

**DEPARTAMENTO ARAUCA
MUNICIPIO ARAUCA**

"CONSULTORIA PARA EL ANALISIS Y DIAGNOSTICO DEL ESTADO ESTRUCTURAL Y DE LAS REDES HIDROSANITARIAS DE LA EDIFICACION INCLUYENDO LA EVALUACION DEL SISTEMA HIDRAULICO DEL SOTANO DEL PALACIO DE JUSTICIA NUEVO DE ARAUCA, UBICADO EN LA CALLE 21, Y LA ELABORACION DE UNA PROPUESTA TECNICA PARA LA OPTIMIZACION Y/O REPARACIONES NECESARIAS"

DIAGNOSTICO HIDROSANITARIO

ENERO 2025

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCION	5
2	OBJETIVOS	7
2.1	OBJETIVO GENERAL	7
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
3	GENERALIDADES	8
3.1	Planos arquitectónicos.	8
3.2	Planos hidrosanitarios.	13
4	ALCANCE	18
4.1	LEVANTAMIENTO	18
4.2	DIAGNÓSTICO	18
4.3	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	18
4.4	NORMATIVIDAD	18
5	LOCALIZACION DEL PROYECTO	20
6	DIAGNOSTICO RED DE AGUA POTABLE.	21
6.1	Tanque de almacenamiento	22
6.2	Sistema de bombeo	23
6.3	Redes de distribución	26
7	DIAGNOSTICO RED SANITARIA Y RED PLUVIAL.	32
8	DIAGNOSTICO SISTEMA CONTRA INCENDIOS	37
9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
10	BIBLIOGRAFÍA	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Planos en planta sótano.....	8
Figura 2. Planos en planta primer piso.....	8
Figura 3. Planos en planta segundo piso	9
Figura 4. Planos en planta tercer piso.....	9
Figura 5. Planos en planta cuarto piso	10
Figura 6. Corte A-A	10
Figura 7. Corte B-B	11
Figura 8. Corte C-C	11
Figura 9. Corte D-D	12
Figura 10. Corte E-E	12
Figura 11. Corte F-F	13
Figura 12. Planos hidrosanitarios en planta de sótano.....	13
Figura 13. Planos hidrosanitarios en planta de primer piso.....	14
Figura 14. Planos hidrosanitarios en planta de segundo piso.	14
Figura 15. Planos hidrosanitarios en planta de tercer piso.....	15
Figura 16. Planos hidrosanitarios en planta de cuarto piso.....	15
Figura 17. Planos hidrosanitarios en planta de cubierta.....	16
Figura 18. Planos hidrosanitarios en vertical hidráulico y sanitario.	16
Figura 19. Planos red contra incendios en planta de sótano y primer piso.	17
Figura 20. Localización de Arauca en Colombia y municipio de Arauca en Arauca.	20
Figura 21. Localización del proyecto.....	20
Figura 22. Acometida de diámetro 1".	21
Figura 23. Flotador.	21
Figura 24. Equipo de bombeo agua potable.	23
Figura 25. Curva de Bomba Existente.....	25
Figura 26. Aparatos sanitarios.....	31
Figura 27. Pozo de bombeo de agua pluvial y agua residual.....	32
Figura 28. Cajas de inspección de agua pluvial y agua residual.	33
Figura 29. Tubería de impulsión hasta sumidero.	33

Figura 30. Redes de aguas residuales en buen estado instaladas por ductos verticales y horizontales.	34
Figura 31. Equipo de bombeo sistema contra incendios.	37
Figura 32. Gabinetes clase I, en cada piso.	39
Figura 33. Siamesa.	40

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cálculo de consumo	22
Tabla 2. Sistema de bombeo de Agua Potable Existente.	24
Tabla 3. Parámetros de diseño	27
Tabla 4. Dimensionamiento de redes a presión Tubería existente.	27
Tabla 5. Resultados RDE.	29
Tabla 6. Resultados de evaluación Red Sanitaria.	35
Tabla 7. Resultados de evaluación Red Pluvial.	36
Tabla 8. Sistema de bombeo de Sistema Contra Incendios Existente.	38

1 INTRODUCCION

A la luz del proceso, el análisis y diagnóstico del estado estructural y de las redes hidrosanitarias, incluyendo la evaluación del sistema hidráulico del sótano del Palacio de Justicia Nuevo de Arauca, hacen necesario un diagnóstico de las instalaciones hidráulicas, sanitarias y de las redes contra incendios, fundamentales para el funcionamiento del edificio. Este informe tiene como objeto dicho diagnóstico.

