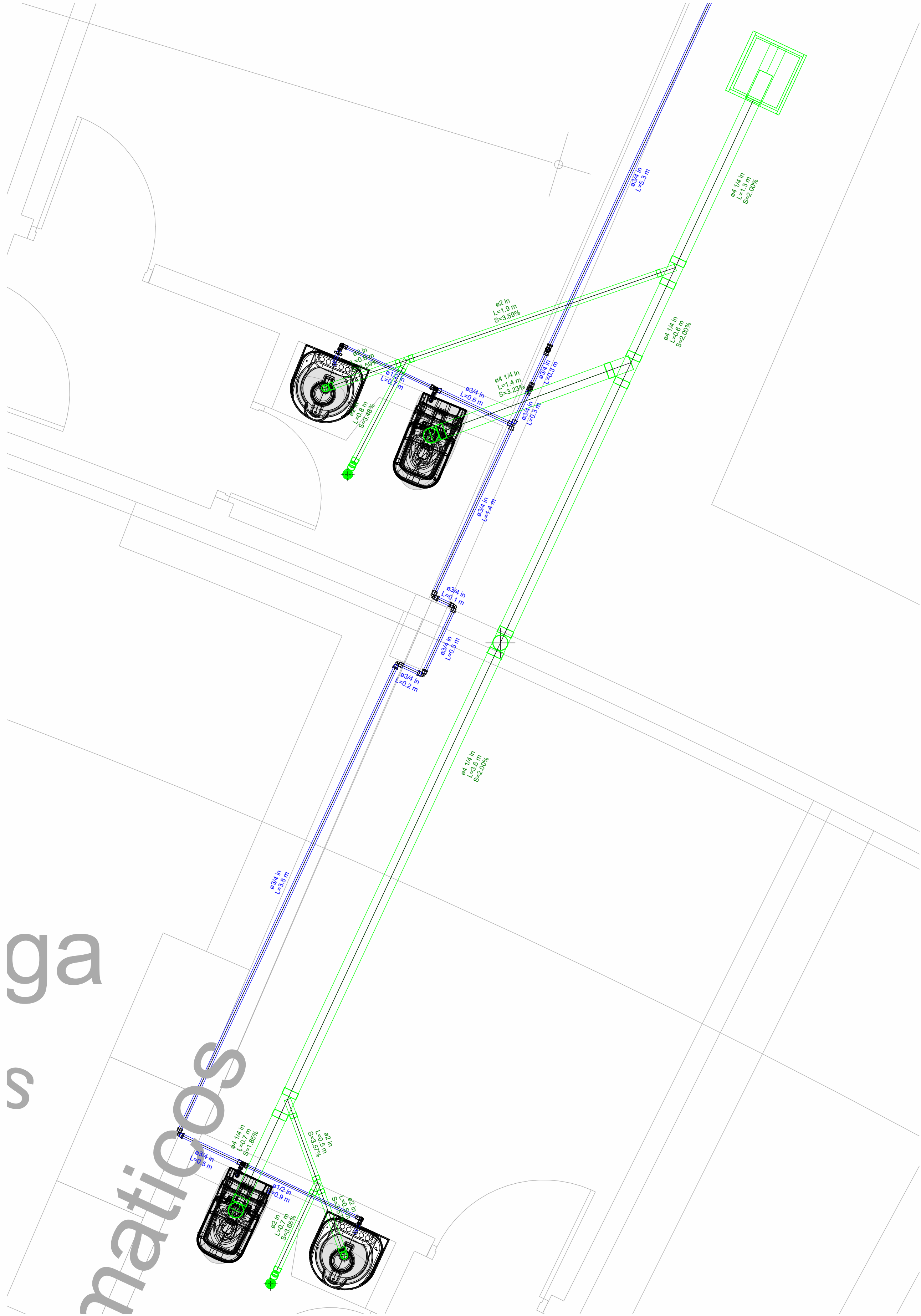
REVISADO:

NIVEL:

VARIOS

LAMINA:

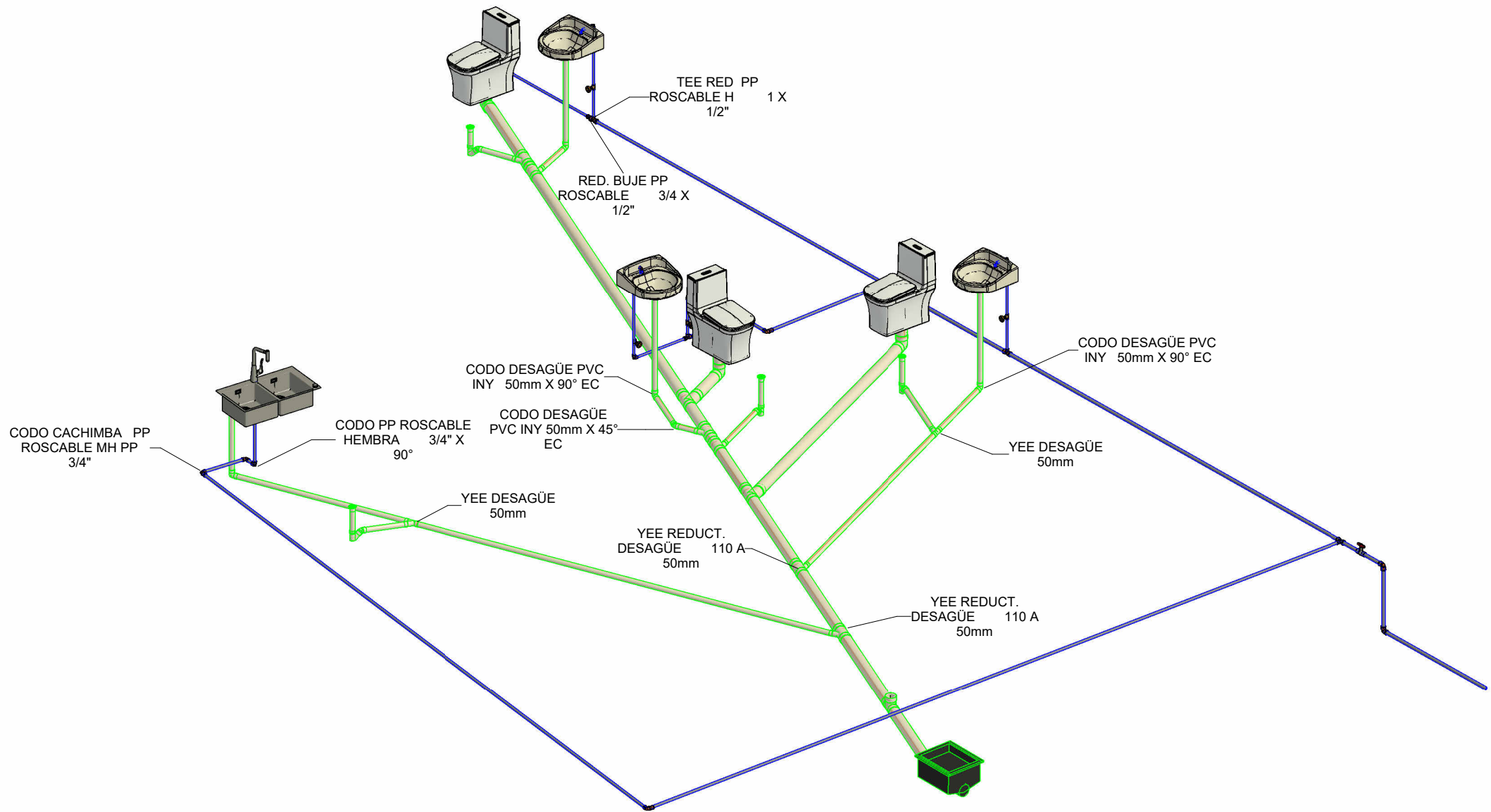
01-H-07



Leyenda accesorios tubería agua potable	
	Codo 45° roscable presión
	Codo 90° roscable presión
	Neplo roscable presión
	Reducción roscable presión
	Tee roscable presión
	Unión roscable presión
	Válvula reguladora de presión
	Valvula de bola

Leyenda de accesorios sanitarios	
	Codo desague 90°
	Reducción desague
	Yee Tee desague
	Codo desague 90°
	Rejilla circular de piso
	Codo desague 45°
	Caja de revisión

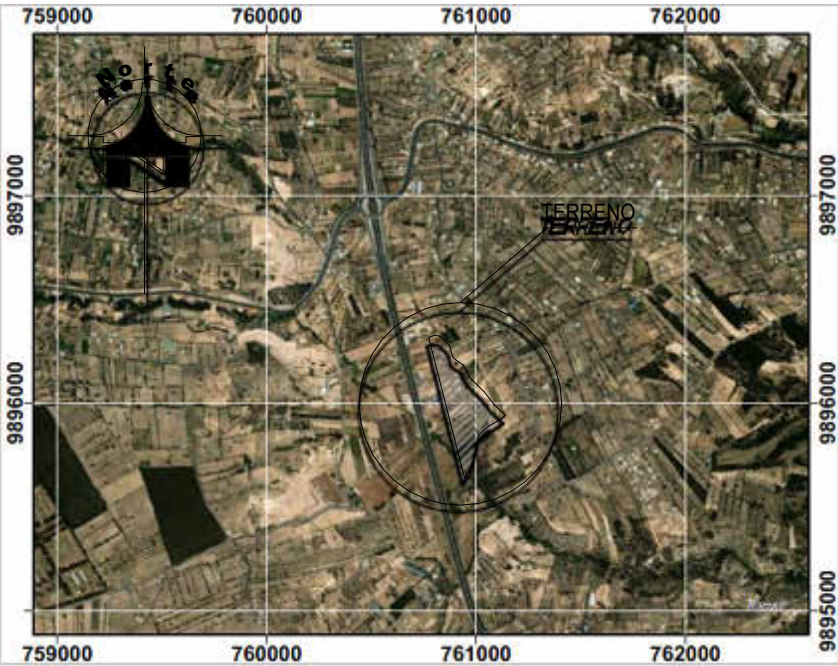
- Tubería de desague PVC
- Tubería de agua potable presión roscable
- Tubería de agua potable Cédula 40



Municipio de Latacunga



UBICACION :



OBJETO DE CONTRATO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES
ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA DEL "MERCADO
DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

Nº DE PROCESO: _____

REFERENCIAS:

SELLOS MUNICIPALES:

PROYECTO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS
INTEGRALES ARQUITECTÓNICOS Y DE
INGENIERÍA DEL "MERCADO DE
PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

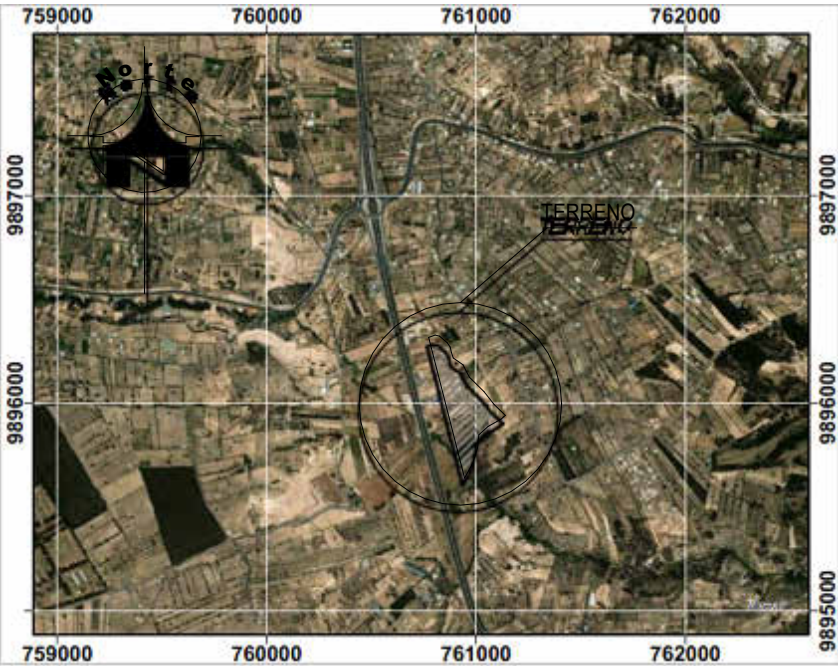
PLANO: PLANO HIDROSANITARIO

CONTIENE: RED HIDROSANITARIA

RESPONSABLE:	CONSULTOR:	NIVEL:
IGNACIO CARVAJAL		VARIOS
FECHA:	ESCALA:	FORMATO:
OCTUBRE / 2024	INDICADA	A1
ARCHIVO:	DIBUJO:	REVISADO:
PLANOS_HIDROSANITARIOS.RVT		
LAMINA:		
01-H-08		



UBICACION :



OBJETO DE CONTRATO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA DEL "MERCADO DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

Nº DE PROCESO: _____

REFERENCIAS:

SELLOS MUNICIPALES:

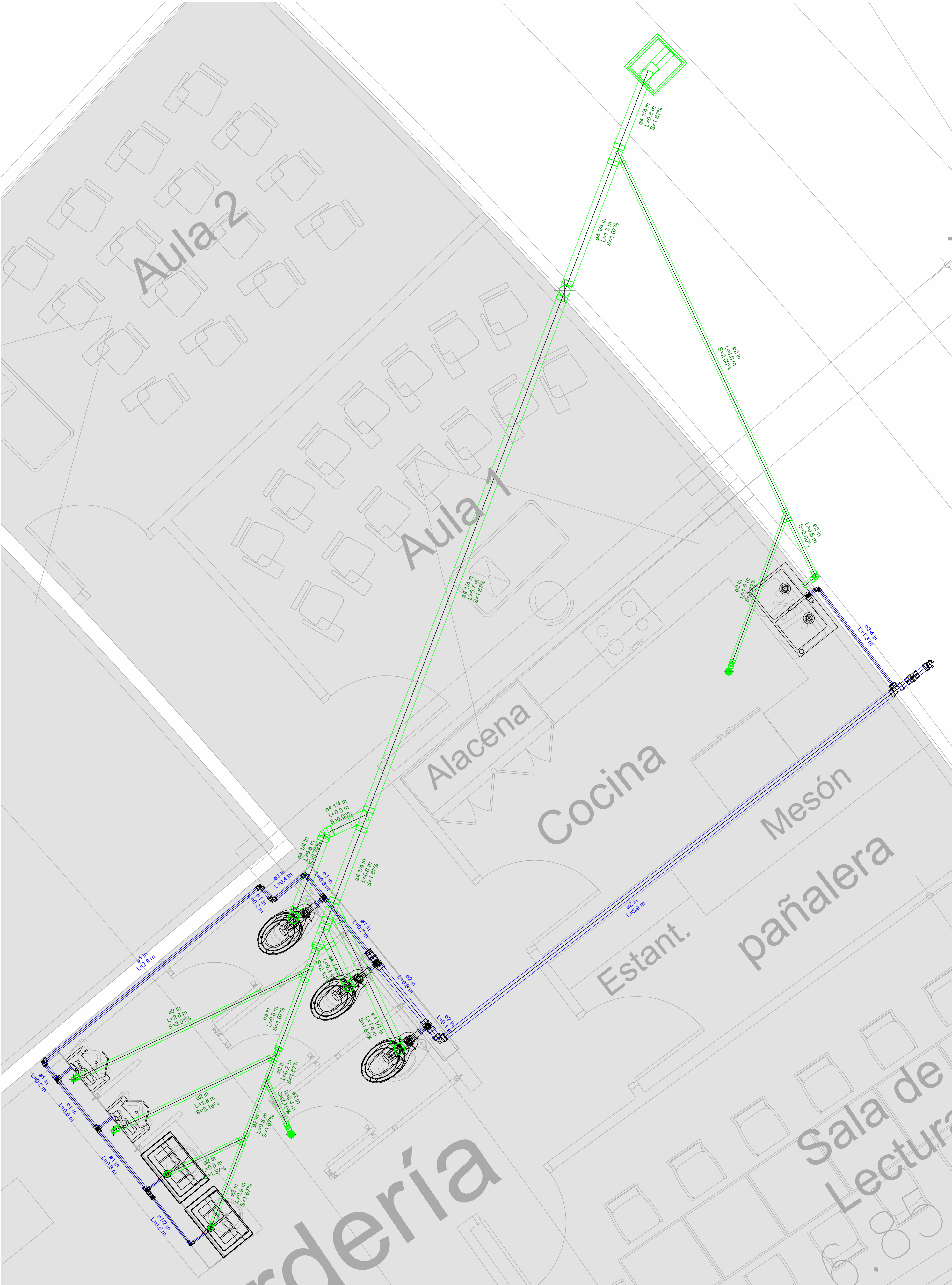
PROYECTO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA DEL "MERCADO DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

PLANO:
PLANO HIDROSANITARIO

CONTIENE:
RED HIDROSANITARIA

RESPONSABLE:	CONSULTOR:	NIVEL:
IGNACIO CARVAJAL		VARIOS

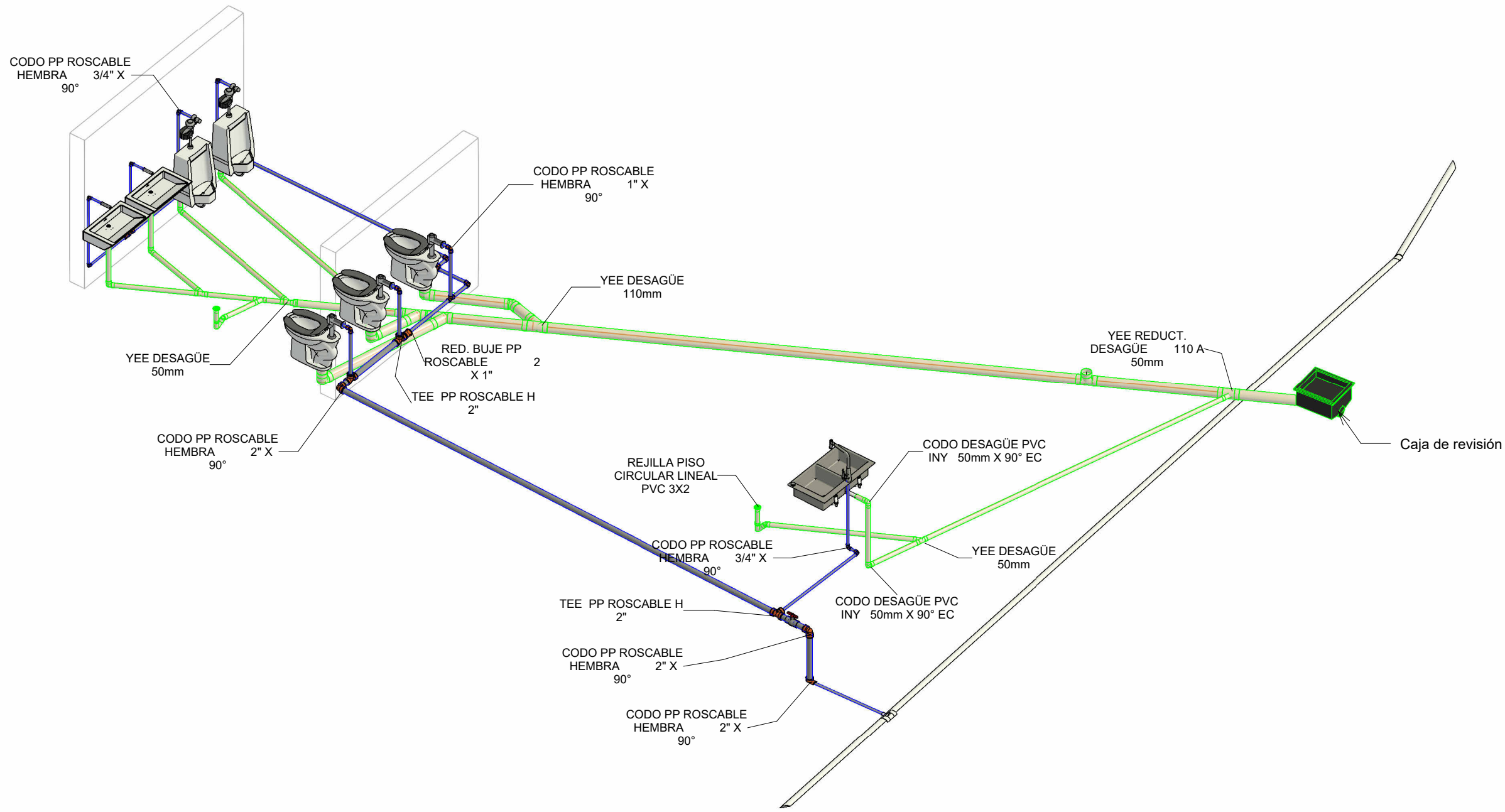
FECHA:	ESCALA:	FORMATO:	LAMINA:
OCTUBRE / 2024	INDICADA	A1	01-H-10
ARCHIVO:	DIBUJO:	REVISADO:	
PLANOS_HIDROSANITARIOS.RVT			



Leyenda accesorios tubería agua potable	
	Codo 45° roscable presión
	Codo 90° roscable presión
	Neoplo roscable presión
	Reducción roscable presión
	Tee roscable presión
	Unión roscable presión
	Válvula reguladora de presión
	Valvula de bola

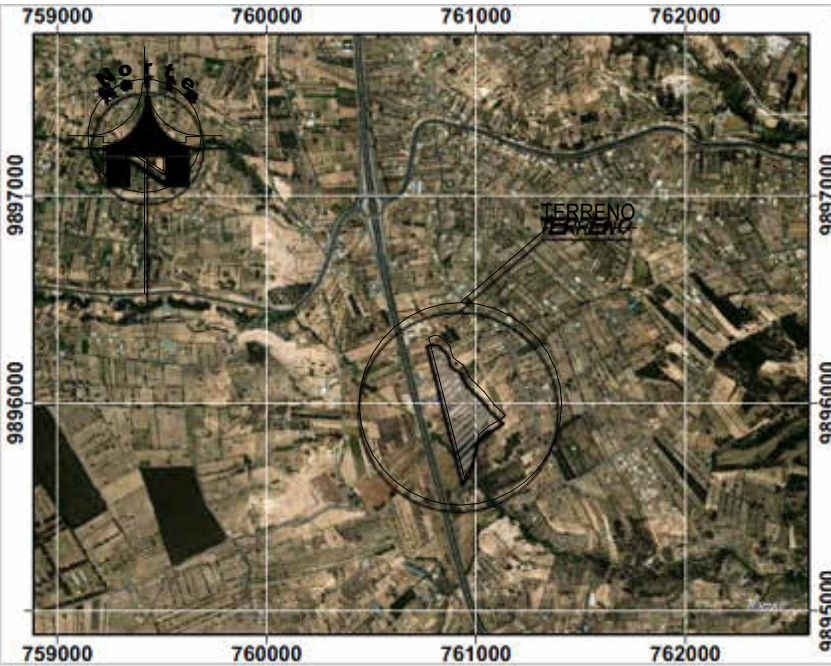
Leyenda de accesorios sanitarios	
	Codo desagüe 90°
	Reducción desagüe
	Yee Tee desagüe
	Codo desagüe 90°
	Rejilla circular de piso
	Codo desagüe 45°
	Caja de revisión

- Tubería de desagüe PVC
- Tubería de agua potable presión roscable
- Tubería de agua potable Cédula 40





UBICACION :



OBJETO DE CONTRATO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES
ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA DEL "MERCADO
DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

Nº DE PROCESO: _____

REFERENCIAS:

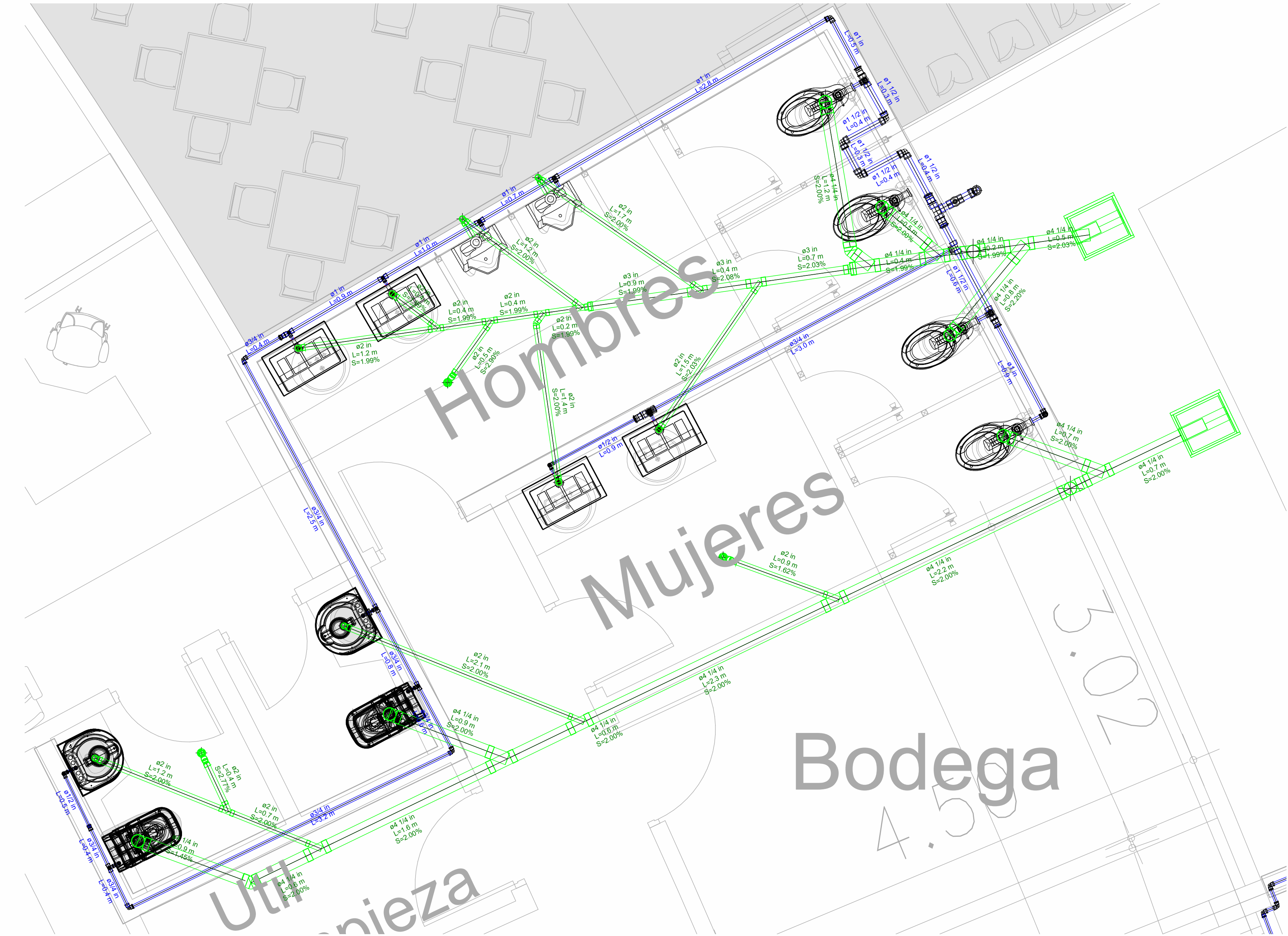
SELLOS MUNICIPALES:

PROYECTO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS
INTEGRALES ARQUITECTÓNICOS Y DE
INGENIERÍA DEL "MERCADO DE
PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

PLANO: PLANO HIDROSANITARIO

CONTIENE: RED HIDROSANITARIA

RESPONSABLE:	CONSULTOR:	NIVEL:
IGNACIO CARVAJAL		VARIOS
FECHA: OCTUBRE / 2024	ESCALA: INDICADA	FORMATO: A1
ARCHIVO: PLANOS_HIDROSANITARIOS.RVT	DIBUJO: REVISADO:	LAMINA: 01-H-11

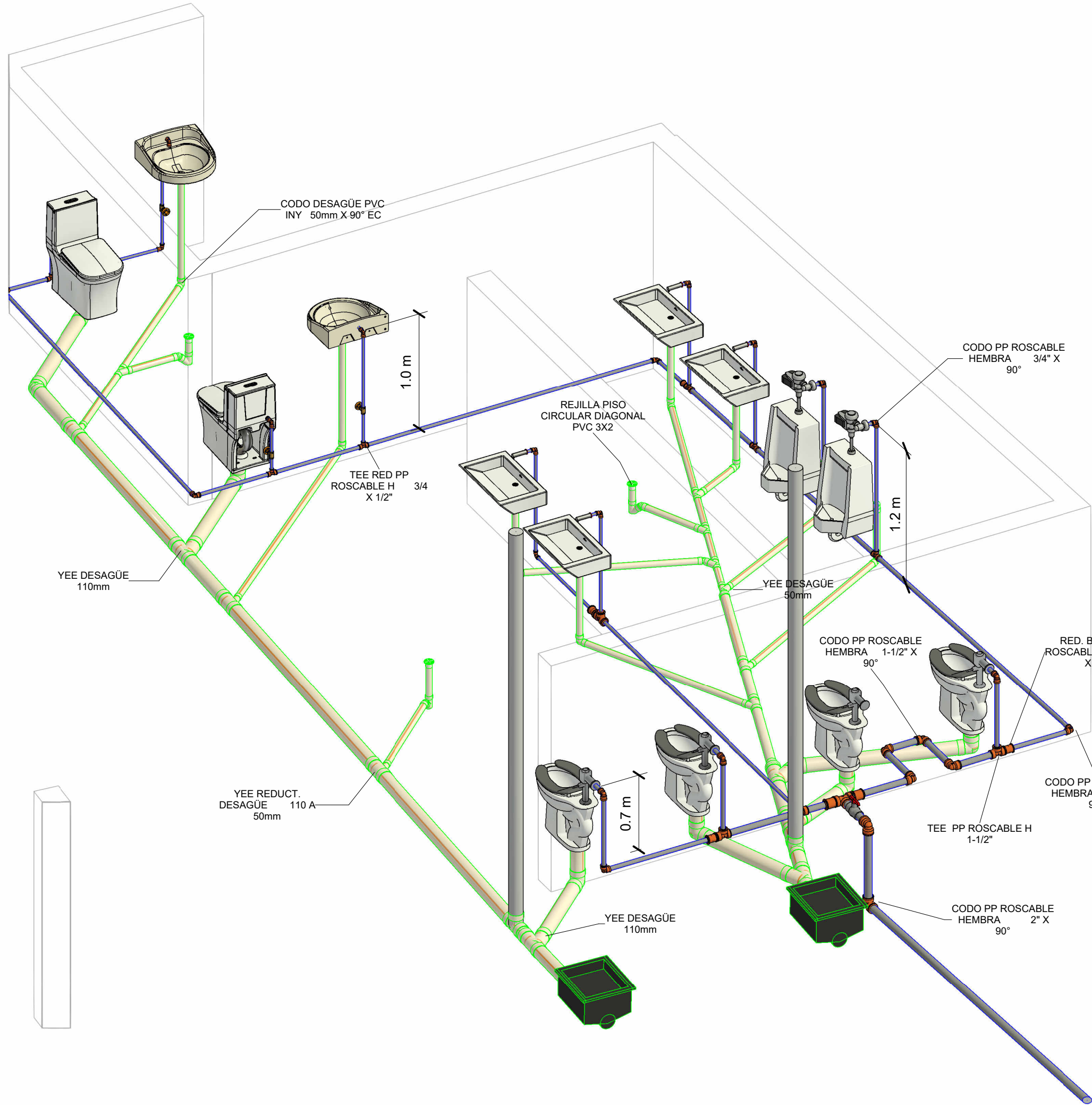


1 baño7
1 : 25

Legenda accesorios tubería agua potable	
	Codo 45° roscable presión
	Codo 90° roscable presión
	Neplo roscable presión
	Reducción roscable presión
	Tee roscable presión
	Unión roscable presión
	Válvula reguladora de presión
	Válvula de bola

Legenda de accesorios sanitarios	
	Codo desague 90°
	Reducción desague
	Yee Tee desague
	Codo desague 90°
	Rejilla circular de piso
	Codo desague 45°
	Caja de revisión

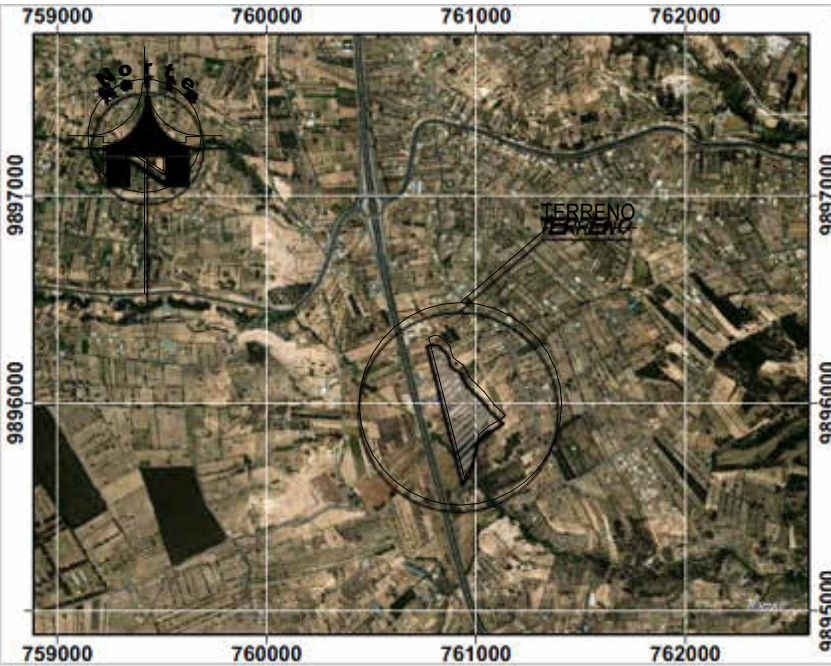
- Tubería de desague PVC
- Tubería de agua potable presión roscable
- Tubería de agua potable Cédula 40



2 baño7



UBICACION :



OBJETO DE CONTRATO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES
ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA DEL "MERCADO
DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

Nº DE PROCESO: _____

REFERENCIAS:

SELLOS MUNICIPALES:

PROYECTO:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS
INTEGRALES ARQUITECTÓNICOS Y DE
INGENIERÍA DEL "MERCADO DE
PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

PLANO:

PLANO HIDROSANITARIO

CONTIENE:

RED HIDROSANITARIA

RESPONSABLE:

IGNACIO CARVAJAL

CONSULTOR:

FECHA:

OCTUBRE / 2024

ESCALA:

INDICADA

FORMATO:

A1

DIBUJO:

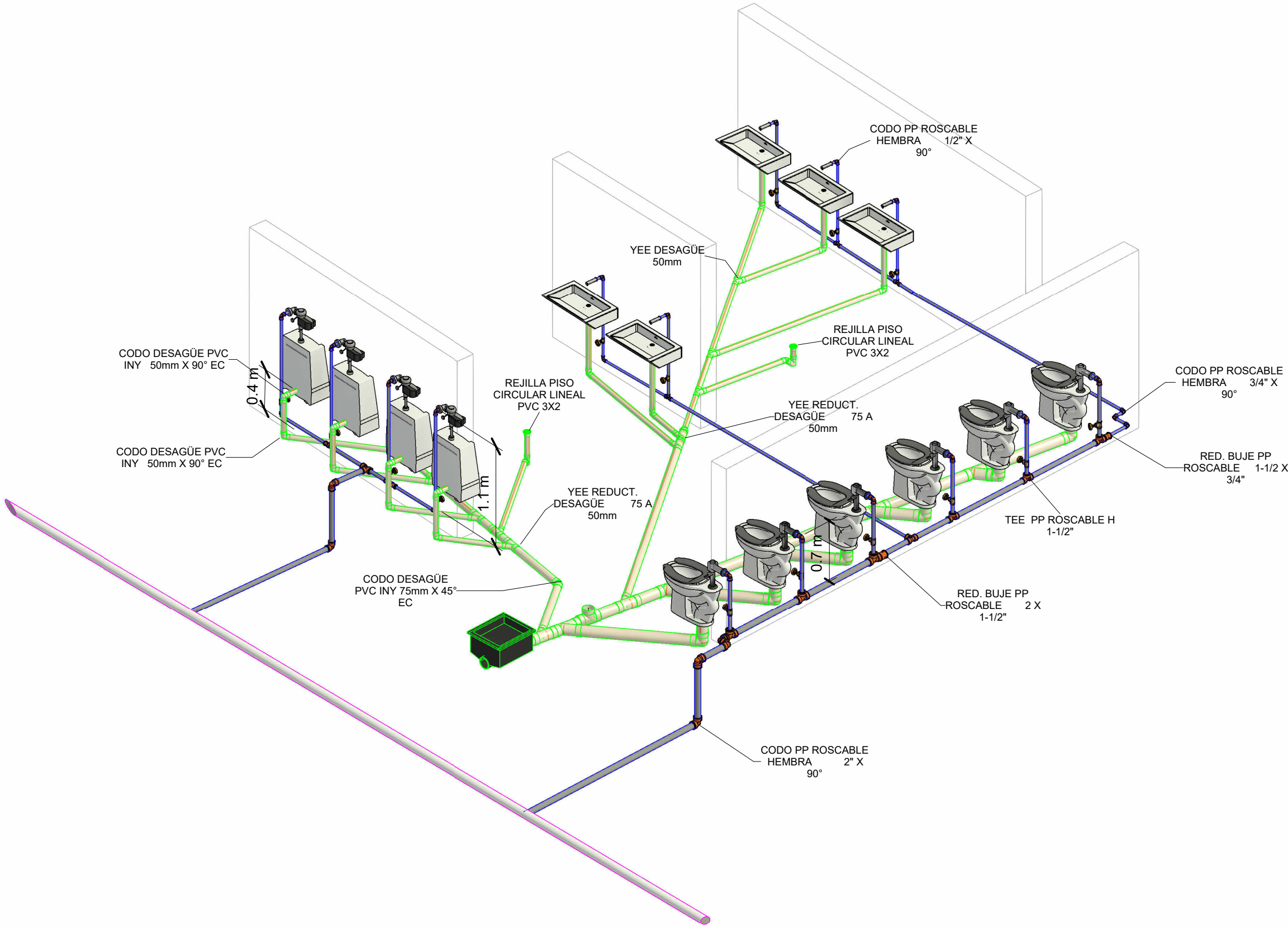
REVISADO:

NIVEL:

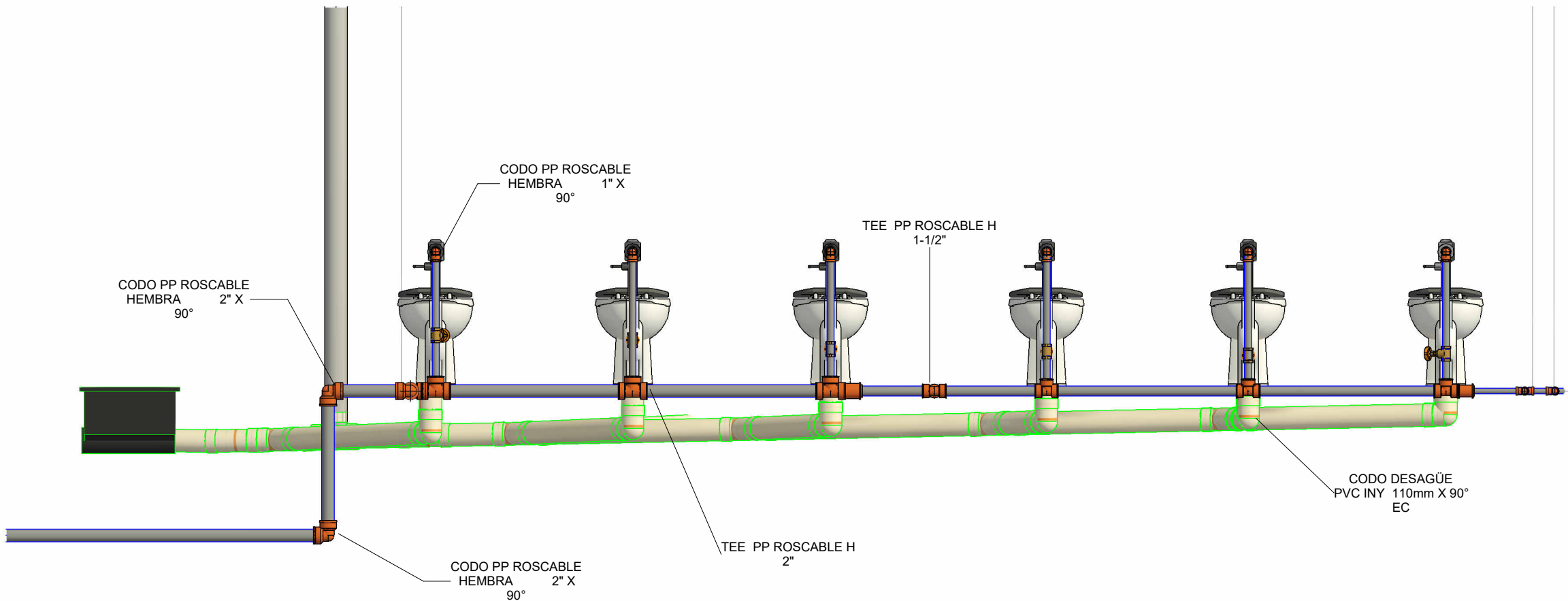
VARIOS

LAMINA:

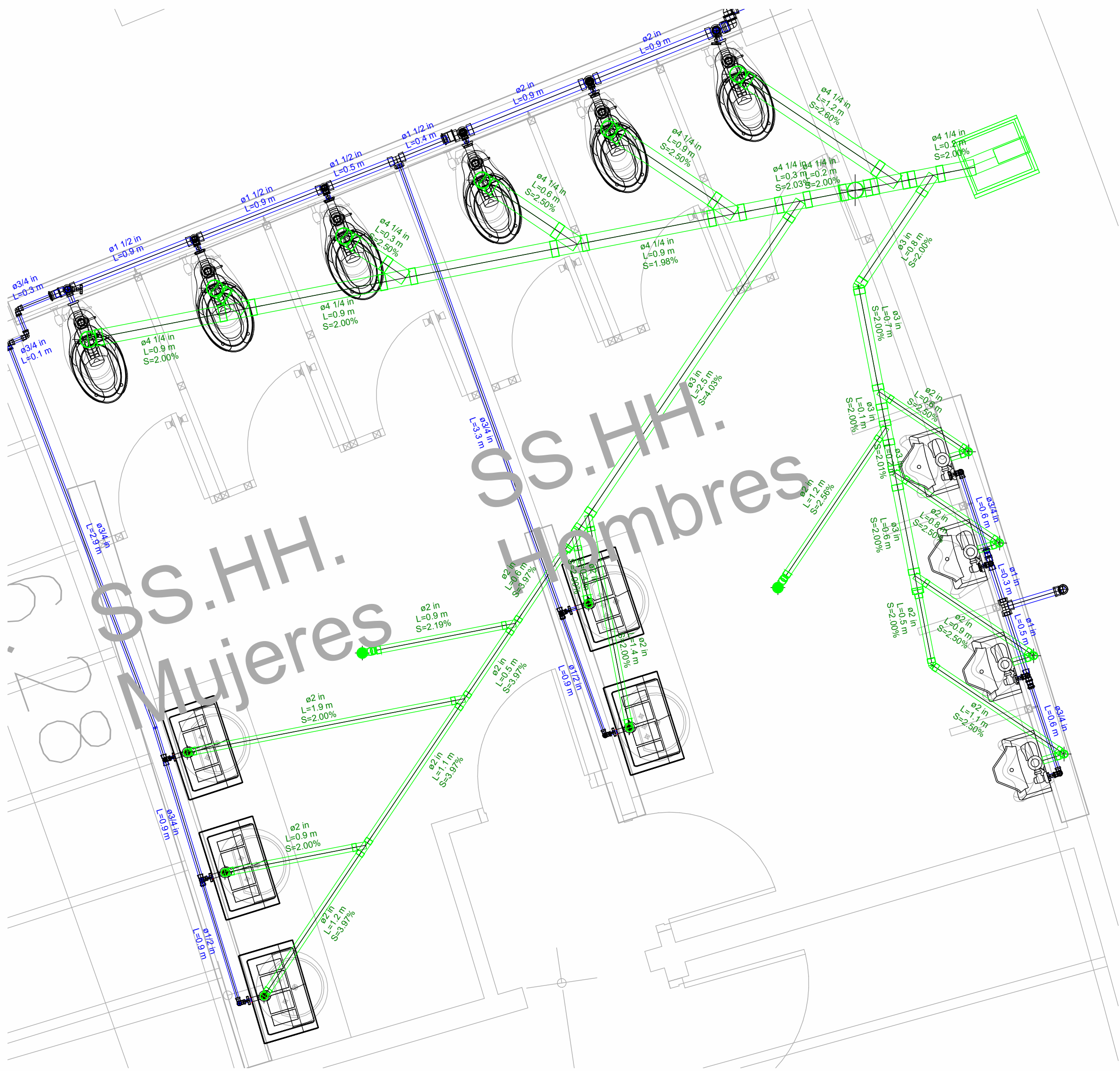
01-H-12



2 baño8



3 seccion baño8



1 baño8

1 : 25

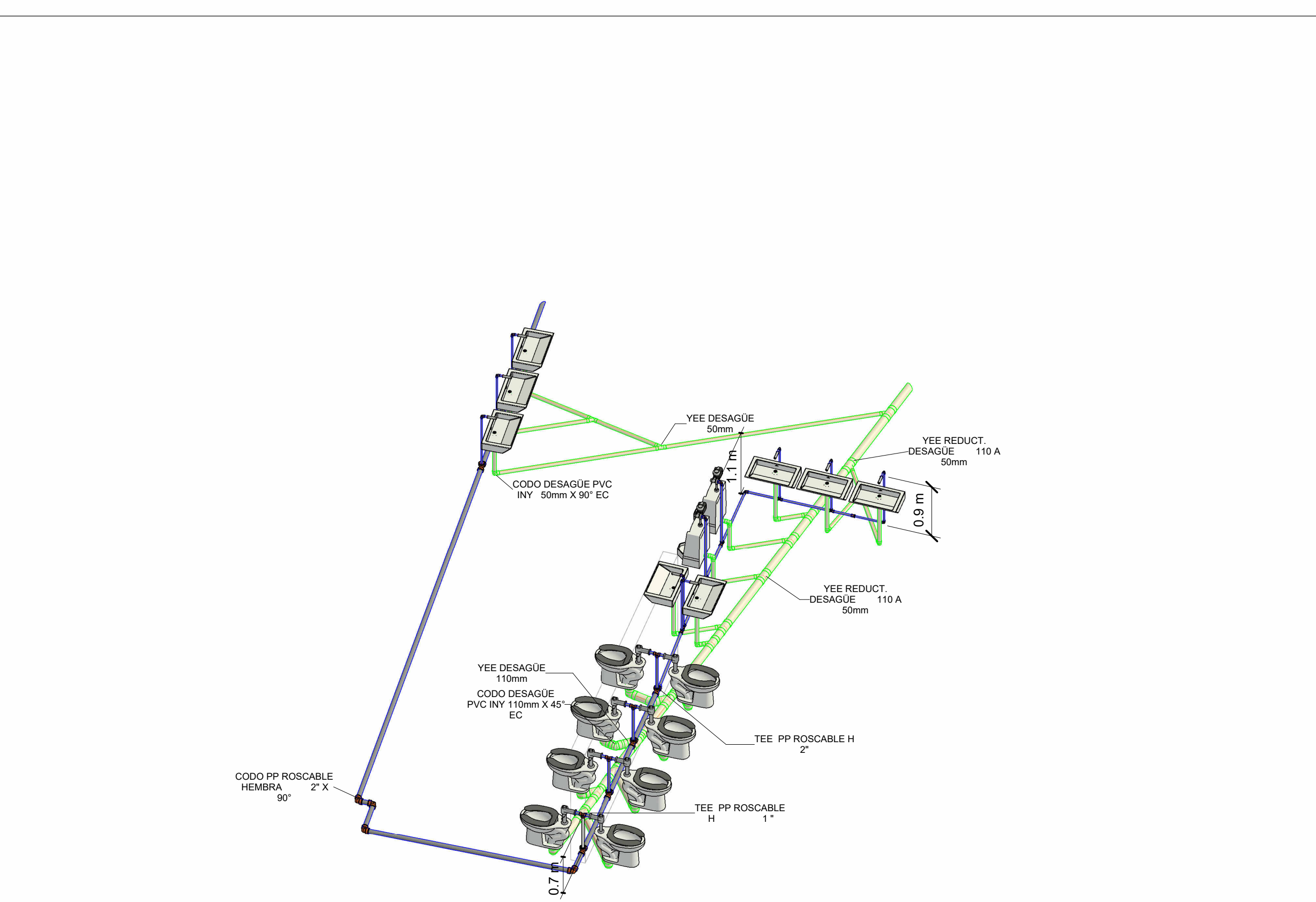
Leyenda accesorios tubería agua potable	
	Codo 45° roscable presión
	Codo 90° roscable presión
	Neplo roscable presión
	Reducción roscable presión
	Tee roscable presión
	Unión roscable presión
	Válvula reguladora de presión
	Válvula de bola

Leyenda de accesorios sanitarios	
	Codo desague 90°
	Reducción desague
	Yee Tee desague
	Codo desague 90°
	Rejilla circular de piso
	Codo desague 45°
	Caja de revisión