El presente documento describe las características del sistema hidráulico y sanitario del proyecto, el estado de conservación, su funcionalidad, rendimientos, capacidad de tanques, sistema de captación existente, sistema de evacuación de aguas lluvias, y demás características de las redes que determinen el estado actual de las instalaciones mencionadas y su nivel de ajuste y cumplimiento con los reglamentos y normas técnicas vigentes aplicables a cada una de ellas, para así, formular las recomendaciones para ajustar o mejorar las mismas.

Capítulo 2: Objetivos.

Objetivo general y específicos

Capítulo 3: Generalidades.

Revisión de la información suministrada, el cual cuenta con los componentes de agua potable, aguas negras, manejo de aguas lluvias y sistema contra incendio. Teniendo como objetivo principal el realizar el diagnóstico de las condiciones actuales de las instalaciones hidrosanitarias del proyecto mencionado.

Capítulo 4: Alcance.

Definición del alcance.

Capítulo 5: Localización del proyecto.

Presenta Ubicación geográfica del proyecto, la localización del proyecto.

Capítulo 6: Diagnostico Red de agua potable. Se realiza la revisión de la red de distribución de agua potable, de acuerdo a la configuración arquitectónica del proyecto.

Capítulo 7: Diagnostico Red sanitaria y Red de aguas lluvias. Se realiza la revisión del sistema de recolección de aguas residuales, recolección de aguas lluvias, bajantes, colectores, y canales de acuerdo a la configuración arquitectónica del proyecto.

Capítulo 8: Diagnostico Sistema Contraincendios. Se realiza la revisión del sistema contra incendios, de acuerdo a la configuración arquitectónica del proyecto.

Capítulo 9: Conclusiones y Recomendaciones. Observaciones y relevantes del proyecto.

Finalmente, en los planos de diseño se presentan los aspectos constructivos del proyecto diseñado, teniendo en cuenta la Resolución 0330 del ministerio de vivienda, ciudad y territorio del 08 de junio de 2017 y la Resolución 0799 del ministerio de vivienda, ciudad y territorio del 09 de diciembre de 2021, la norma técnica colombiana NTC1500, la (National Fire Protection Association) NFPA, Norma Sismo Resistente Colombiana NSR 2010, Norma Técnica Colombiana NTC 1669.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el levantamiento y diagnóstico de las instalaciones hidráulicas, sanitarias, y redes contra incendio para el Palacio de Justicia Nuevo de Arauca para determinar si las redes existentes cumplen con los reglamentos y normas técnicas vigentes, y recomendar los ajustes y cambios necesarios.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar la información necesaria y disponible concerniente a diseño arquitectónico, diseño estructural y diseño hidrosanitario.
- Realizar una inspección y levantamiento de las instalaciones hidráulicas, sanitarias y redes contra incendio existentes, con registro fotográfico.
- Determinar el estado actual de las instalaciones, tanques, equipos, válvulas y demás accesorios, su funcionalidad y rendimiento.
- Describir el sistema hidráulico, sanitario y de protección contra incendio, sus componentes y su eficiencia.
- Evaluar el estado de las instalaciones, uso y funcionamiento, mediante consultas a la dirección del edificio, y al personal de mantenimiento.
- Establecer el nivel de ajuste y cumplimiento de las redes existentes con la reglamentación y normatividad técnica vigente aplicables.
- Indicar las recomendaciones pertinentes para la mejora de las condiciones existentes encontradas, con el fin de cumplir los lineamientos de la normatividad vigente, que servirán como directriz para la elaboración de los diseños correspondientes, la adecuación y remodelación de las instalaciones hidráulicas y sanitarias.