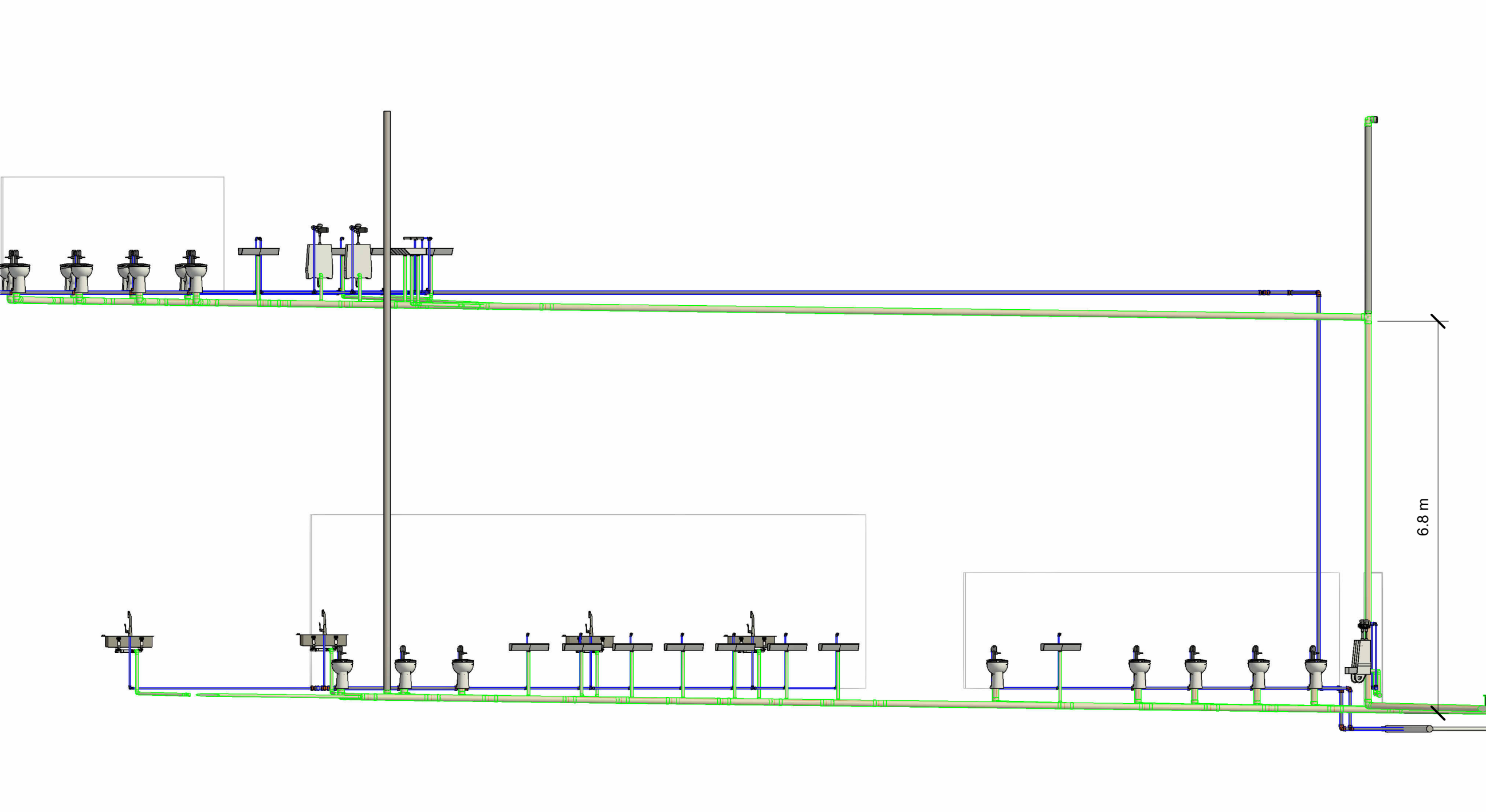
- Tubería de desague PVC
- Tubería de agua potable presión roscable
- Tubería de agua potable Cédula 40



1 baños PA
1 : 50



2 bañospa



Tubería de desagüe PVC

Tubería de agua potable presión roscable

Tubería de agua potable Cédula 40

Leyenda accesorios tubería agua potable	
	Codo 45° roscable presión
	Codo 90° roscable presión
	Neplo roscable presión
	Reducción roscable presión
	Tee roscable presión
	Unión roscable presión
	Válvula reguladora de presión
	Válvula de bola

Leyenda de accesorios sanitarios	
	Codo desagüe 90°
	Reducción desagüe
	Yee Tee desagüe
	Codo desagüe 90°
	Rejilla circular de piso
	Codo desagüe 45°
	Caja de revisión

Municipio de Latacunga

UBICACION :

OBJETO DE CONTRATO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA DEL "MERCADO DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

Nº DE PROCESO: _____

REFERENCIAS:

SELLOS MUNICIPALES:

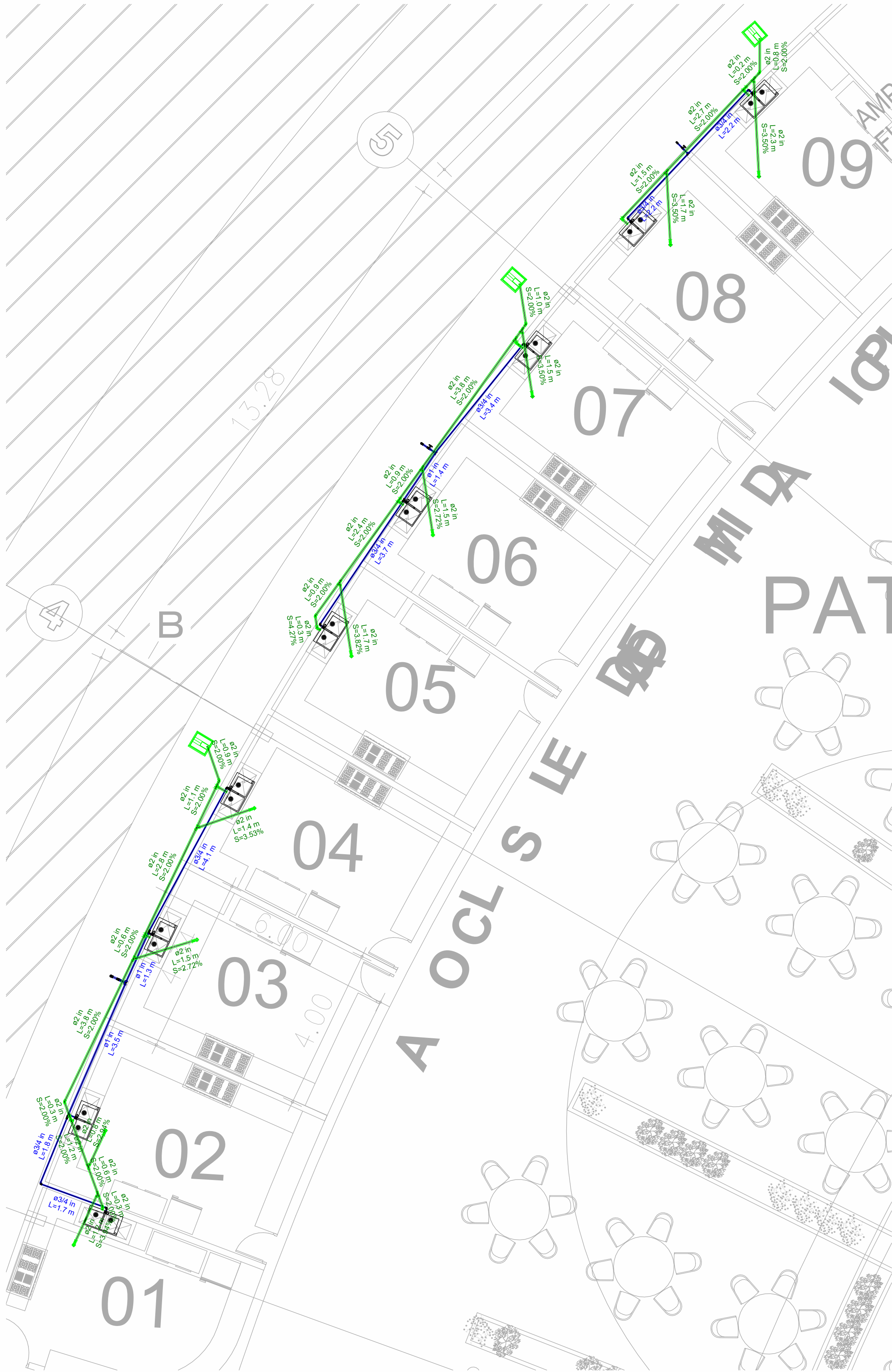
PROYECTO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA DEL "MERCADO DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

PLANO:
PLANO HIDROSANITARIO

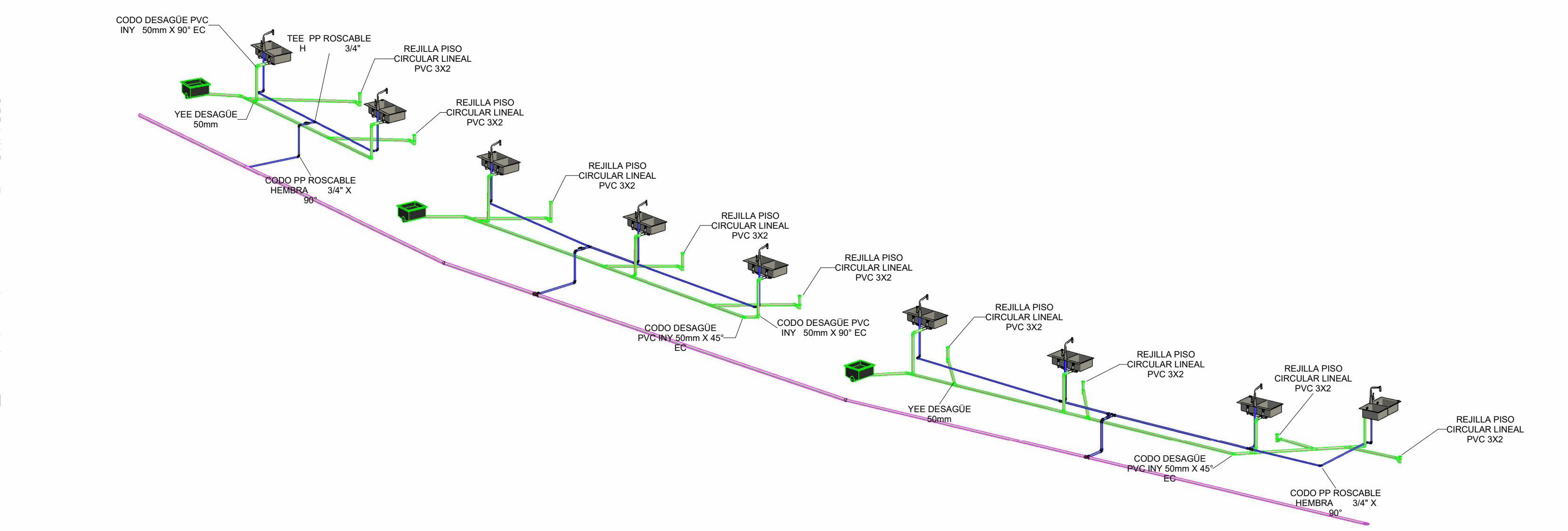
CONTIENE:
RED HIDROSANITARIA

RESPONSABLE:	CONSULTOR:	NIVEL:
IGNACIO CARVAJAL		VARIOS

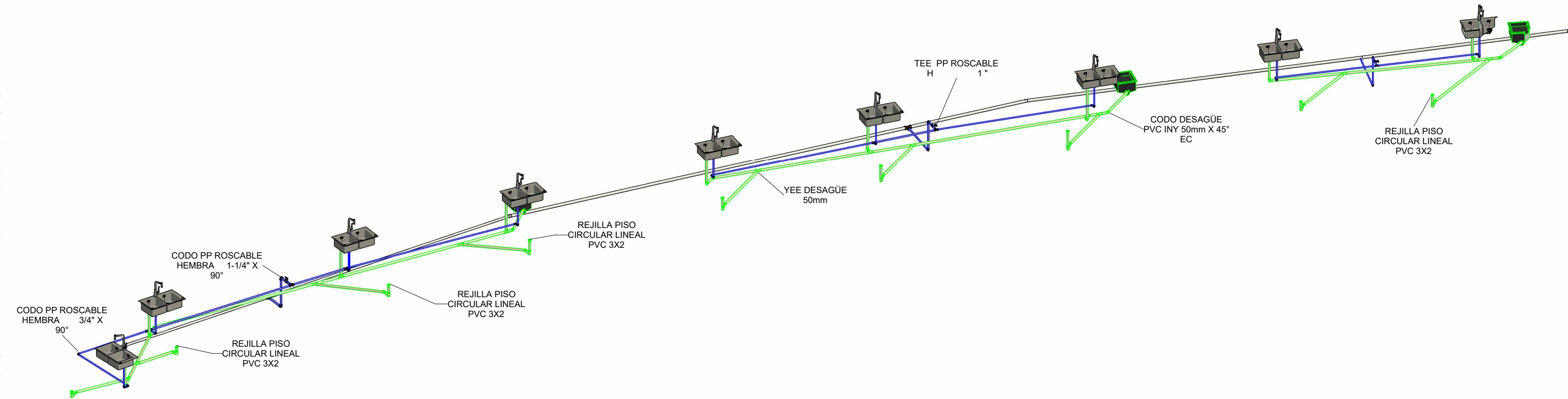
FECHA:	ESCALA:	FORMATO:	LAMINA:
OCTUBRE / 2024	INDICADA	A1	01-H-13
ARCHIVO:	DIBUJO:	REVISADO:	
PLANOS_HIDROSANITARIOS.RVT			



1 fregaderos patio de comidas
1 : 50



2 FR PATIO DE COMIDAS



3 FR PATIO DE COMIDAS 2

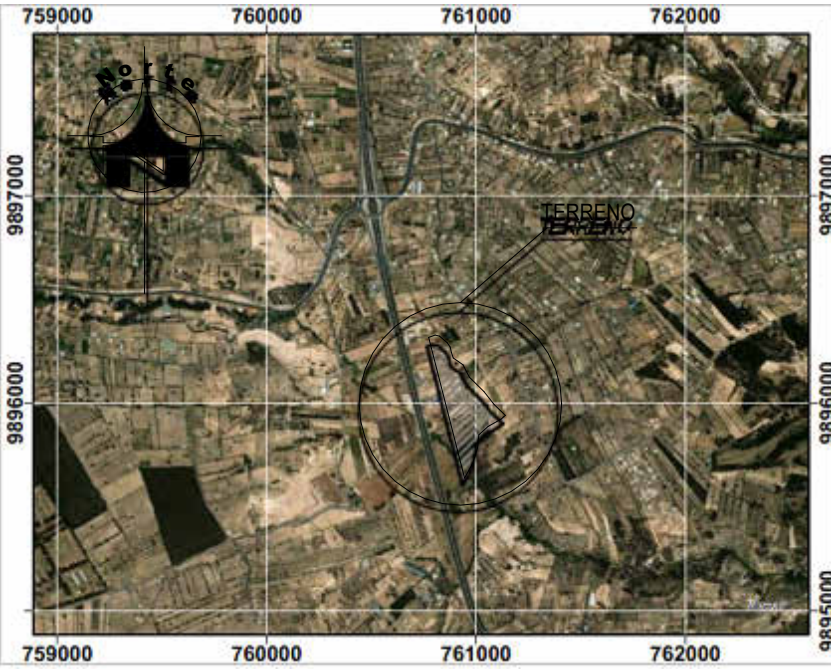
Leyenda accesorios tubería agua potable	
	Codo 45° roscable presión
	Codo 90° roscable presión
	Neplo roscable presión
	Reducción roscable presión
	Tee roscable presión
	Unión roscable presión
	Válvula reguladora de presión
	Valvula de bola

Leyenda de accesorios sanitarios	
	Codo desague 90°
	Reducción desague
	Yee Tee desague
	Codo desague 90°
	Rejilla circular de piso
	Codo desague 45°
	Caja de revisión

- Tubería de desague PVC
- Tubería de agua potable presión roscable
- Tubería de agua potable Cédula 40



UBICACION :



OBJETO DE CONTRATO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES
ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA DEL "MERCADO
DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

Nº DE PROCESO: _____

REFERENCIAS:

SELLOS MUNICIPALES:

PROYECTO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS
INTEGRALES ARQUITECTÓNICOS Y DE
INGENIERÍA DEL "MERCADO DE
PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

PLANO: PLANO HIDROSANITARIO

CONTIENE: RED HIDROSANITARIA

RESPONSABLE:		CONSULTOR:	NIVEL:
IGNACIO CARVAJAL			VARIOS
FECHA:	OCTUBRE / 2024	ESCALA:	INDICADA
ARCHIVO:	PLANOS_HIDROSANITARIOS.RVT	FORMATO:	A1
		REVISADO:	
			01-H-14

Nº DE PROCESO: _____

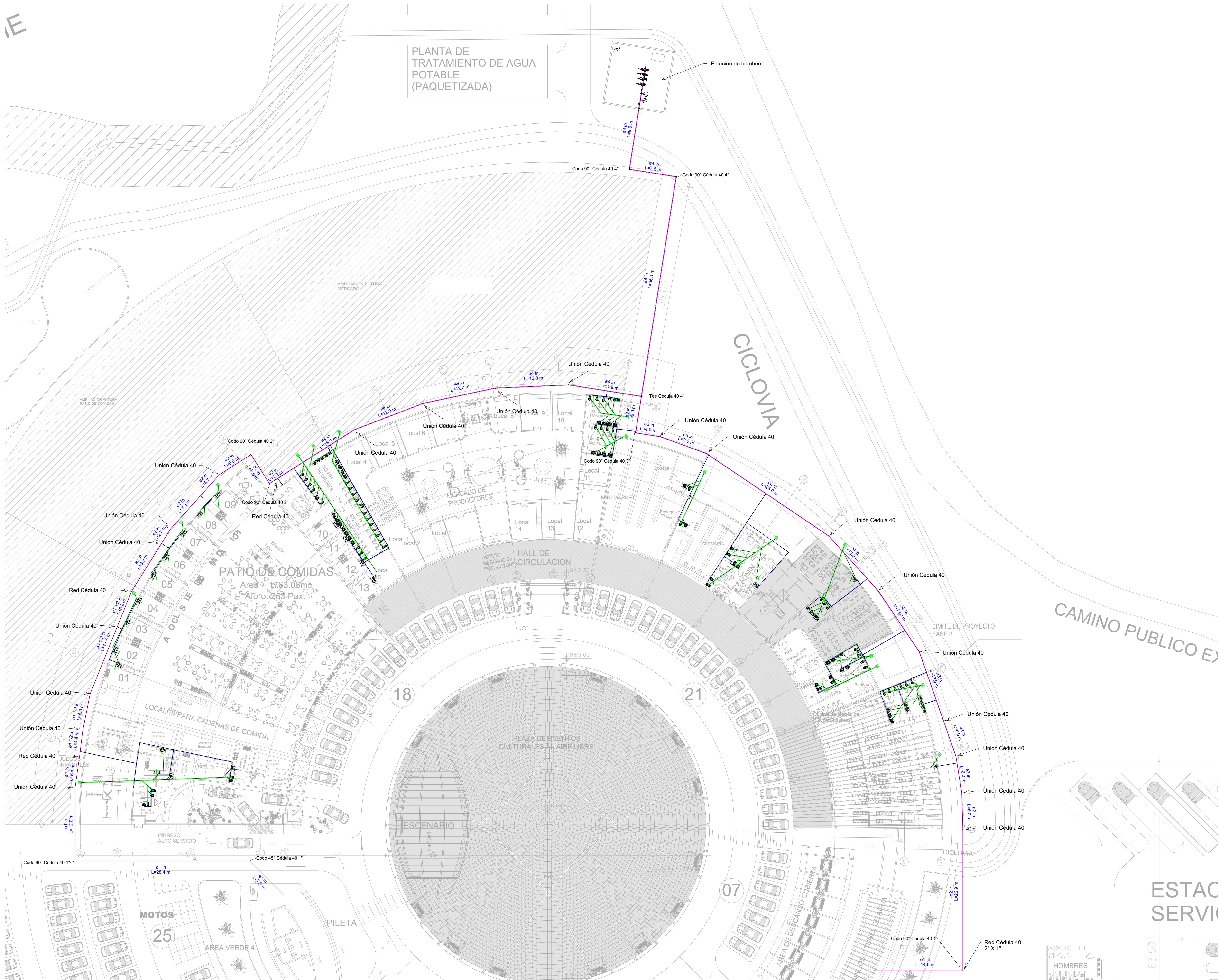
SELLOS MUNICIPALES:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS

INGENIERIA DEL MERCADO DE
PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA”

PLANO HIDROSANITARIO

FECHA:	ESCALA:	FORMATO:	LAMINA:
OCTUBRE / 2024	INDICADA	A 1	

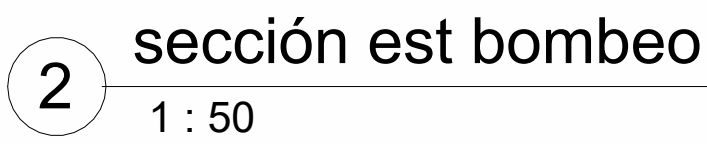
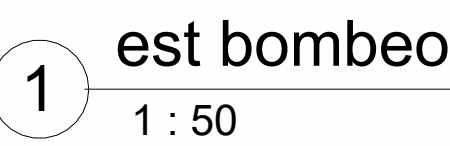


1 red de agua potable
1 : 300

1 : 300

Nº DE PROCESO: _____

01-H-16



 Tubería de desagüe PVC

 Tubería de agua potable presión roscable

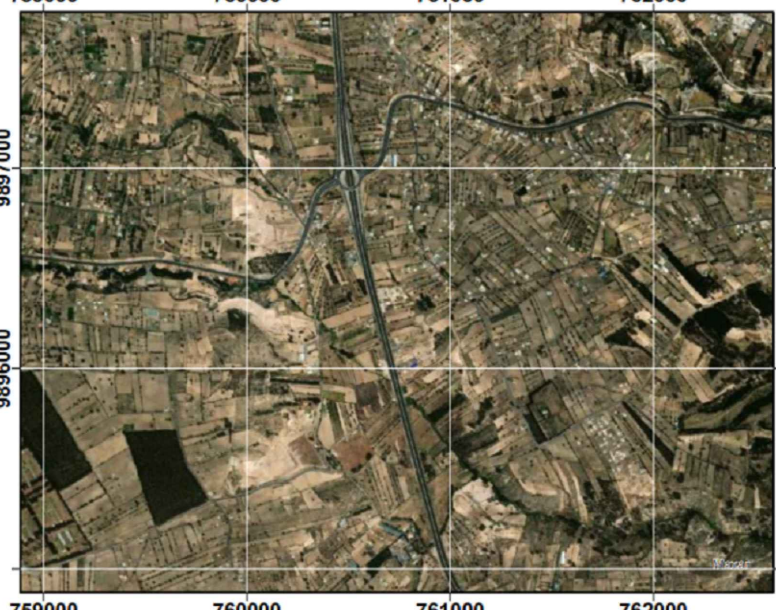
 Tubería de agua potable Cédula 40

Anexo B: Planos alcantarillado pluvial.

Municipio de Latacunga



UBICACION:



OBJETO DE CONTRATO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES
ARQUITECTONICOS Y DE INGENIERIA DEL "MERCADO
DE PRODUCTORES DEL CANTON LATACUNGA"

Nº DE PROCESO:

REFERENCIAS:

SELLOS MUNICIPALES:

PROYECTO:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS
INTEGRALES ARQUITECTONICOS Y DE
INGENIERIA DEL "MERCADO DE
PRODUCTORES DEL CANTON LATACUNGA"

PLANO:

PLANO HIDROSANITARIO

CONTIENE:

RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EXTERIOR

RESPONSABLE:

IGNACIO CARVAJAL

CONSULTOR:

NIVEL:

VARIOS

FECHA:

OCTUBRE / 2024

ESCALA:

INDICADA

FORMATO:

A1

REVISADO:

01-H-17

PLANO HIDROSANITARIOS.DWG

DIBUJO:

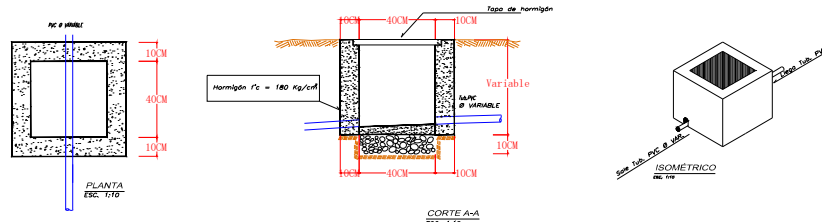
REVISADO:

01-H-17

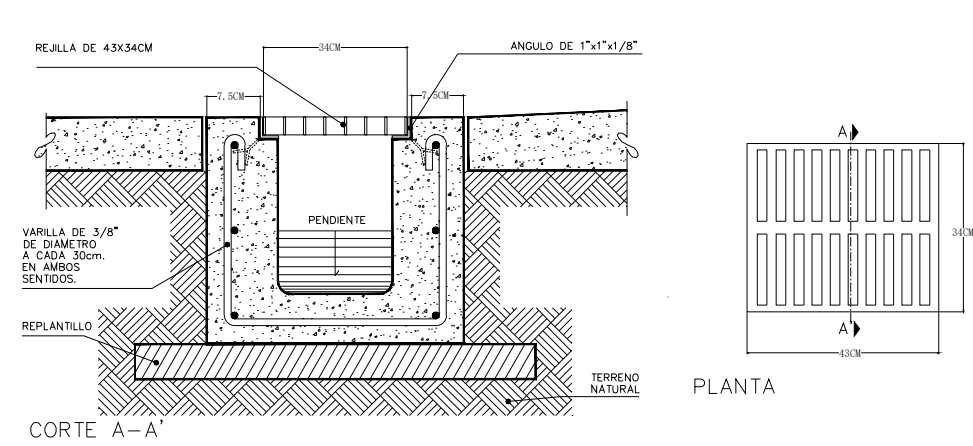
RED DE ALC. PLUVIAL				
ESTRUCTURA	DETALLE	TUBERIA DE ENTRADA	TUBERIA DE SALIDA	COORDENADAS
PZ-20	SUM-10	#500 mm, COTA ENTRADA =2865.74	#300 mm COTA SALIDA =2865.68	760917.6399 E 9895314.2349 N
PZ-42	PZ-34	#300 mm, COTA ENTRADA =2865.17	#300 mm COTA SALIDA =2865.49	761010.5068 E 9895470.9589 N
PZ-21	PZ-21	#500 mm, COTA ENTRADA =2865.39	#500 mm COTA SALIDA =2865.39	760950.6676 E 9895404.6801 N
PZ-27	PZ-27	#500 mm, COTA ENTRADA =2865.25	#500 mm COTA SALIDA =2865.25	760963.8429 E 9895354.0791 N
C13	C13	#500 mm, COTA ENTRADA =2865.38	#500 mm COTA SALIDA =2865.38	761005.3781 E 9895416.4641 N
C14	C14	#500 mm, COTA ENTRADA =2864.94	#300 mm COTA SALIDA =2864.93	761002.0321 E 9895404.3848 N
C19	C19	#500 mm, COTA ENTRADA =2865.56	#500 mm COTA SALIDA =2865.56	760982.8052 E 9895379.3769 N
C15	C15	#300 mm, COTA ENTRADA =2865.04	#300 mm COTA SALIDA =2865.03	760999.8042 E 9895399.1828 N
C12	C12	#300 mm, COTA ENTRADA =2865.14	#300 mm COTA SALIDA =2865.14	761018.8337 E 9895441.5444 N
PZ-48	PZ-48	#300 mm, COTA ENTRADA =2864.74	#300 mm COTA SALIDA =2864.74	761026.8899 E 9895432.6869 N
SUM-9	SUM-9	#300 mm, COTA ENTRADA =2866.17	#300 mm COTA SALIDA =2866.17	760958.7854 E 9895407.8337 N
PZ-30	PZ-30	#300 mm, COTA ENTRADA =2865.66	#300 mm COTA SALIDA =2865.66	760950.3143 E 9895396.1368 N
SUM-8	SUM-8	#300 mm, COTA ENTRADA =2866.00	#300 mm COTA SALIDA =2866.00	760953.0419 E 9895394.8862 N
SUM-7	SUM-7	#300 mm, COTA ENTRADA =2866.04	#300 mm COTA SALIDA =2866.04	760926.9133 E 9895399.6802 N
PZ-31	PZ-31	#300 mm, COTA ENTRADA =2865.36	#300 mm COTA SALIDA =2865.36	760928.9308 E 9895402.4880 N
C11	C11	#300 mm, COTA ENTRADA =2865.67	#300 mm COTA SALIDA =2865.67	761016.2128 E 9895442.2111 N
PZ-44	PZ-44	#300 mm, COTA ENTRADA =2865.25	#300 mm COTA SALIDA =2865.25	761020.9357 E 9895446.8744 N
SUM-12	SUM-12	#300 mm, COTA ENTRADA =2865.45	#300 mm COTA SALIDA =2865.45	761016.7838 E 9895446.3666 N
SUM-18	SUM-18	#300 mm, COTA ENTRADA =2865.25	#300 mm COTA SALIDA =2865.25	760923.9549 E 9895414.0528 N
PZ-32	PZ-32	#300 mm, COTA ENTRADA =2865.25	#400 mm COTA SALIDA =2865.15	760920.6811 E 9895412.1732 N

RED DE ALC. PLUVIAL				
ESTRUCTURA	DETALLE	TUBERIA DE ENTRADA	TUBERIA DE SALIDA	COORDENADAS
PZ-39	PZ-39	#300 mm, COTA ENTRADA =2865.23	#400 mm COTA SALIDA =2865.13	760917.2863 E 9895320.9320 N
SUM-2A	SUM-2A	#300 mm, COTA ENTRADA =2865.00	#300 mm COTA SALIDA =2865.00	760913.0252 E 9895327.2126 N
SUM-1	SUM-1	#300 mm, COTA ENTRADA =2865.78	#300 mm COTA SALIDA =2865.84	760909.4946 E 9895339.6609 N
PZ-38	PZ-38	#500 mm, COTA ENTRADA =2865.38	#300 mm COTA SALIDA =2865.37	760912.8758 E 9895453.5855 N
SUM-1A	SUM-1A	#300 mm, COTA ENTRADA =2865.14	#300 mm COTA SALIDA =2865.14	760908.1015 E 9895444.8113 N
SUM-20	SUM-20	#300 mm, COTA ENTRADA =2865.45	#300 mm COTA SALIDA =2865.45	760906.9050 E 9895379.3744 N
PZ-28	PZ-28	#500 mm, COTA ENTRADA =2864.88	#500 mm COTA SALIDA =2864.99	760986.2312 E 9895375.3688 N
SUM-14	SUM-14	#300 mm, COTA ENTRADA =2865.19	#400 mm COTA SALIDA =2865.20	761008.7814 E 9895413.5863 N
SUM-15	SUM-15	#300 mm, COTA ENTRADA =2865.83	#300 mm COTA SALIDA =2865.83	760962.0043 E 9895381.3719 N
PZ-23	PZ-23	#500 mm, COTA ENTRADA =2864.45	#500 mm COTA SALIDA =2864.45	761015.1625 E 9895386.7923 N
C18	C18	#300 mm, COTA ENTRADA =2865.70	#300 mm COTA SALIDA =2865.70	760989.2542 E 9895381.8340 N
C17	C17	#300 mm, COTA ENTRADA =2865.35	#300 mm COTA SALIDA =2865.35	761000.5705 E 9895388.6236 N
PZ-29	PZ-29	#500 mm, COTA ENTRADA =2864.01	#500 mm COTA SALIDA =2864.11	761026.9368 E 9895411.0988 N
PZ-45	PZ-45	#600 mm, COTA ENTRADA =2863.87	#600 mm COTA SALIDA =2863.87	761033.0833 E 9895414.6764 N
C16	C16	#300 mm, COTA ENTRADA =2865.16	#300 mm COTA SALIDA =2865.16	761005.5475 E 9895396.3640 N
PZ-18	PZ-18	#600 mm, COTA ENTRADA =2863.52	#600 mm COTA SALIDA =2863.52	761019.2362 E 9895332.4144 N
PZ-25	PZ-25	#600 mm, COTA ENTRADA =2863.16	#600 mm COTA SALIDA =2863.16	761058.6790 E 9895461.6809 N
PZ-26	PZ-26	#600 mm, COTA ENTRADA =2862.84	#600 mm COTA SALIDA =2862.84	761051.3118 E 9895300.4222 N
PZ-24	PZ-24	#600 mm, COTA ENTRADA =2863.41	#600 mm COTA SALIDA =2863.41	761058.6749 E 9895430.5102 N
PZ-19	PZ-19	#600 mm, COTA ENTRADA =2863.46	#600 mm COTA SALIDA =2863.46	761029.2691 E 9895339.0321 N

DETALLE DE CAJAS DE ALCANTARILLADO PLUVIAL



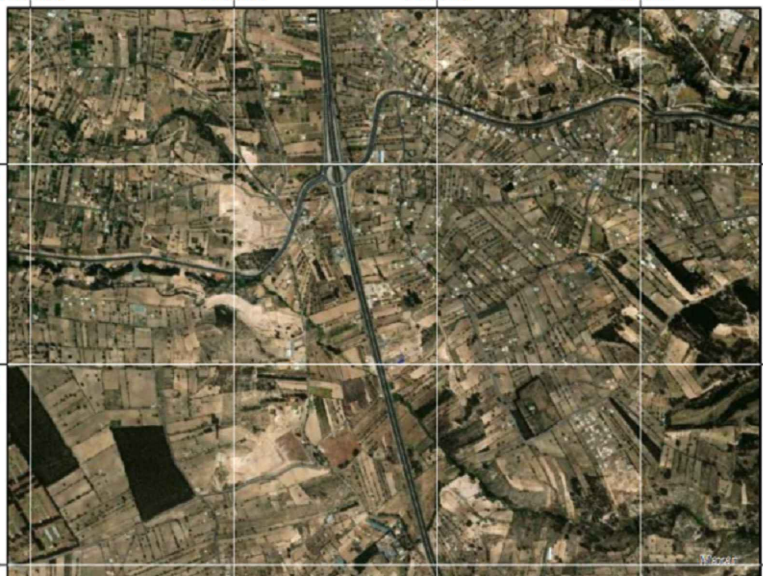
DETALLE DE SUMIDORES DE ALCANTARILLADO PLUVIAL



ESC 1:500



UBICACION:



OBJETO DE CONTRATO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES
ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA DEL "MERCADO
DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

Nº DE PROCESO:

REFERENCIAS:

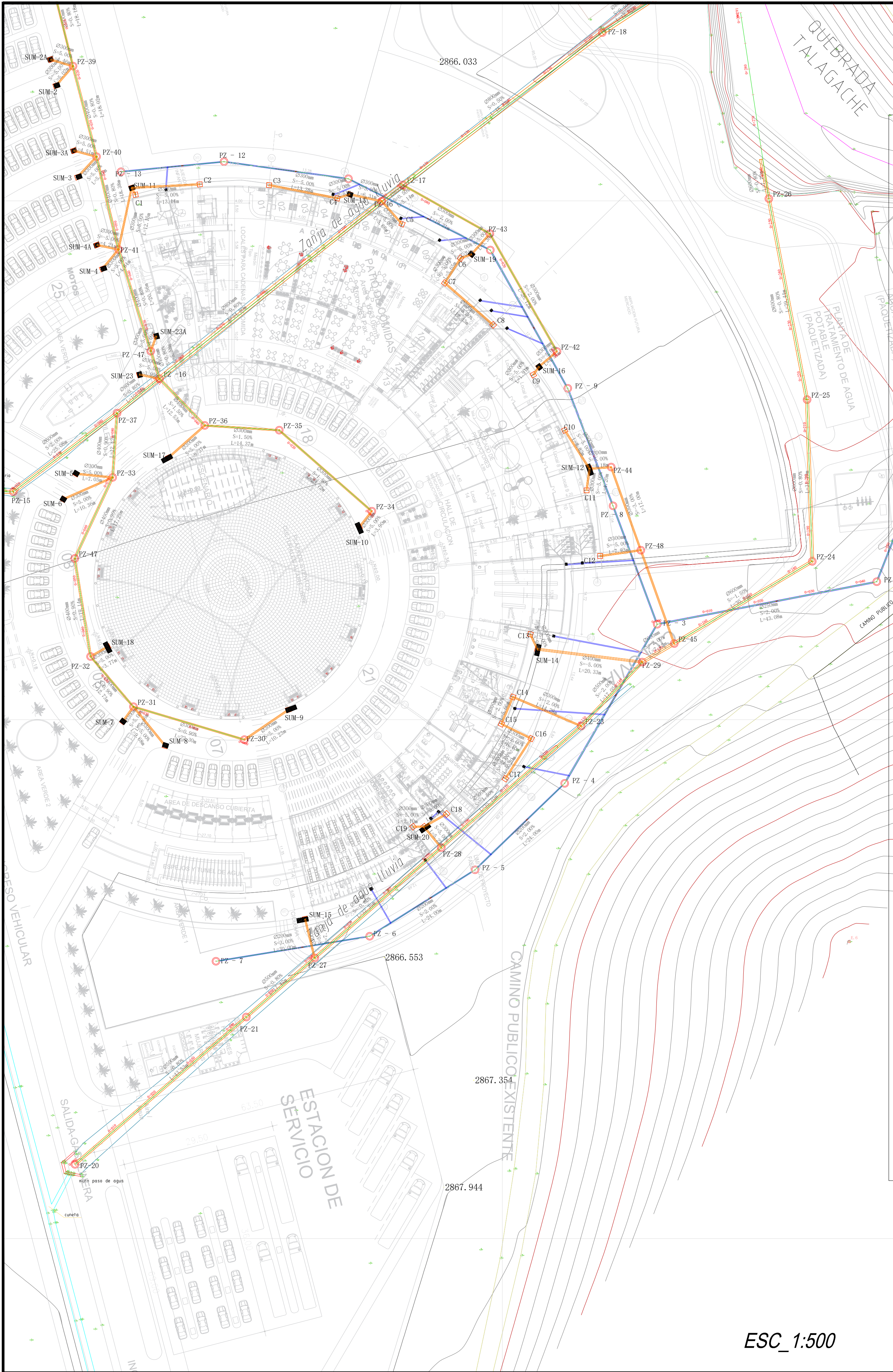
SELLOS MUNICIPALES:

PROYECTO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS
INTEGRALES ARQUITECTÓNICOS Y DE
INGENIERÍA DEL "MERCADO DE
PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

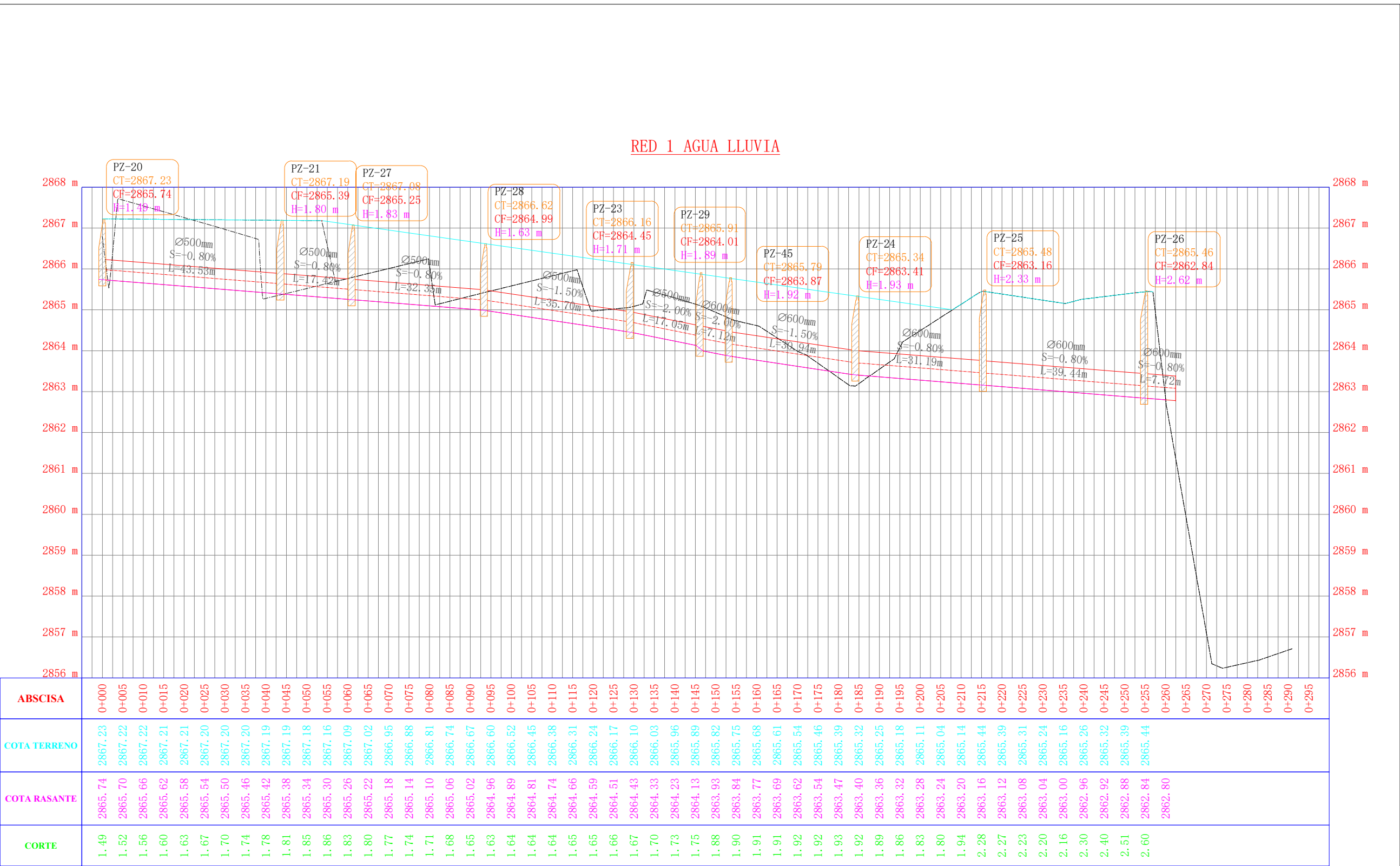
PLANO: PLANO HIDROSANITARIO

CONTIENE:
RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EXTERIOR

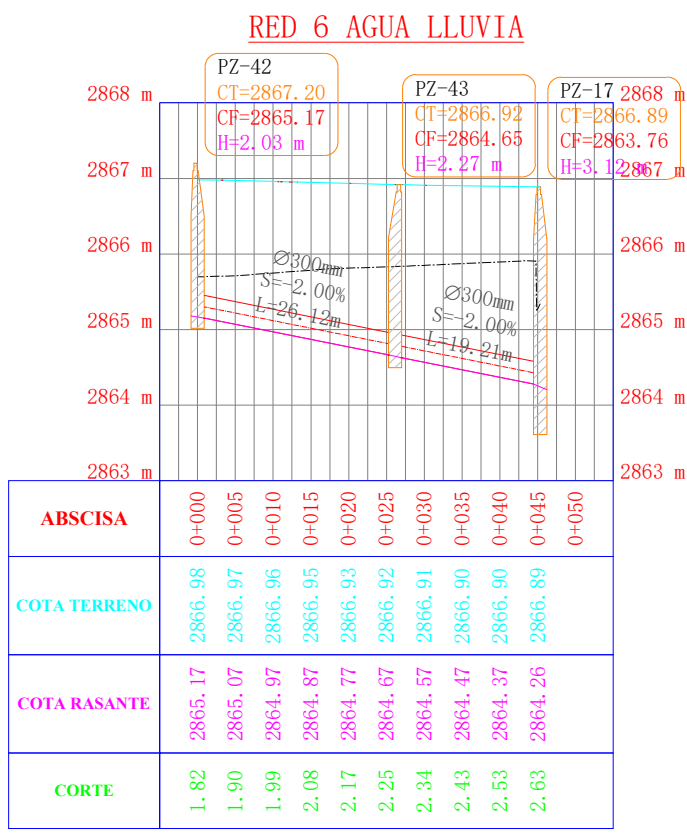
RESPONSABLE:	CONSULTOR:	NIVEL:
IGNACIO CARVAJAL		VARIOS
FECHA: OCTUBRE / 2024	ESCALA: INDICADA	FORMATO: A1
ARCHIVO: PLANOS_HIDROSANITARIOS.DWG	DIBUJO: REVISADO:	LAMINA: 01-H-18

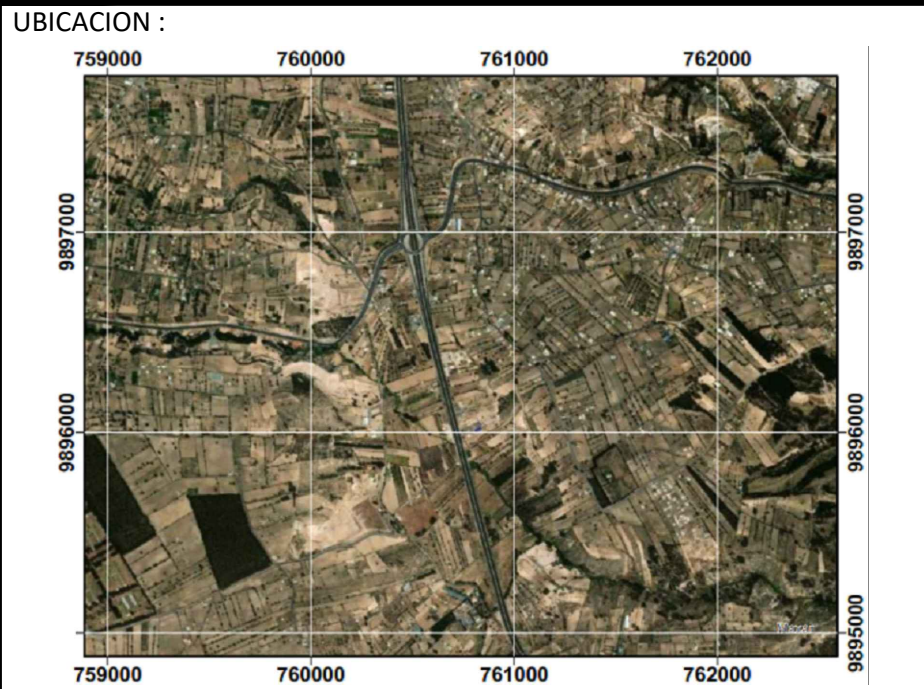


ESC_1:500



ESC_1:1000





OBJETO DE CONTRATO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES
ARQUITECTONICOS Y DE INGENIERIA DEL "MERCADO
DE PRODUCTORES DEL CANTON LATACUNGA"
Nº DE PROCESO: _____

REFERENCIAS:

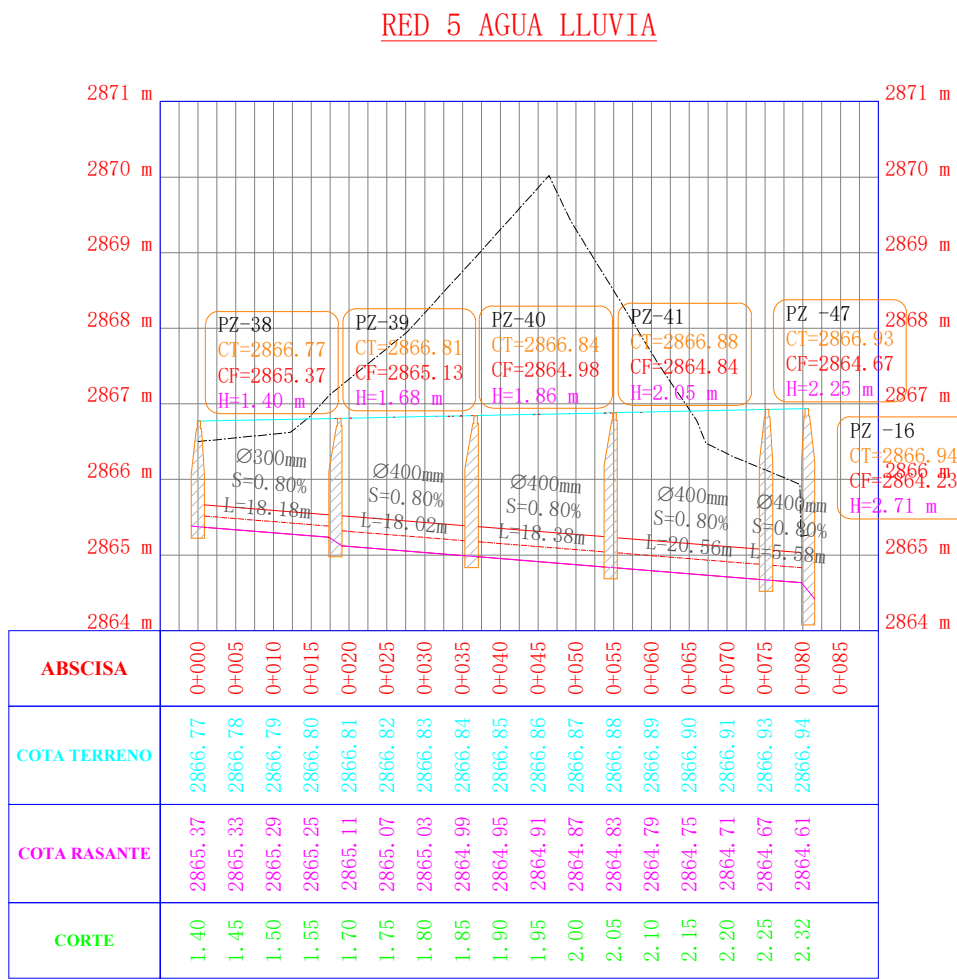
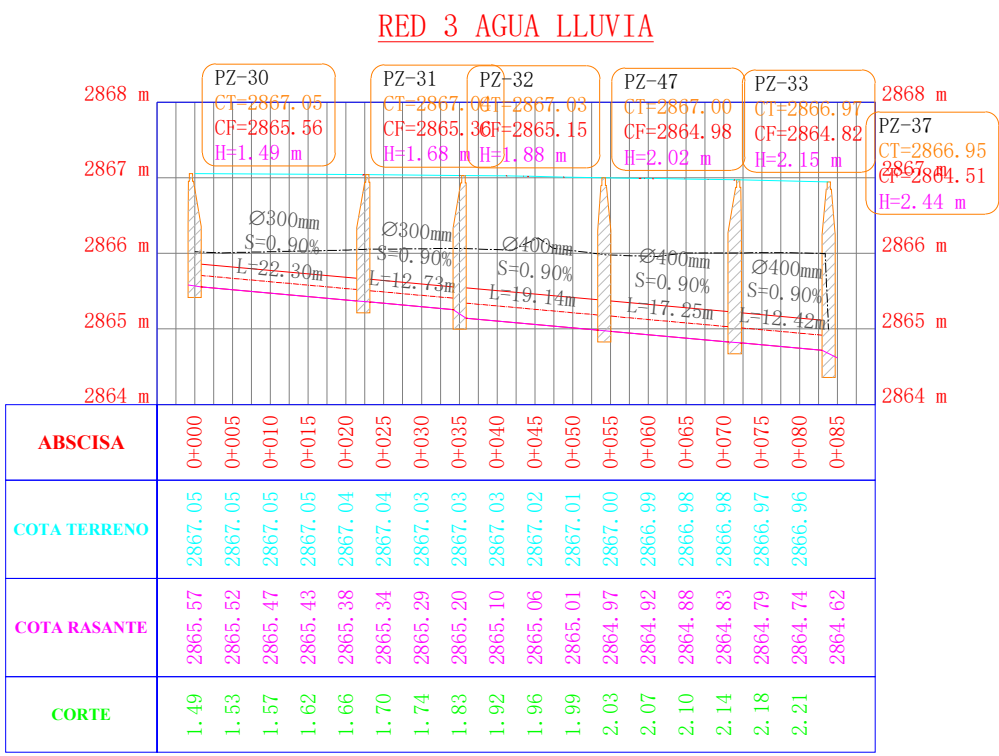
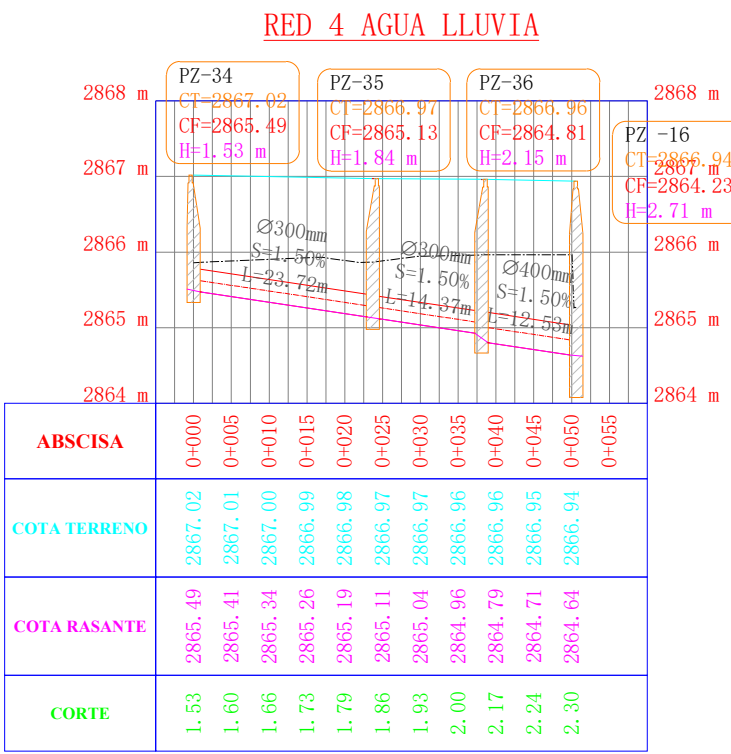
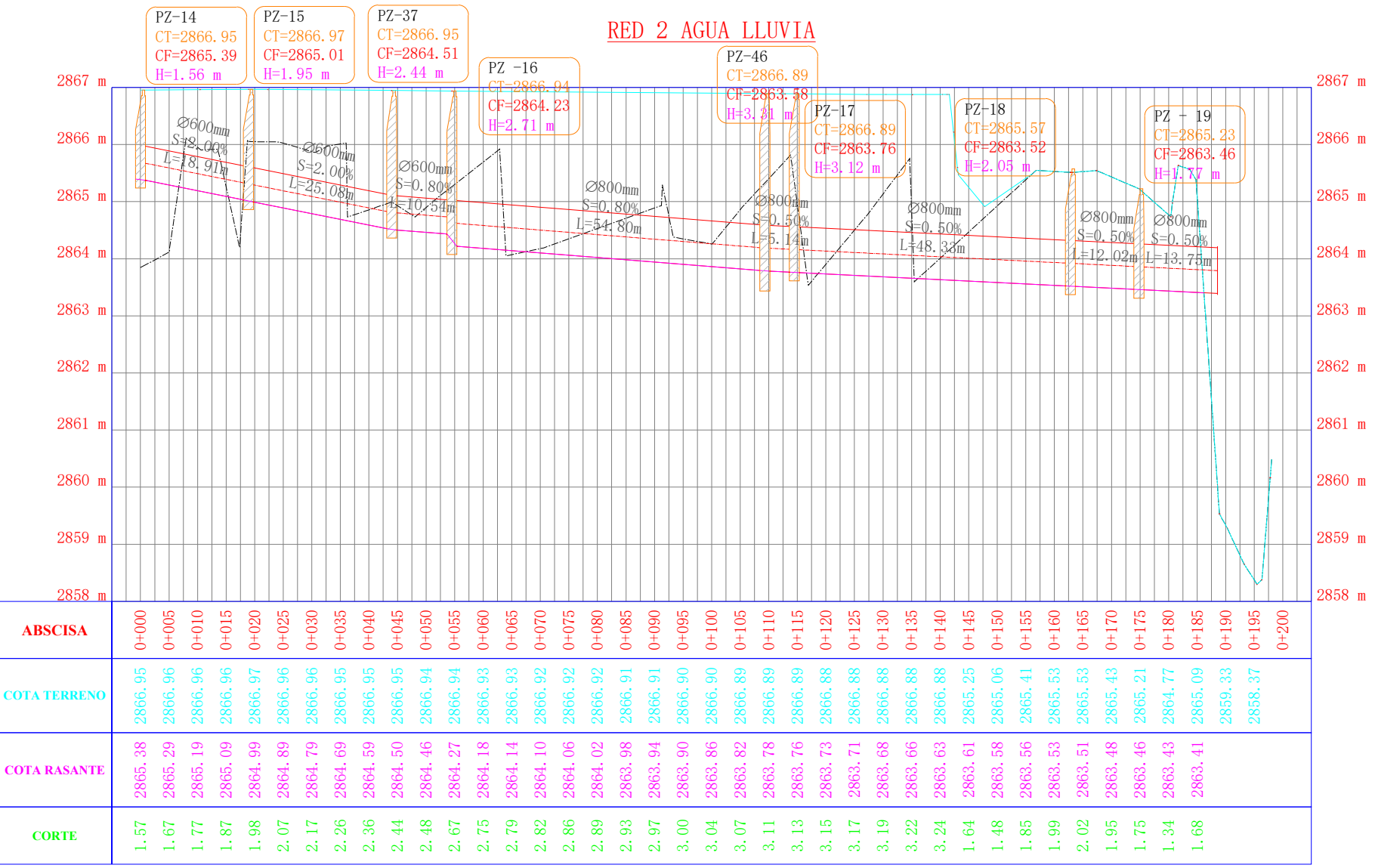
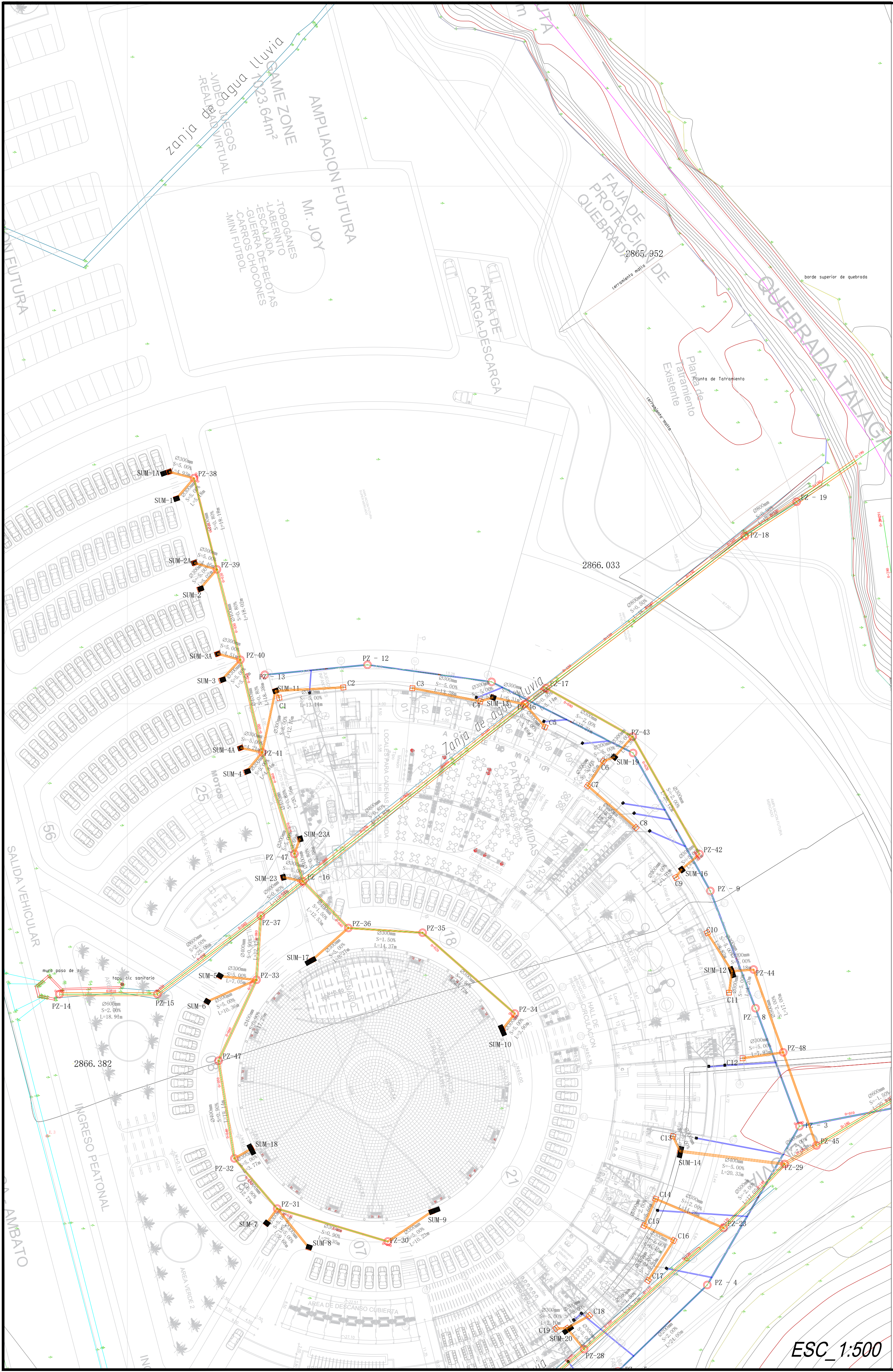
SELLOS MUNICIPALES:

PROYECTO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS
INTEGRALES ARQUITECTONICOS Y DE
INGENIERIA DEL "MERCADO DE
PRODUCTORES DEL CANTON LATACUNGA"

PLANO: PLANO HIDROSANITARIO

CONTIENE:
RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EXTERIOR

RESPONSABLE:	CONSULTOR:	NIVEL:
IGNACIO CARVAJAL		VARIOS
FECHA: OCTUBRE / 2024	ESCALA: INDICADA	FORMATO: A1
ARCHIVO: PLANS_HIDROSANITARIOS.DWG	DIBUJO: REVISADO:	LAMINA: 01-H-19



ESC_1:1000



REFERENCIAS:

PROYECTO:

PLANO: PLANO HIDROSANITARIO

CONTIENE:

CANALES DE AGUA LLUVIA EN CUBIERTA

RESPONSIBLE:

	CONSULTOR:
--	------------

NIVEL:	
--------	--

IGNACIO GARRAL

KARLOS

FECHA:

ESCALA:

FORMATO

LAMINA:

OCTUBRE / 2024

	INDICADA
	DIRELLO:

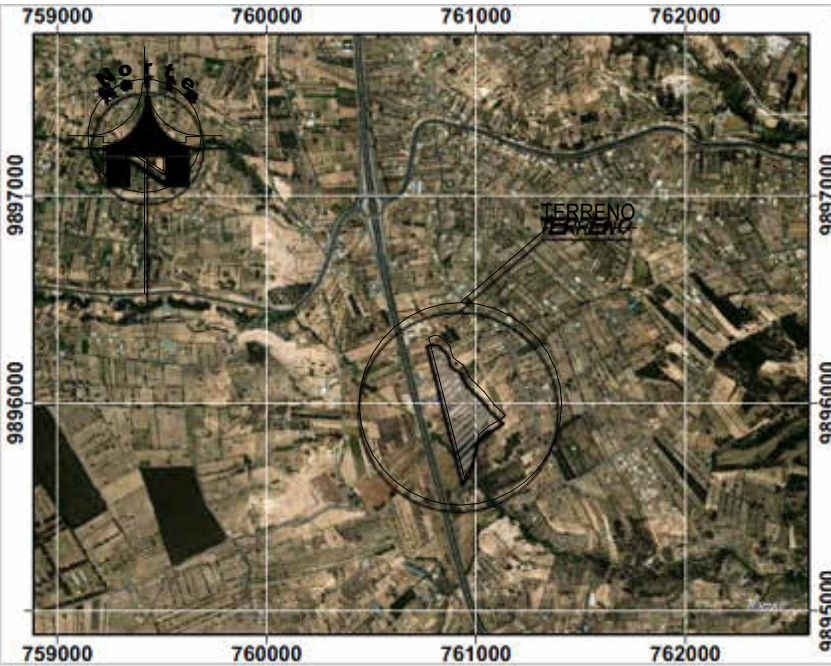
	A1
	REVISADO

01-H-20

Anexo C: Planos sistema contra incendio.



UBICACION :



OBJETO DE CONTRATO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES
ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA DEL "MERCADO
DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

Nº DE PROCESO: _____

REFERENCIAS:

SELLOS MUNICIPALES:

PROYECTO:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS
INTEGRALES ARQUITECTÓNICOS Y DE
INGENIERÍA DEL "MERCADO DE
PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

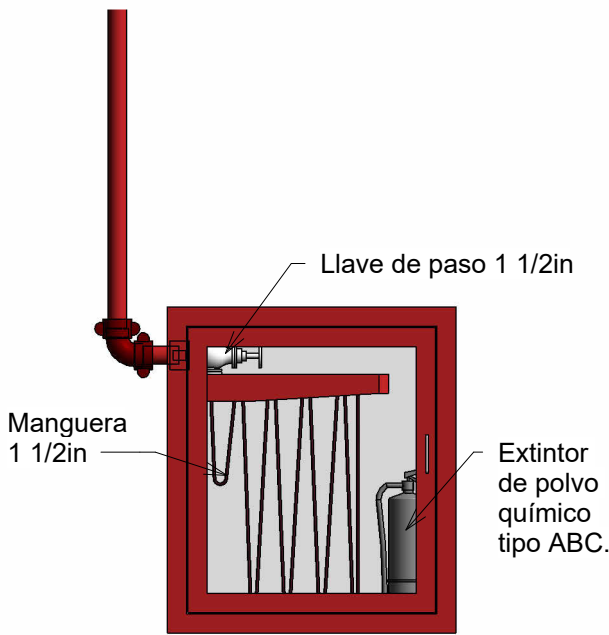
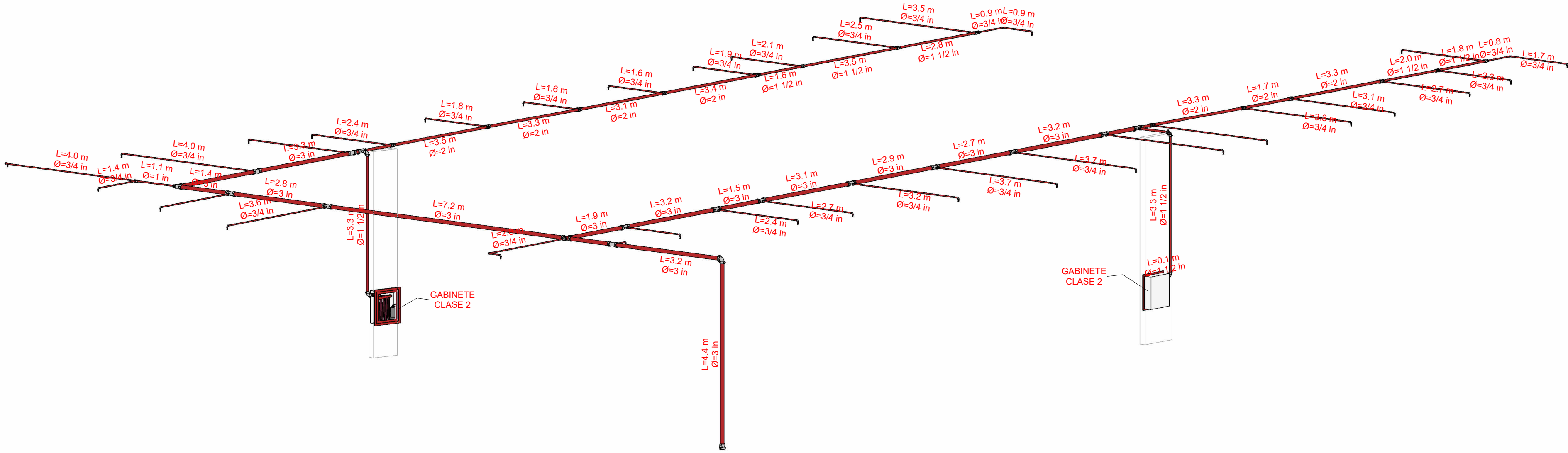
PLANO:

PLANO RED CONTRA INCENDIO

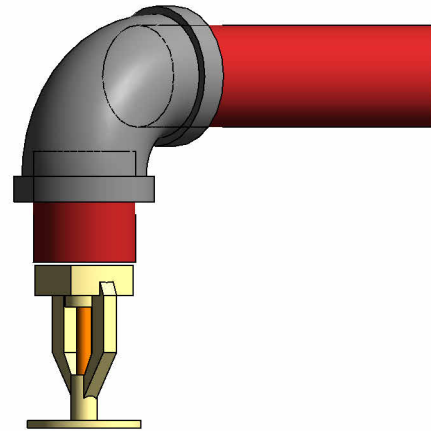
CONTIENE:

RED CONTRA INCENDIOS - ENTRADA PRINCIPAL

RESPONSABLE:	CONSULTOR:	NIVEL:
IGNACIO CARVAJAL		VARIOS
FECHA:	ESCALA:	FORMATO:
NOVIEMBRE / 2024	INDICADA	A1
ARCHIVO:	DIBUJO:	REVISADO:
PLANOS_CONTRAINCENDIO.RVT		
		LAMINA:
		01-H-21



DETALLE GABINETE CLASE 2



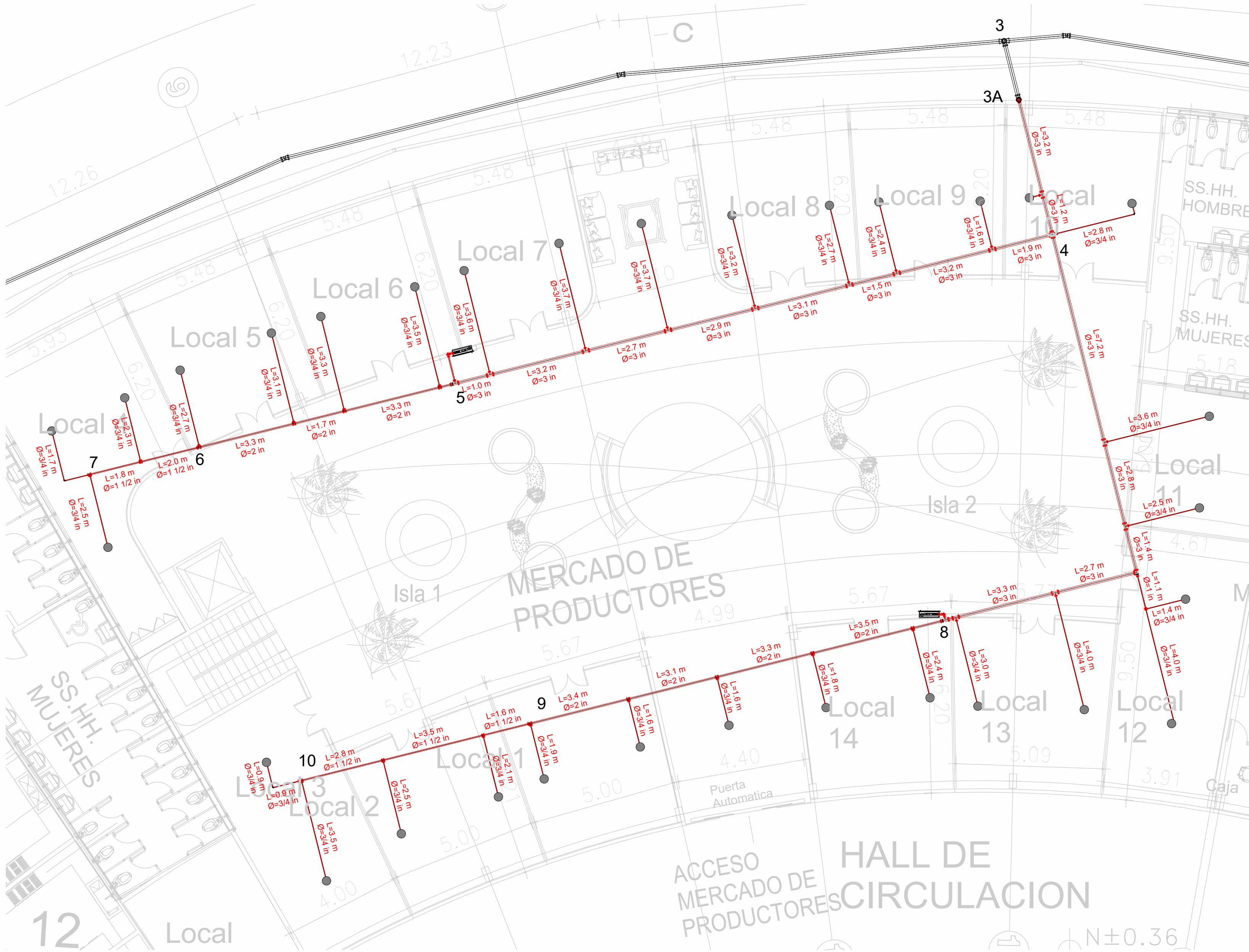
DETALLE ROCIADOR
ESTANDAR K=5.6

LEYENDA ACCESORIOS RED CONTRA INCENDIOS SCH10	
	Rociador estandar K=5.6
	Codo 90°
	Brida de conexión
	Cruz
	Gabinete clase 2
	Reducción
	Tee

Leyenda color de tuberías	
	Tubería SCH 10 acero al carbono
	Tubería de PVC C900 RD18

ENTRADA PRINCIPAL

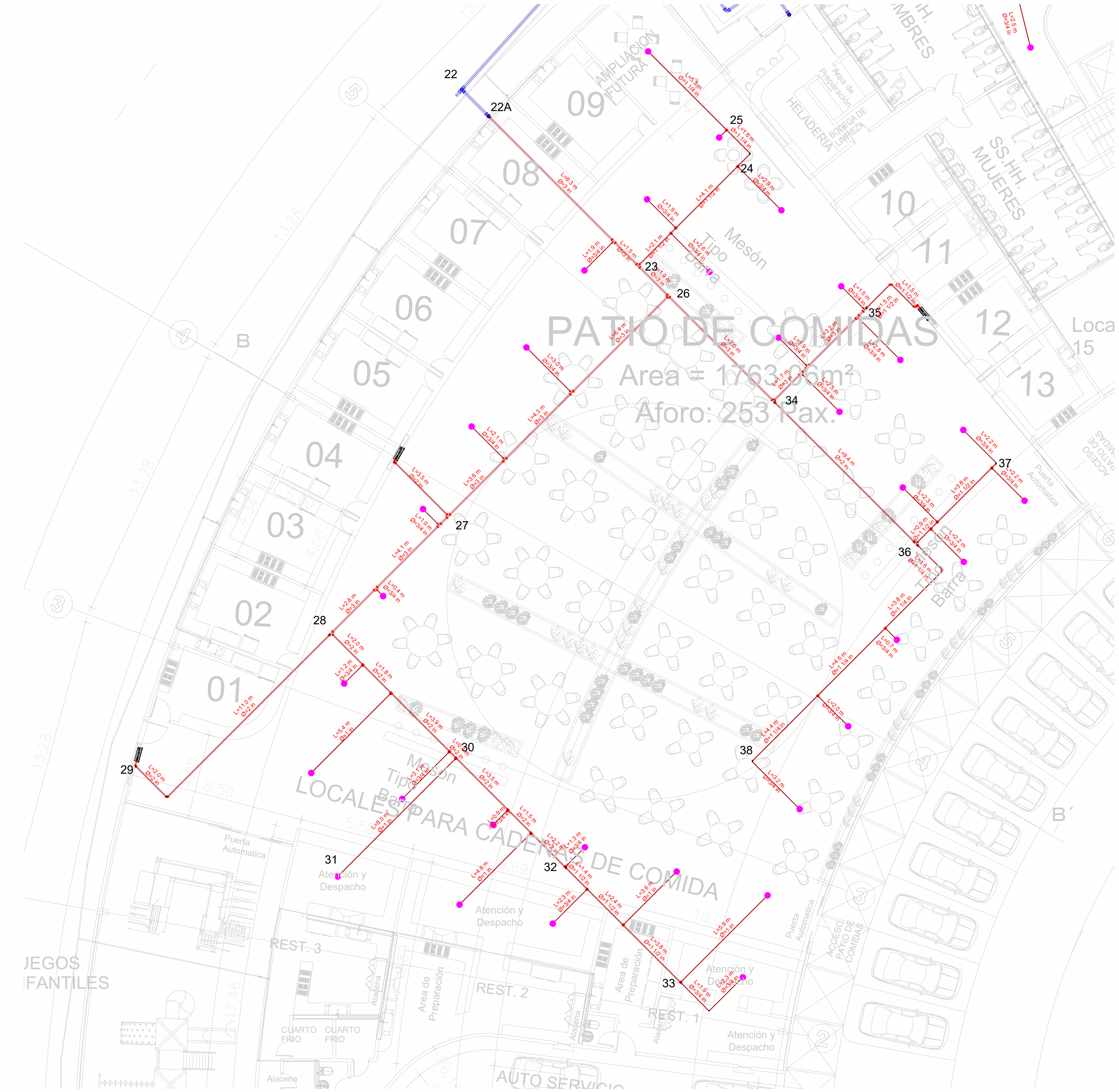
1



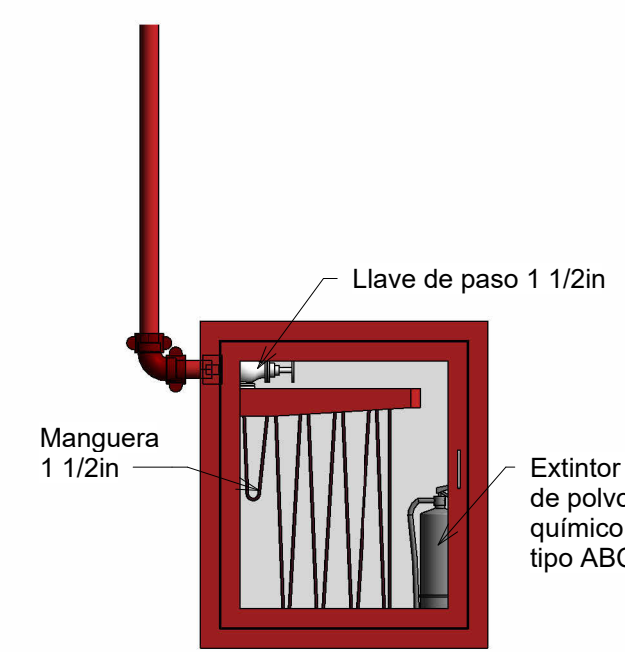
ENTRADA PRINCIPAL

2

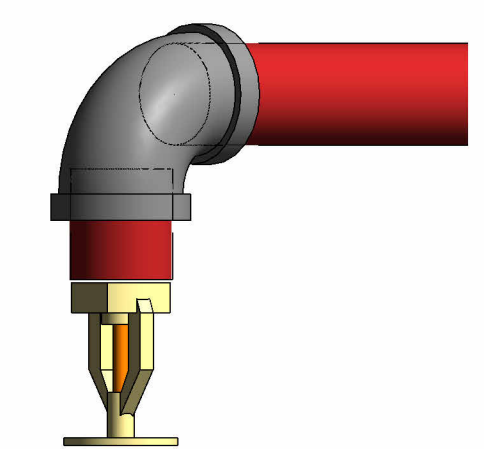
1 : 100



1 PATIO DE COMIDAS
1 : 100



DETALLE GABINETE CLASE 2



DETALLE ROCIADOR ESTANDAR K=5.6

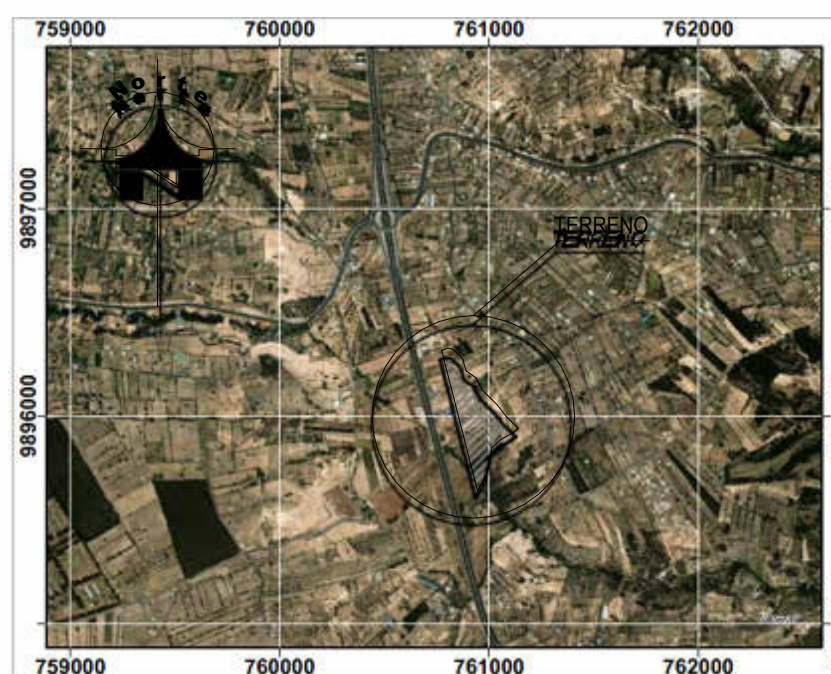
LEYENDA ACCESORIOS RED CONTRA INCENDIOS SCH10	
	Rociador estandar K=5.6
	Codo 90°
	Brida de conexión
	Cruz
	Gabinete clase 2
	Reducción
	Tee

Leyenda color de tuberías	
	Tubería SCH 10 acero al carbono
	Tubería de PVC C900 RD18

Municipio de Latacunga



UBICACION :



OBJETO DE CONTRATO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA DEL "MERCADO DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

Nº DE PROCESO: _____

REFERENCIAS:

SELLOS MUNICIPALES:

PROYECTO:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA DEL "MERCADO DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

PLANO:

PLANO RED CONTRA INCENDIO

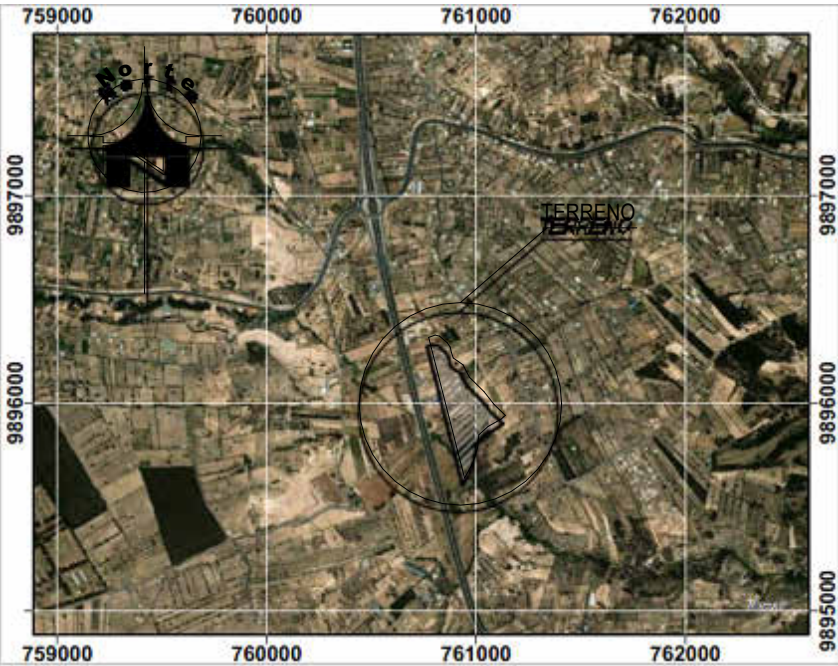
CONTIENE:

RED CONTRA INCENDIOS - PATIO DE COMIDAS

RESPONSABLE:	CONSULTOR:	NIVEL:
IGNACIO CARVAJAL		VARIOS
FECHA: NOVIEMBRE / 2024	ESCALA: INDICADA	FORMATO: A1
ARCHIVO: PLANOS_CONTRAINCENDIO.RVT	DIBUJO:	REVISADO:
		01-H-22



UBICACION :



OBJETO DE CONTRATO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES
ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA DEL "MERCADO
DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

Nº DE PROCESO: _____

REFERENCIAS:

SELLOS MUNICIPALES:

PROYECTO:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS
INTEGRALES ARQUITECTÓNICOS Y DE
INGENIERÍA DEL "MERCADO DE
PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

PLANO:

PLANO RED CONTRA INCENDIO

CONTIENE:

ISOMETRIA RED CONTRA INCENDIOS - PATIO DE
COMIDAS

RESPONSABLE:

IGNACIO CARVAJAL

CONSULTOR:

NIVEL:

VARIOS

FECHA:

NOVIEMBRE / 2024

ESCALA:

INDICADA

FORMATO:

A1

LAMINA:

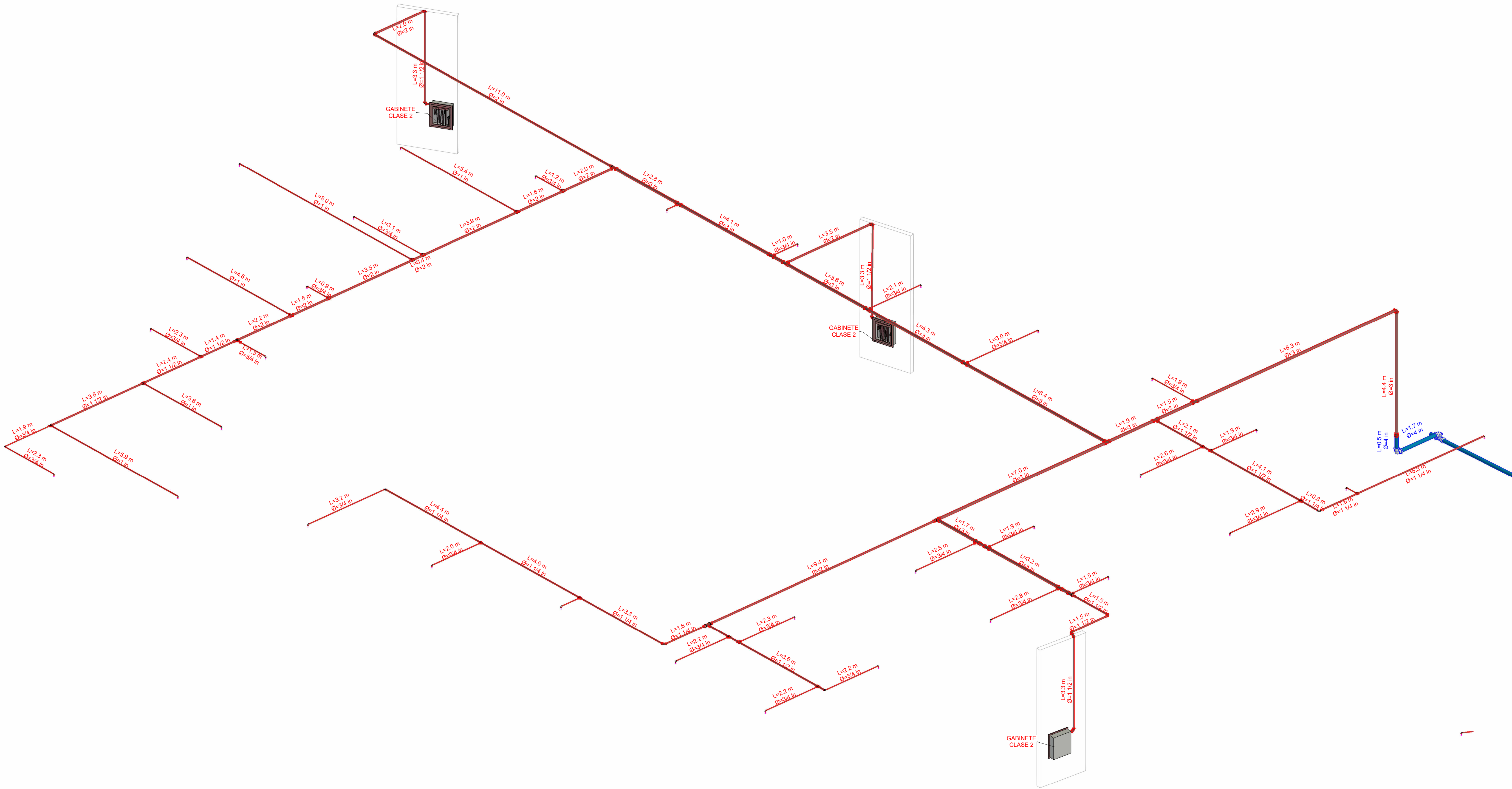
01-H-23

ARCHIVO:

PLANOS_CONTRAINCENDIO.RVT

DIBUJO:

REVISADO:



PATIO DE COMIDAS ISOMETRÍA

1

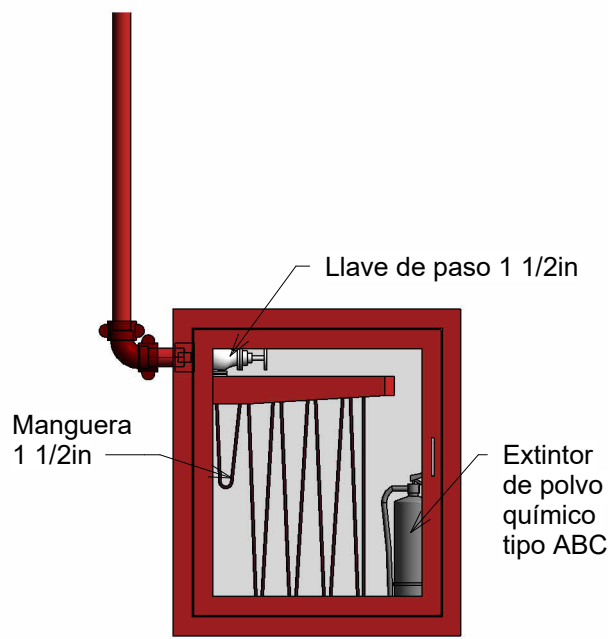
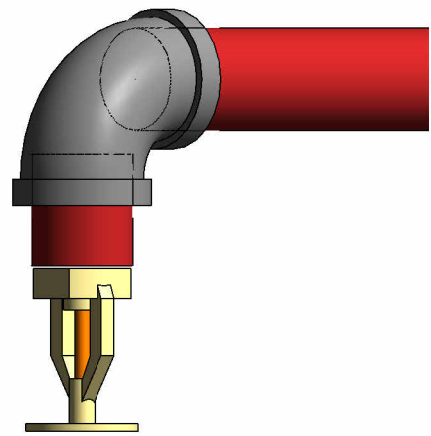
Leyenda color de tuberías

■ Tubería SCH 10 acero al carbono

■ Tubería de PVC C900 RD18



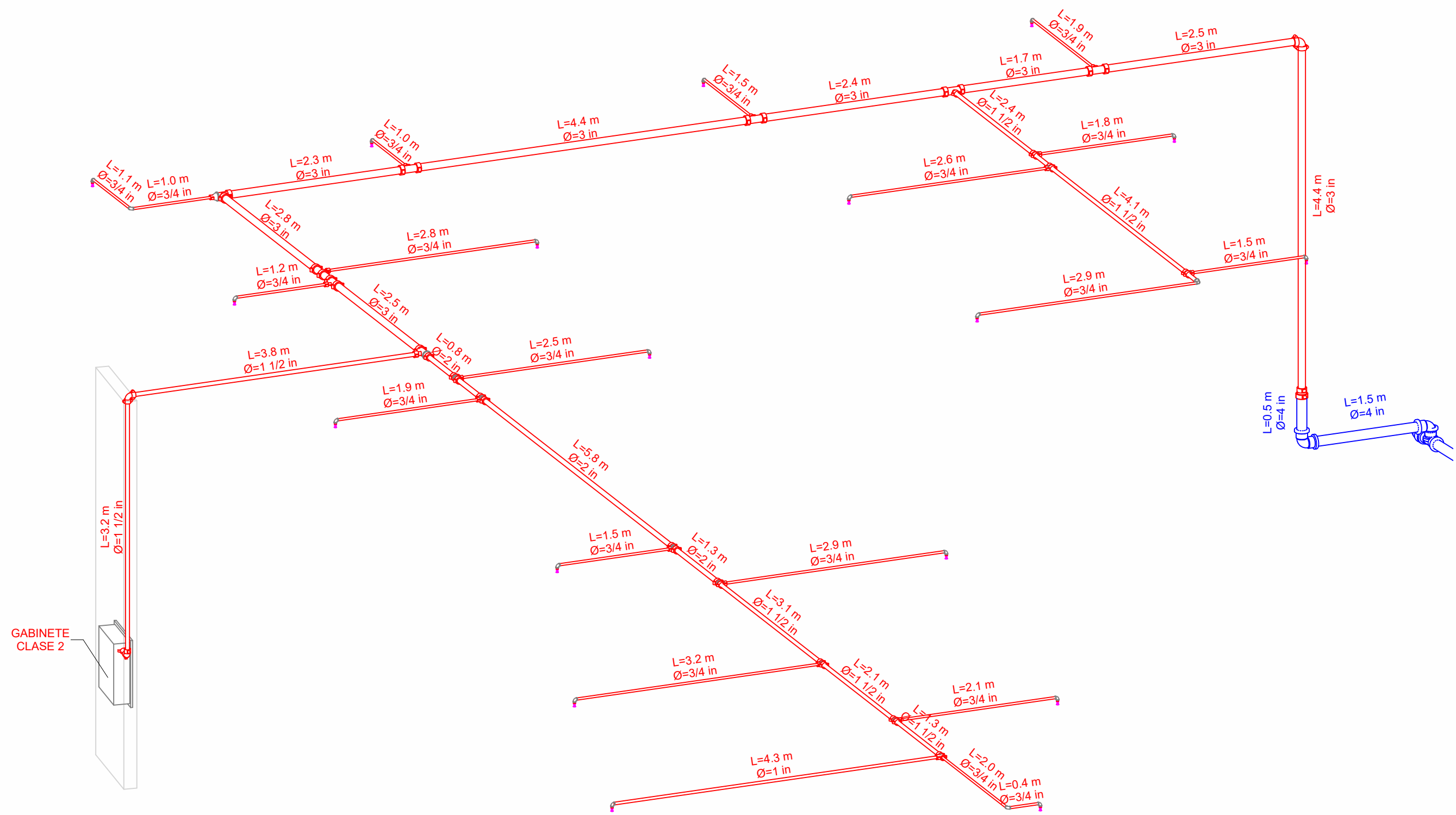
1 MINIMARKET
1 : 75



2 MINIMARKET ISO

LEYENDA ACCESORIOS RED CONTRA INCENDIOS SCH10	
	Rociador estandar K=5.6
	Codo 90°
	Brida de conexión
	Cruz
	Gabinete clase 2
	Reducción
	Tee

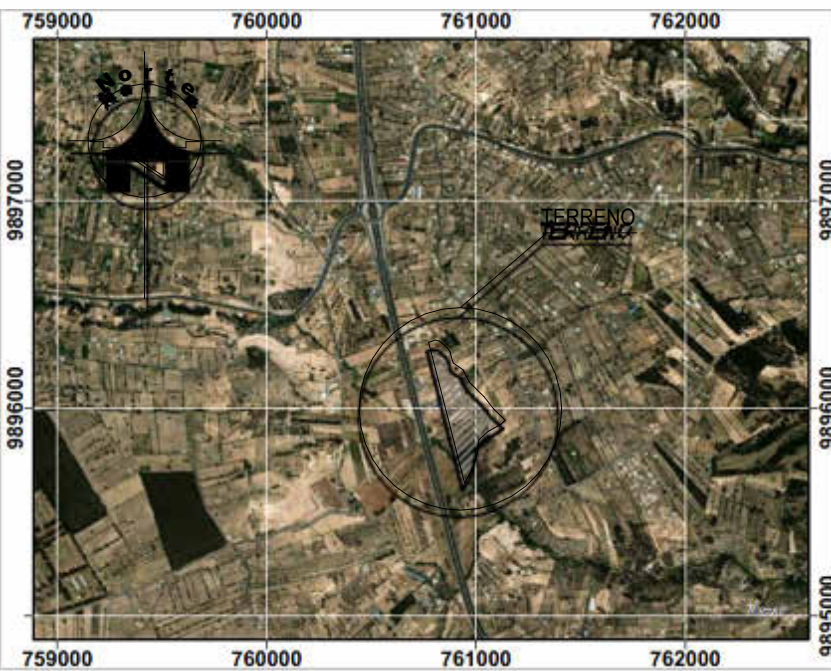
Leyenda color de tuberías	
	Tubería SCH 10 acero al carbono
	Tubería de PVC C900 RD18



Municipio de Latacunga



UBICACION :



OBJETO DE CONTRATO:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA DEL "MERCADO DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

Nº DE PROCESO: _____

REFERENCIAS:

SELLOS MUNICIPALES:

PROYECTO:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA DEL "MERCADO DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

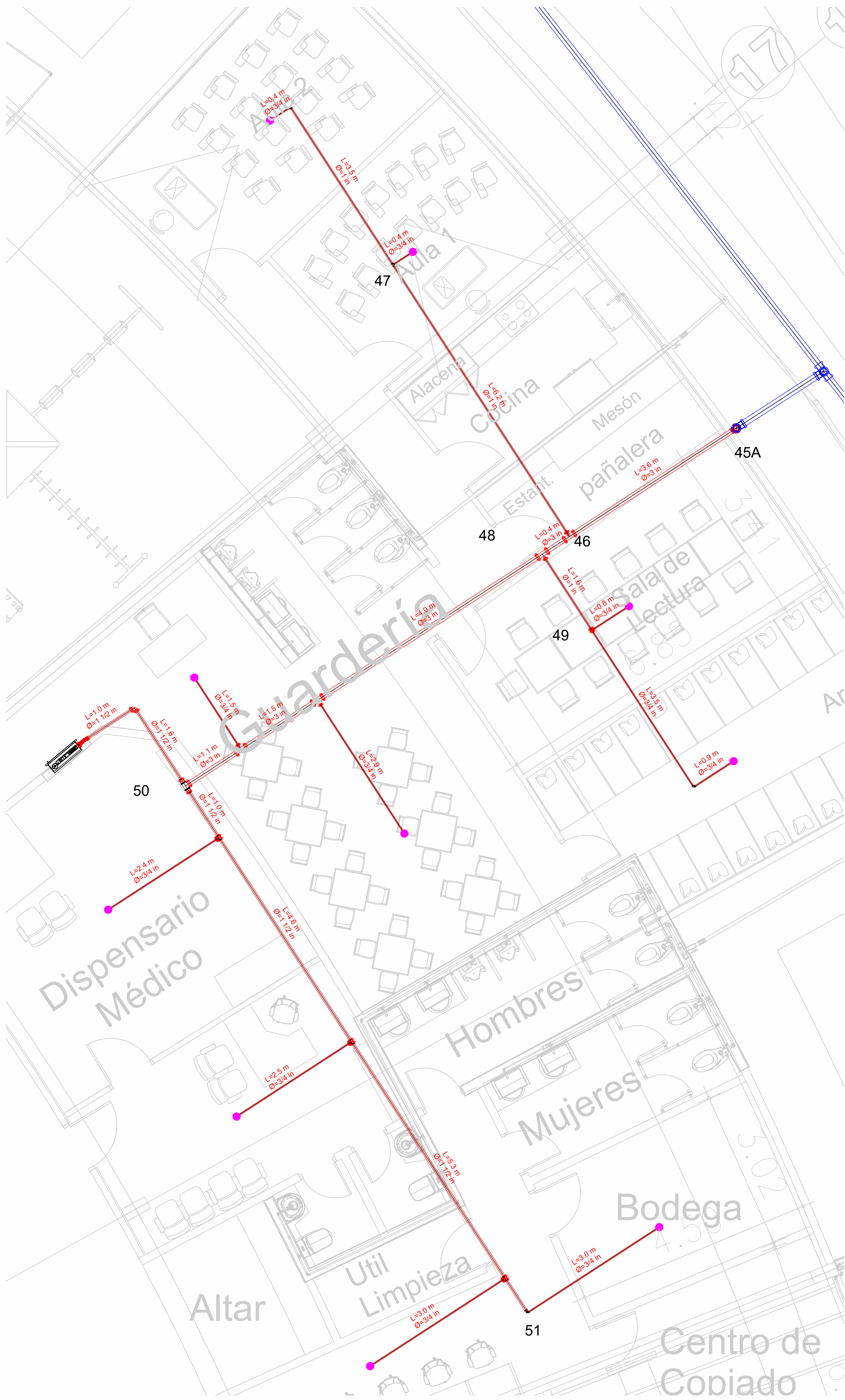
PLANO:

PLANO RED CONTRA INCENDIO

CONTIENE:

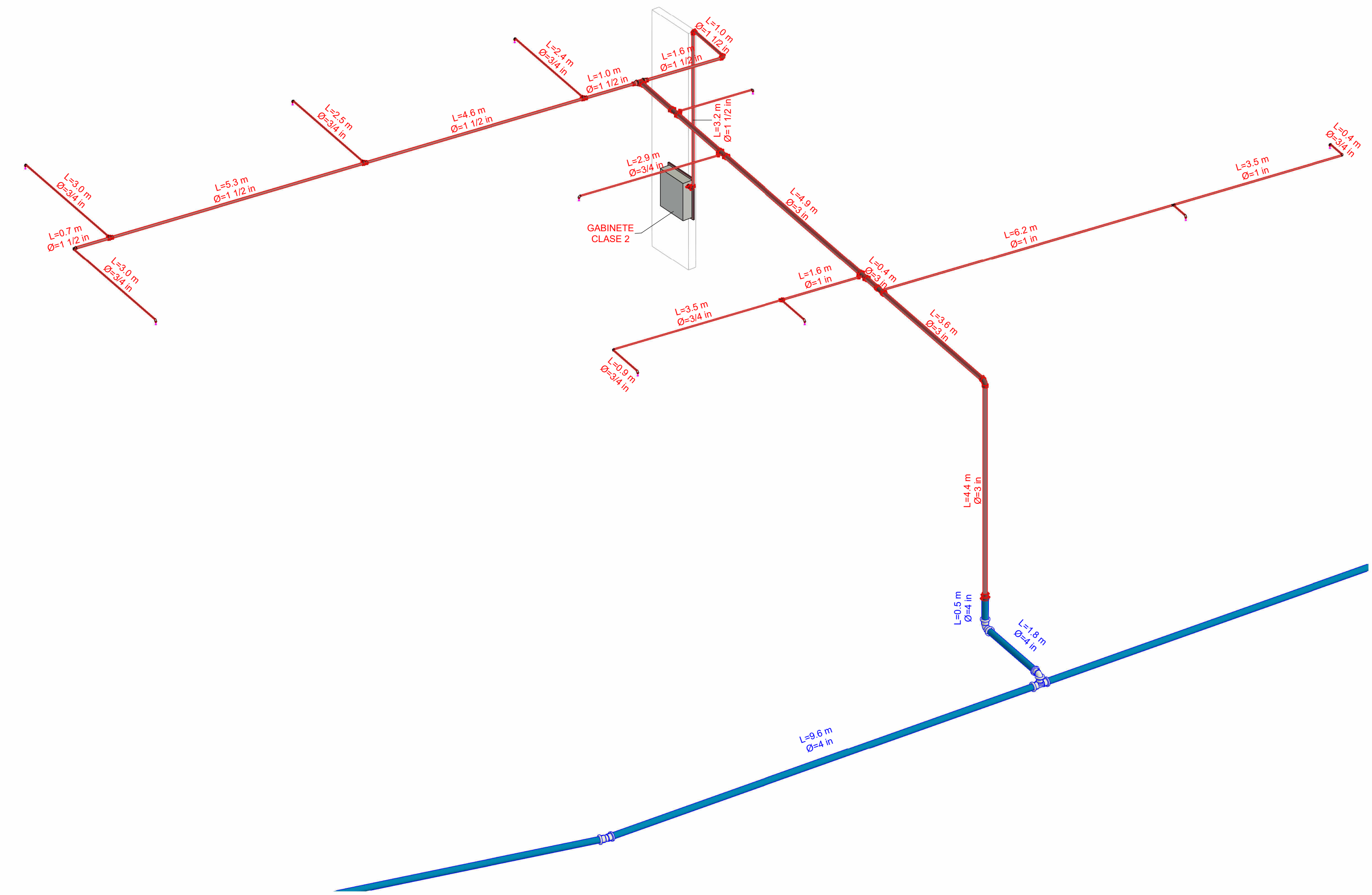
RED CONTRA INCENDIOS - MINIMARKET Y OFICINAS

RESPONSABLE:	CONSULTOR:	NIVEL:
		VARIOS
FECHA: NOVIEMBRE / 2024	ESCALA: INDICADA	FORMATO: A1
ARCHIVO: PLANOS_CONTRAINCENDIO.RVT	DIBUJO:	REVISADO:
		01-H-24



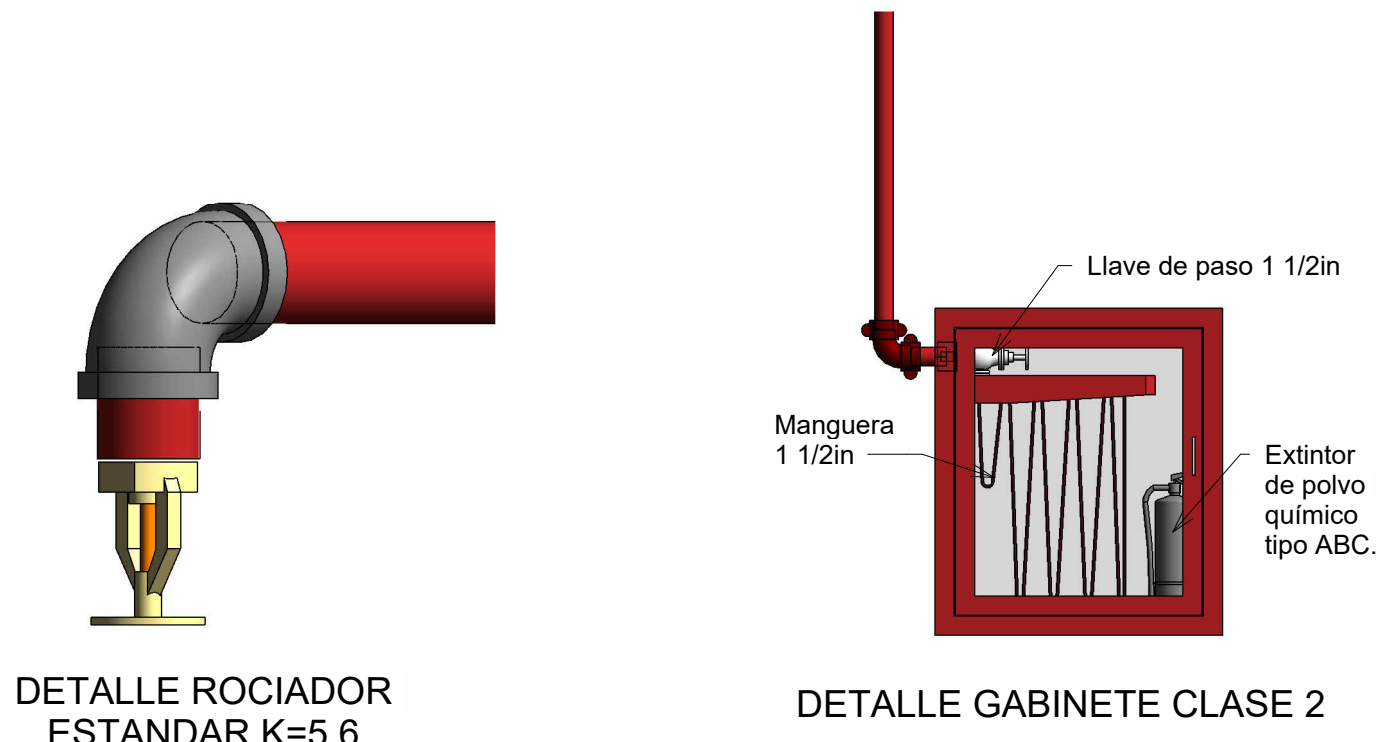
1 AULAS
1 : 50

2 AULAS ISO



LEYENDA ACCESORIOS RED CONTRA INCENDIOS SCH10	
	Rociador estandar K=5.6
	Codo 90°
	Brida de conexión
	Cruz
	Gabinete clase 2
	Reducción
	Tee

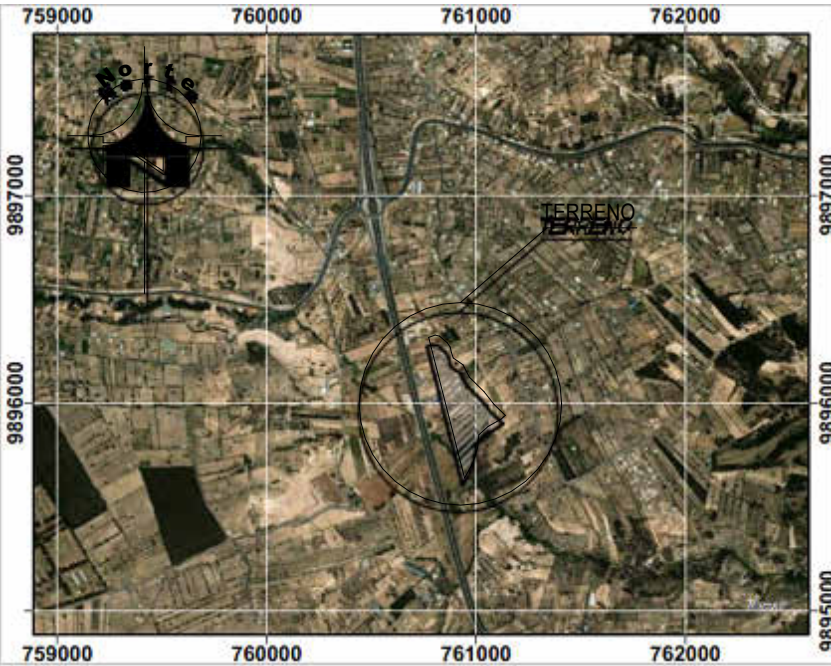
Leyenda color de tuberías	
	Tubería SCH 10 acero al carbono
	Tubería de PVC C900 RD18



Municipio de Latacunga



UBICACION :



OBJETO DE CONTRATO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA DEL "MERCADO DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

Nº DE PROCESO: _____

REFERENCIAS:

SELLOS MUNICIPALES:

PROYECTO:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA DEL "MERCADO DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

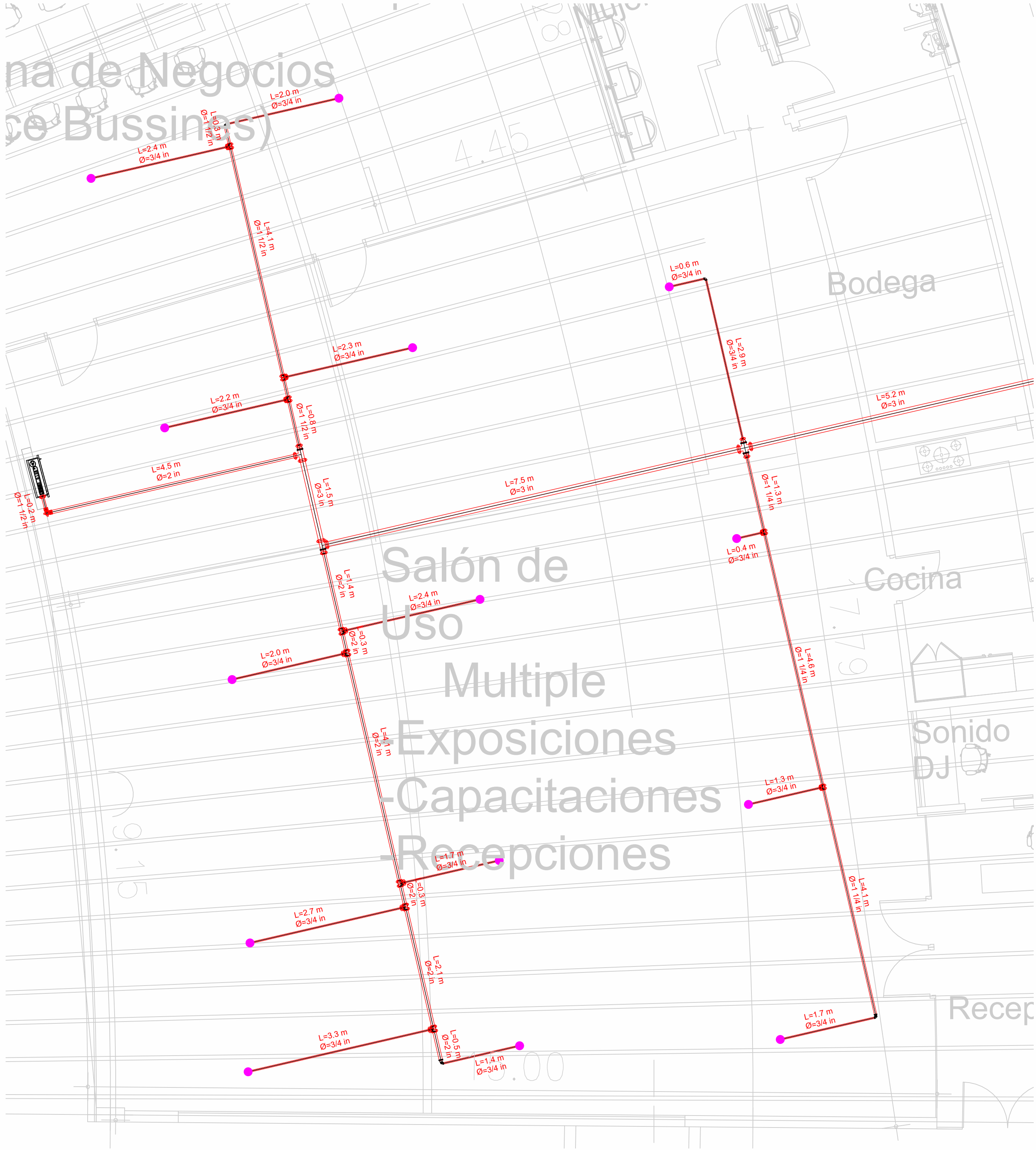
PLANO:

PLANO RED CONTRA INCENDIO

CONTIENE:

RED CONTRA INCENDIOS - DISPENSARIO MÉDICO, AULAS, GUARDERÍA.

RESPONSABLE:	CONSULTOR:	NIVEL:
IGNACIO CARVAJAL		ARIOS
FECHA: NOVIEMBRE / 2024	ESCALA: INDICADA	FORMATO: A1
ARCHIVO: PLANOS_CONTRAINCENDIO.RVT	DIBUJO: REVISADO:	LAMINA: 01-H-25

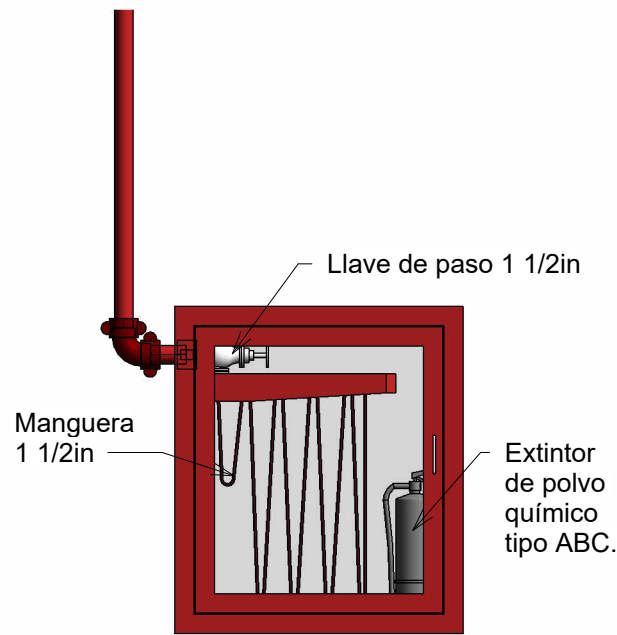
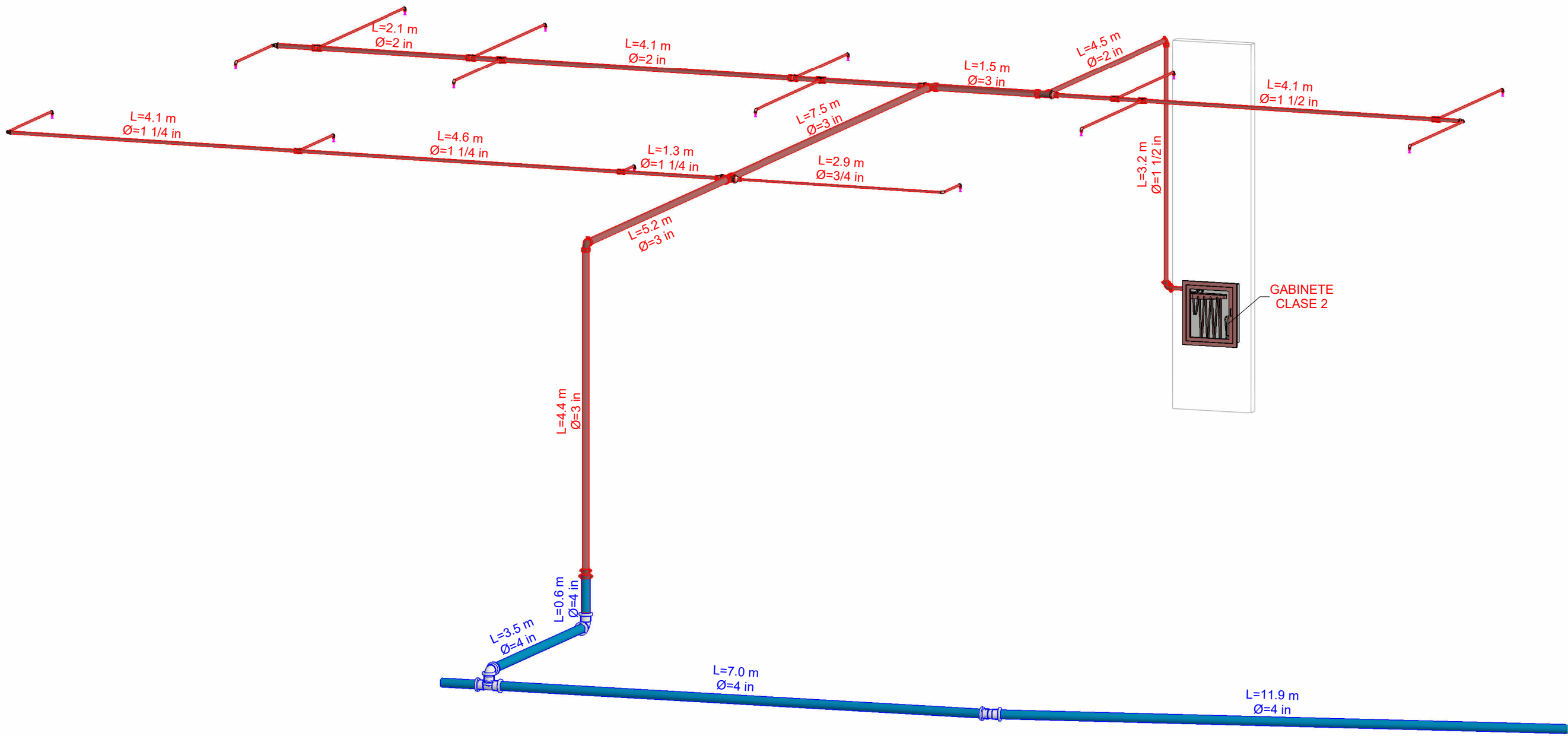


1 SALÓN USO MULTIPLE
1 : 50

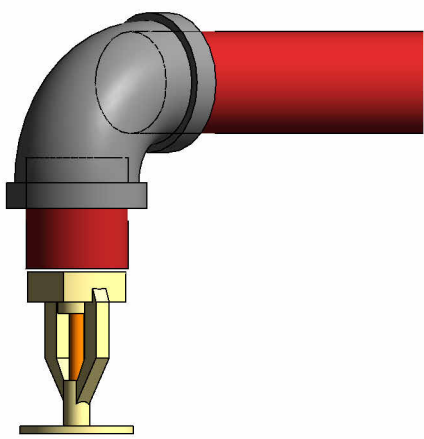
2 SALÓN USO MÚLTIPLE

LEYENDA ACCESORIOS RED CONTRA INCENDIOS SCH10	
	Rociador estandar K=5.6
	Codo 90°
	Brida de conexión
	Cruz
	Gabinete clase 2
	Reducción
	Tee

Leyenda color de tuberías	
	Tubería SCH 10 acero al carbono
	Tubería de PVC C900 RD18



DETALLE GABINETE CLASE 2

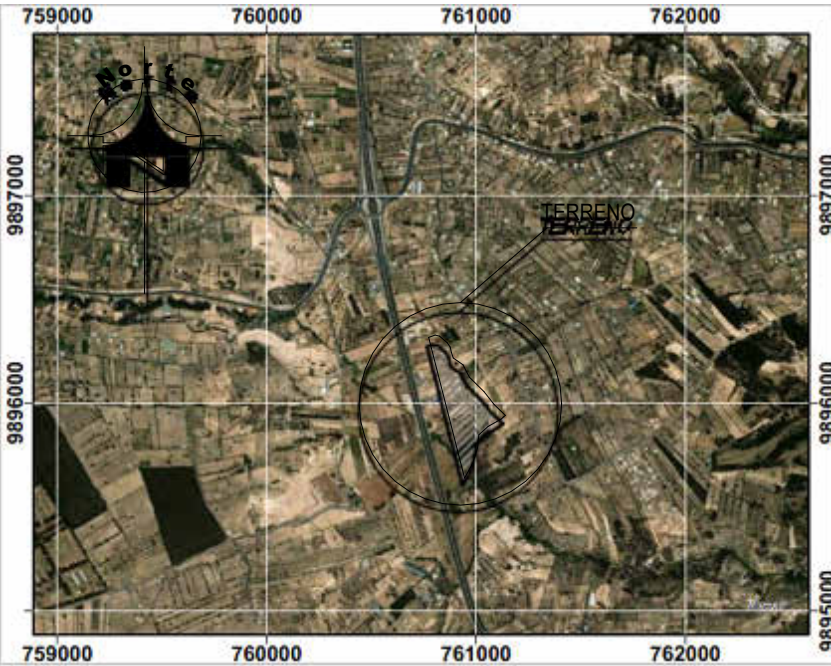


DETALLE ROCIADOR ESTANDAR K=5.6

Municipio de Latacunga



UBICACION :



OBJETO DE CONTRATO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA DEL "MERCADO DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

Nº DE PROCESO: _____

REFERENCIAS:

SELLOS MUNICIPALES:

PROYECTO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA DEL "MERCADO DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

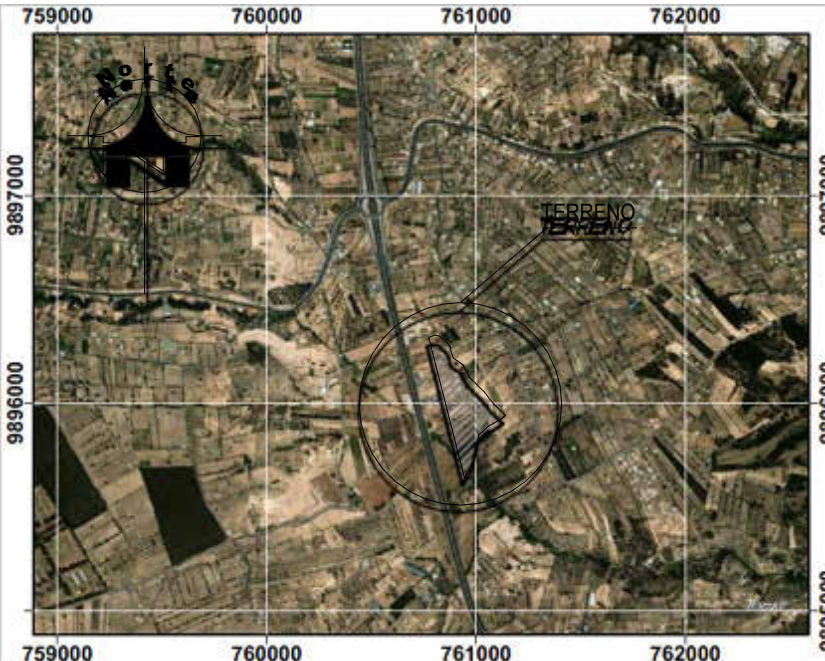
PLANO: PLANO RED CONTRA INCENDIO

CONTIENE:
RED CONTRA INCENDIOS - SALÓN DE USO MÚLTIPLE

RESPONSABLE:	CONSULTOR:	NIVEL:
IGNACIO CARVAJAL		ARIOS
FECHA: NOVIEMBRE / 2024	ESCALA: INDICADA	FORMATO: A1
ARCHIVO: PLANOS_CONTRAINCENDIO.RVT	DIBUJO:	REVISADO:



UBICACION :



OBJETO DE CONTRATO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES
ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA DEL "MERCADO
DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

Nº DE PROCESO: _____

REFERENCIAS:

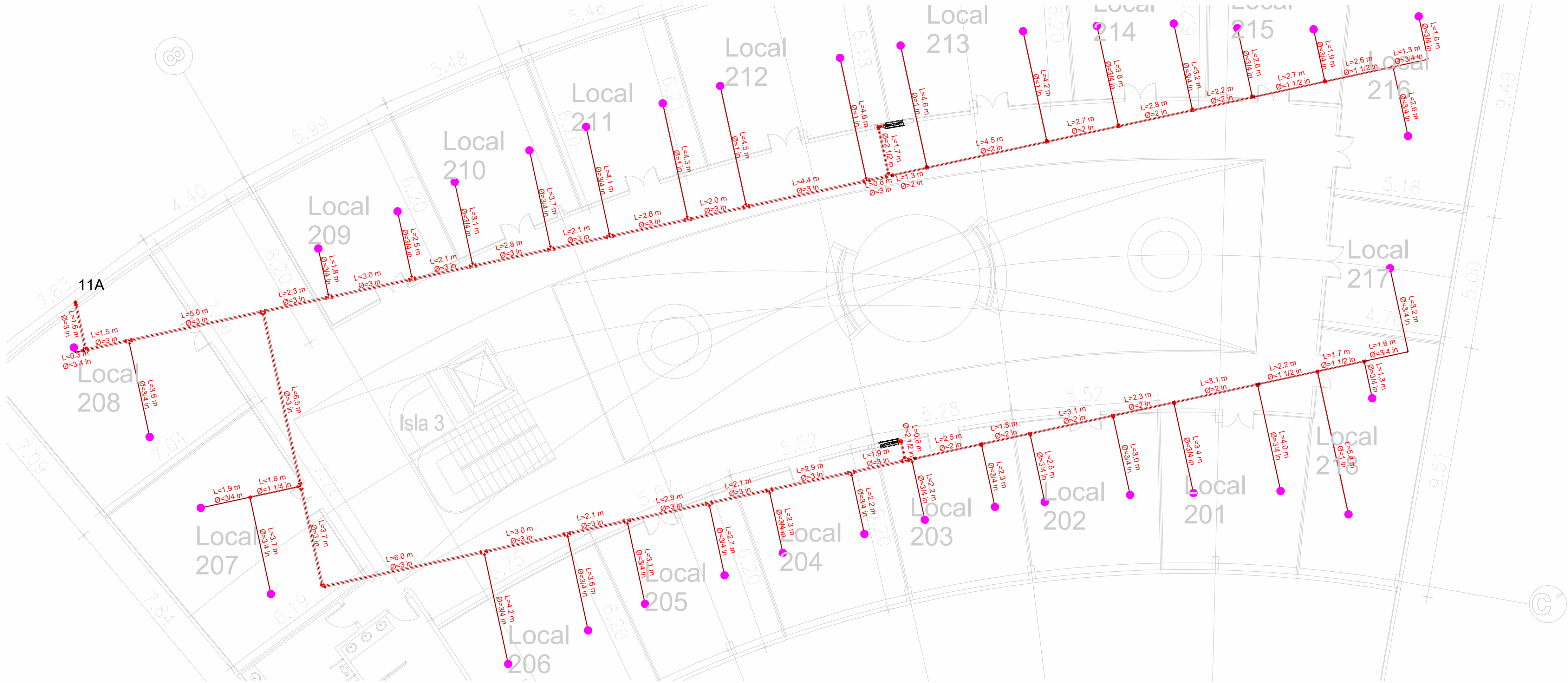
SELLOS MUNICIPALES:

PROYECTO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS
INTEGRALES ARQUITECTÓNICOS Y DE
INGENIERÍA DEL "MERCADO DE
PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

PLANO:
PLANO RED CONTRA INCENDIO

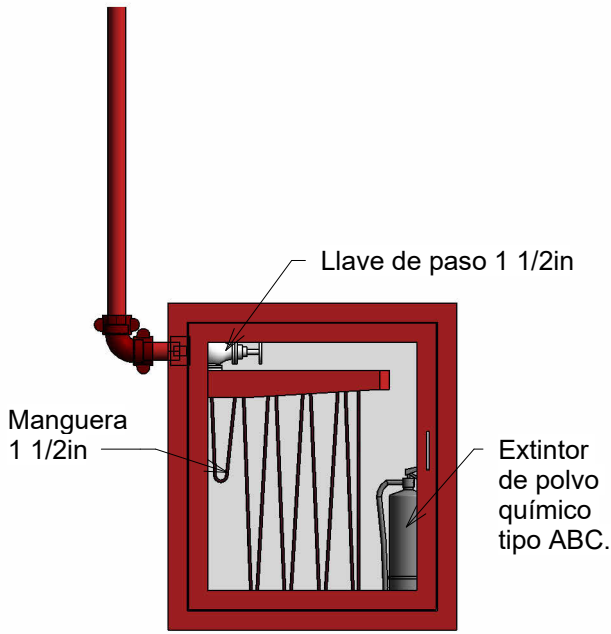
CONTIENE:

RESPONSABLE:	CONSULTOR:	NIVEL:
IGNACIO CARVAJAL		VARIOS
FECHA: NOVIEMBRE / 2024	ESCALA: INDICADA	FORMATO: A1
ARCHIVO: PLANOS_CONTRAINCENDIO.RVT	DIBUJO:	REVISADO:
		LAMINA:

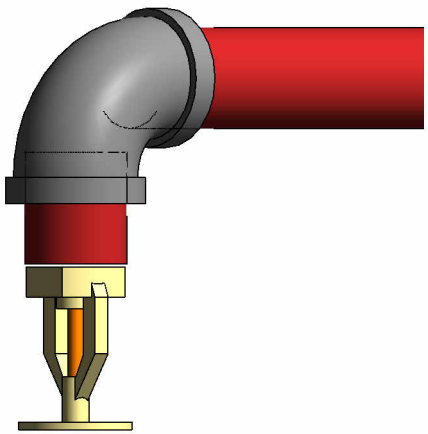


LEYENDA ACCESORIOS RED CONTRA INCENDIOS SCH10	
	Rociador estandar K=5.6
	Codo 90°
	Brida de conexión
	Cruz
	Gabinete clase 2
	Reducción
	Tee

Leyenda color de tuberías	
	Tubería SCH 10 acero al carbono
	Tubería de PVC C900 RD18

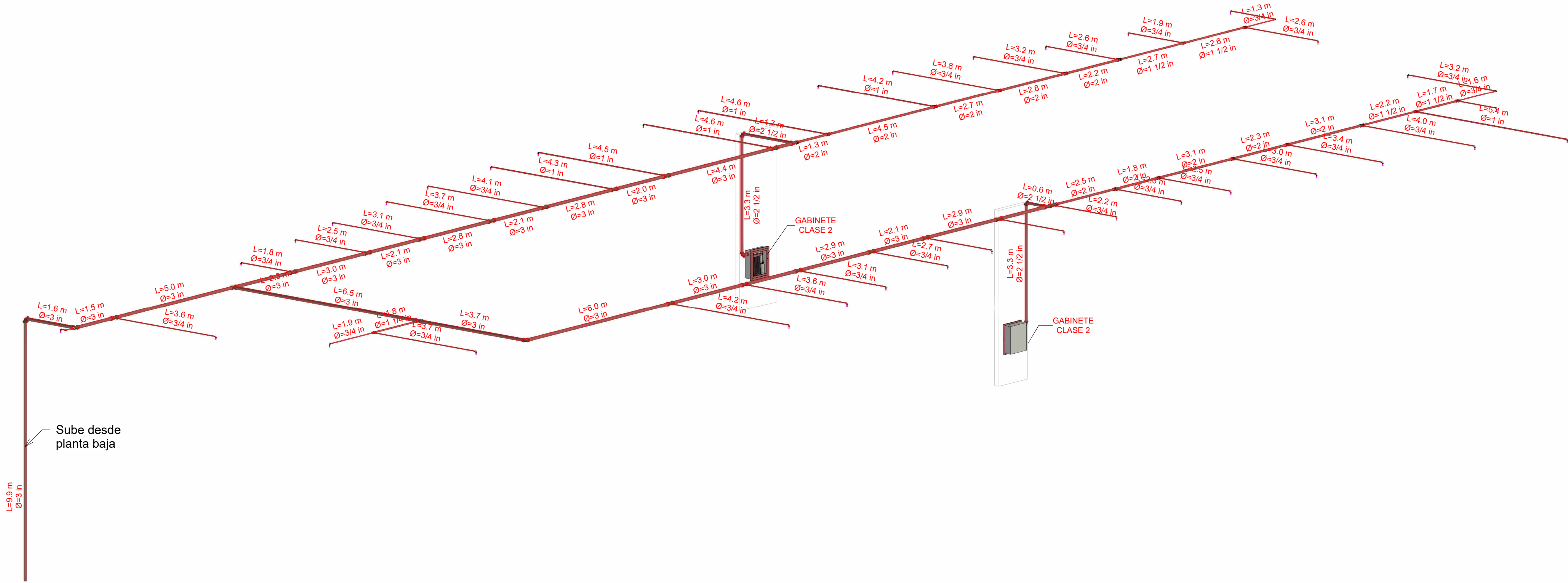


DETALLE GABINETE CLASE 2



DETALLE ROCIADOR ESTANDAR K=5.6

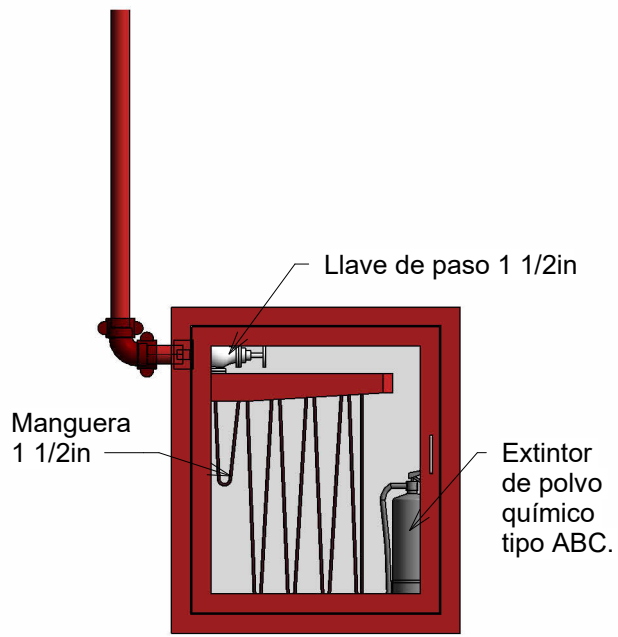
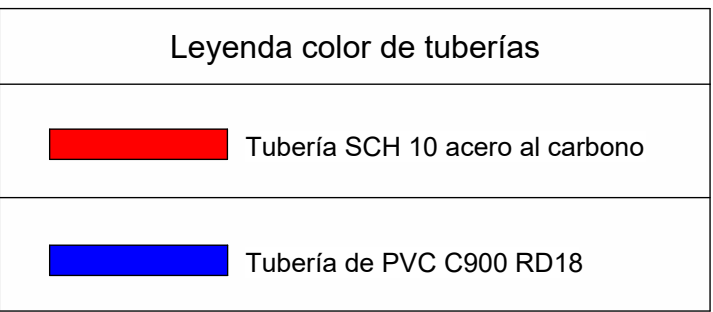
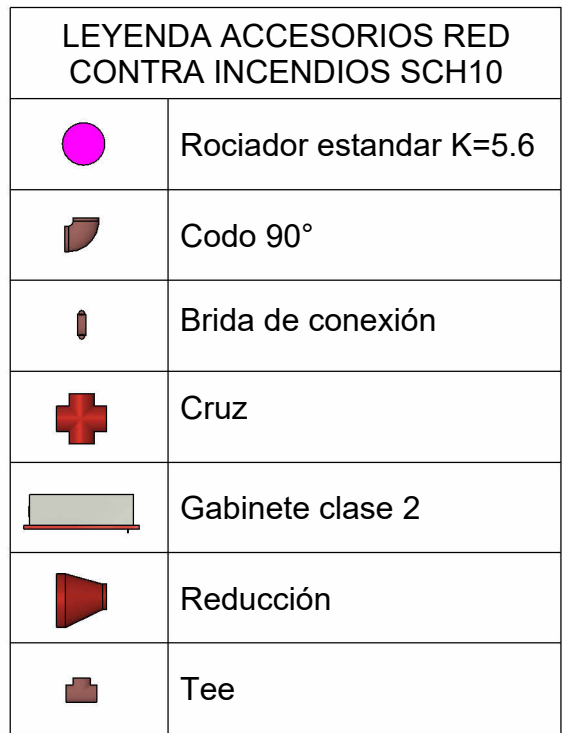
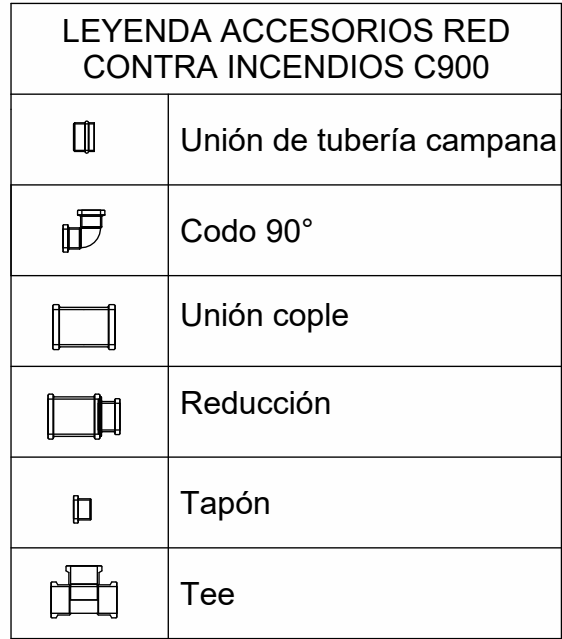
1 PLANTA ALTA
1 : 100



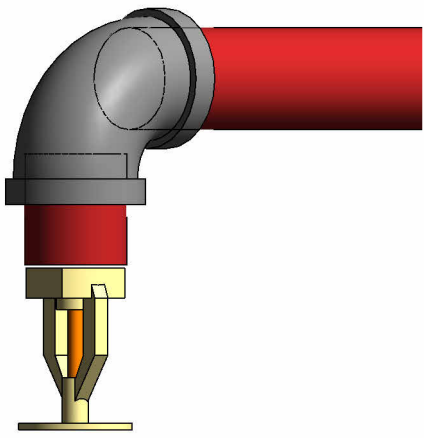
2 PLANTA ALTA

Nº DE PROCESO: _____

ESCALA: INDICADA	FORMATO: A1	LAMINA:
DIBUJO:	REVISADO:	



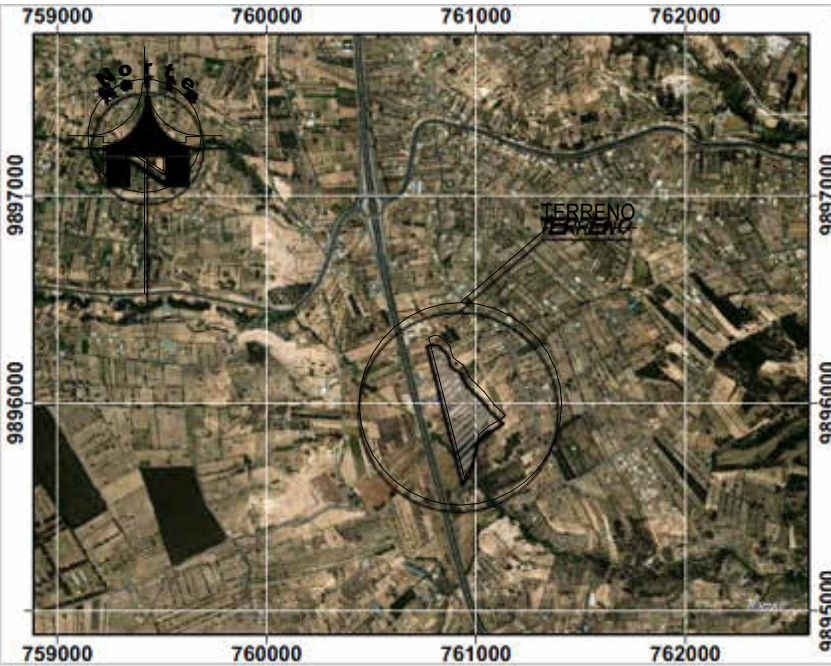
DETALLE GABINETE CLASE 2



DETALLE ROCIADOR ESTANDAR K=5.6



UBICACION :



OBJETO DE CONTRATO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS INTEGRALES
ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA DEL "MERCADO
DE PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

Nº DE PROCESO: _____

REFERENCIAS:

SELLOS MUNICIPALES:

PROYECTO:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS
INTEGRALES ARQUITECTÓNICOS Y DE
INGENIERÍA DEL "MERCADO DE
PRODUCTORES DEL CANTÓN LATACUNGA"

PLANO:

PLANO RED CONTRA INCENDIO

CONTIENE:

ESTACIÓN DE BOMBEO - SISTEMA CONTRA INCENDIOS

RESPONSABLE:

IGNACIO CARVAJAL

CONSULTOR:

NOVIEMBRE / 2024

INDICADA

DIBUJO:

FORMATO: A1

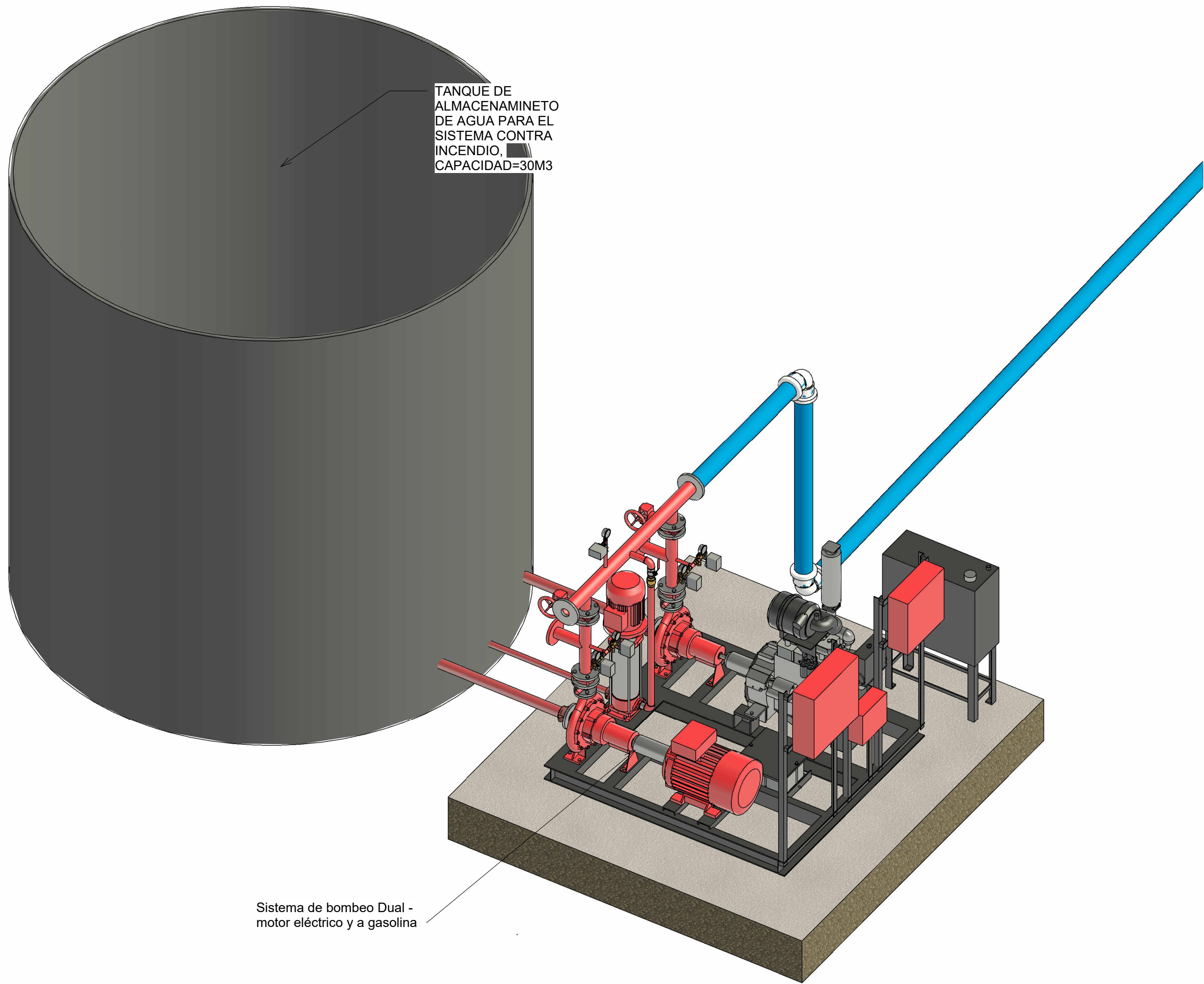
REVISADO:

NIVEL:

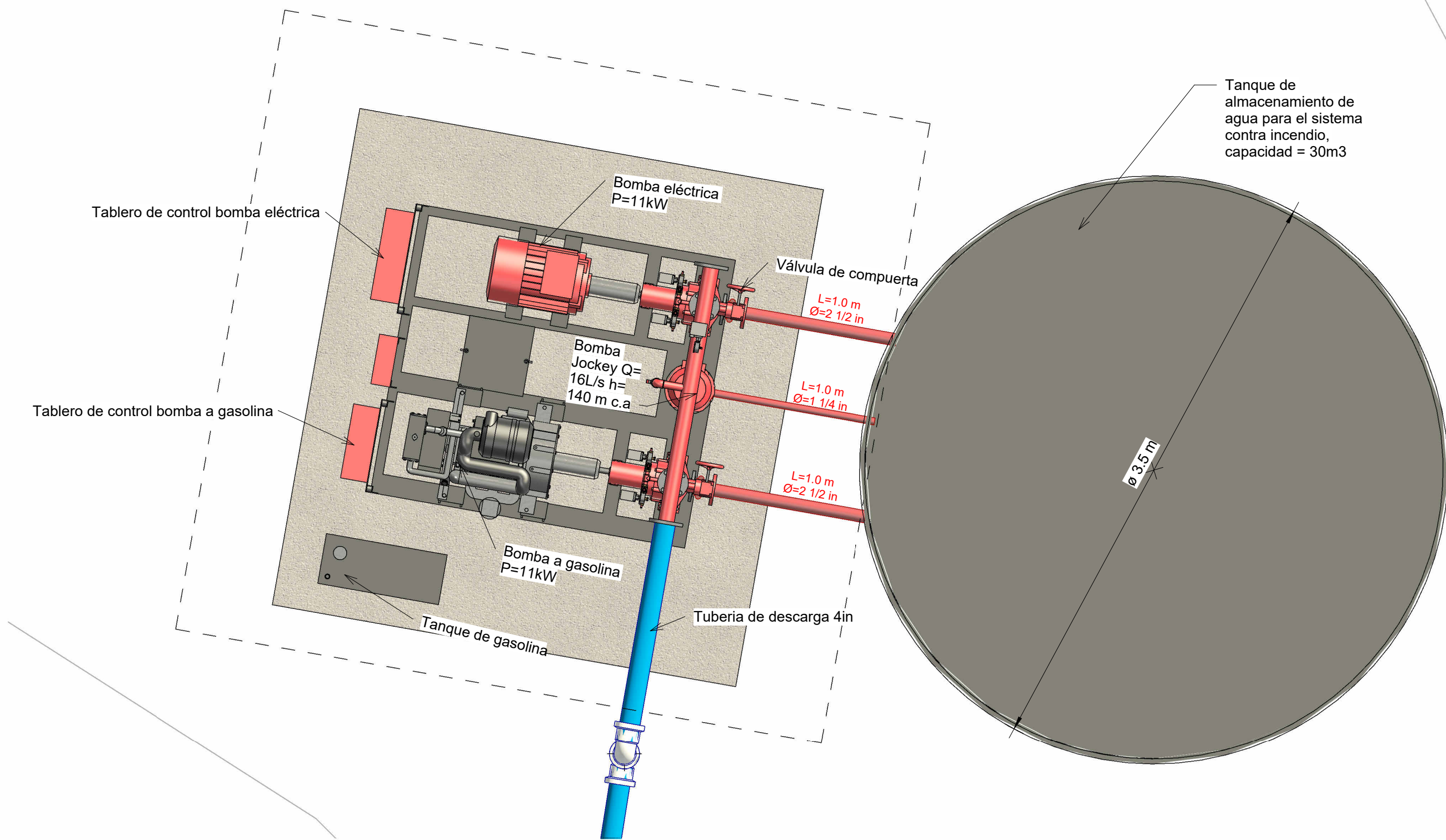
VARIOS

LAMINA:

01-H-26

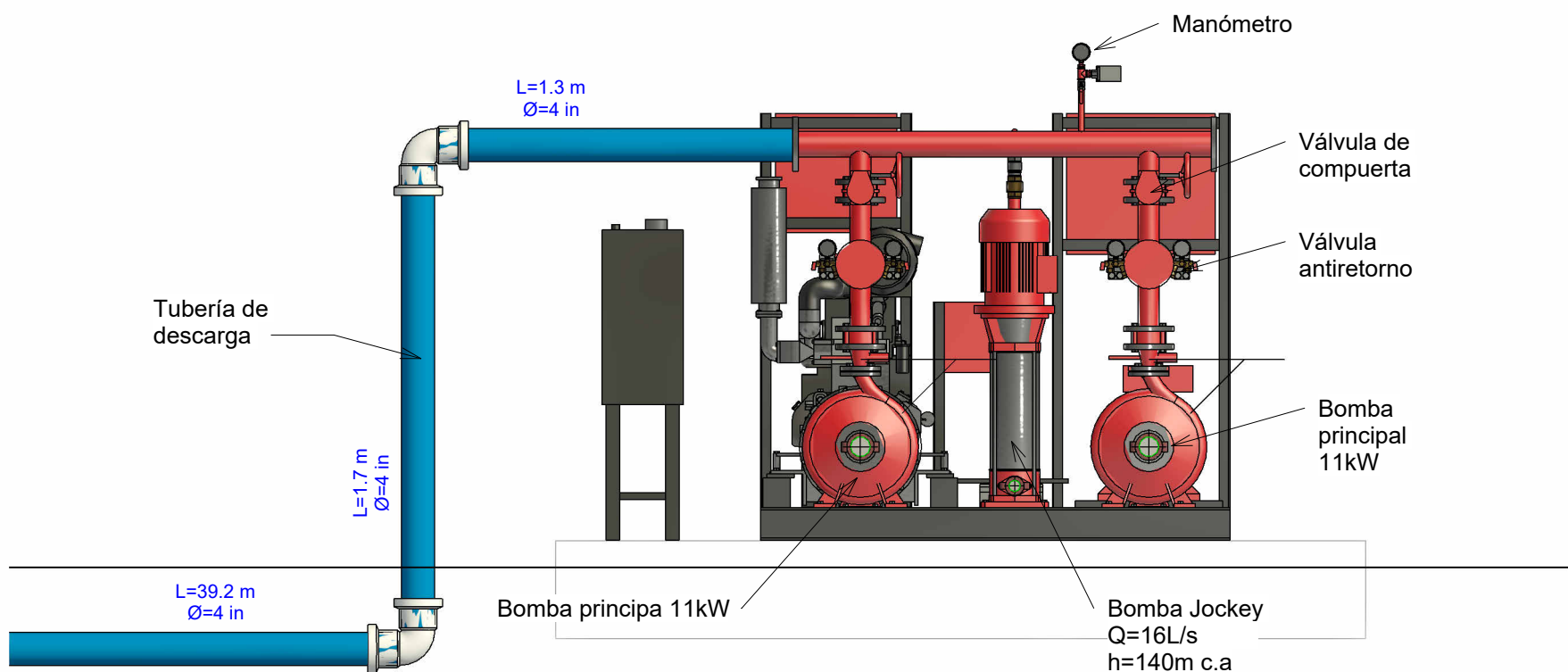


ESTACIÓN DE BOMBEO
SCI



ESTACIÓN DE BOMBEO

1 : 25



VISTA FRONTAL

1 : 25



VISTA LATERAL

1 : 25