3 GENERALIDADES

3.1 Planos arquitectónicos.

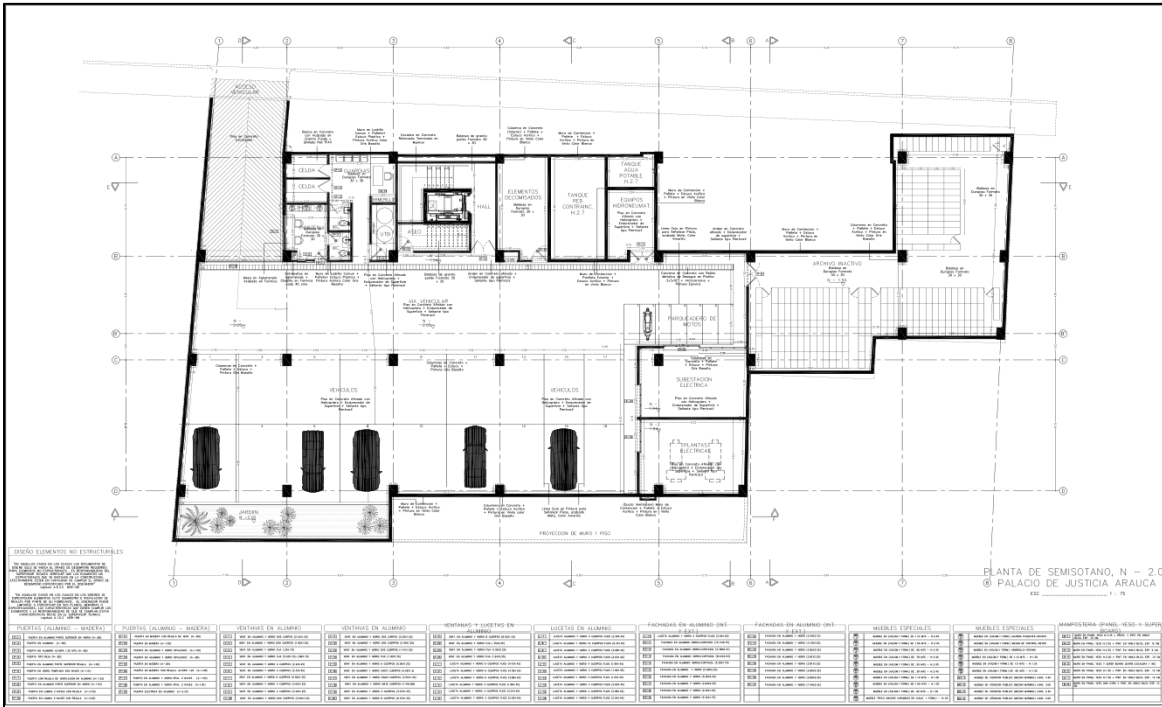


Figura 1. Planos en planta sótano.

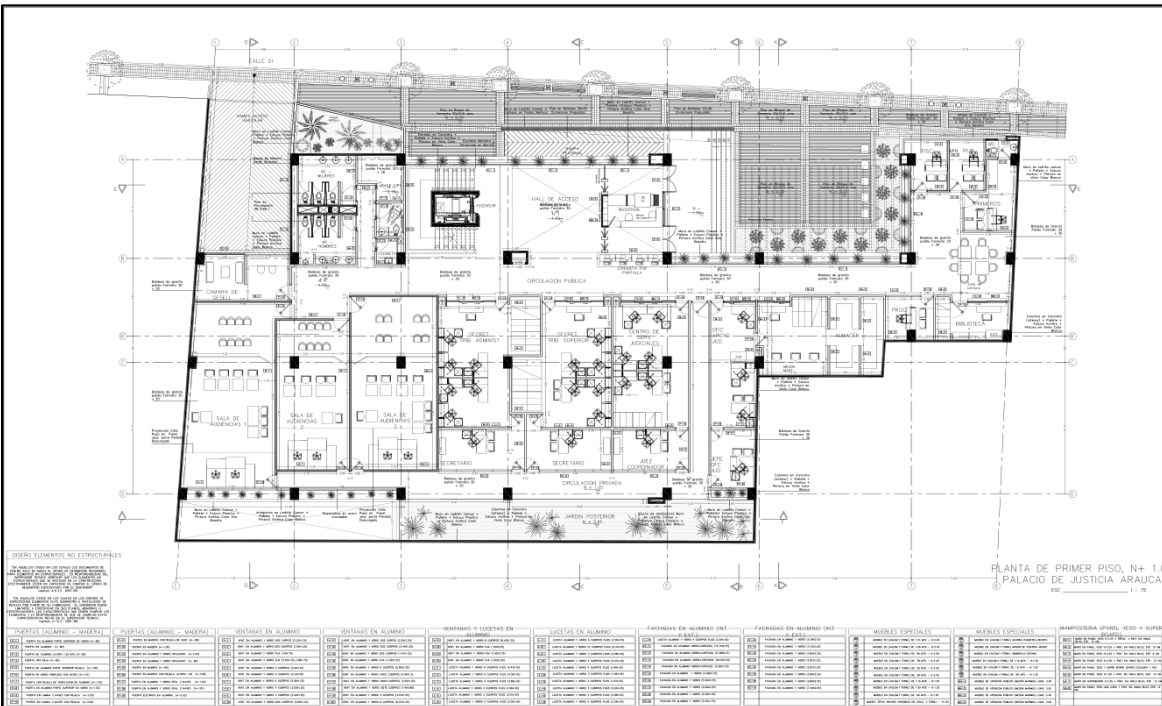


Figura 2. Planos en planta primer piso.

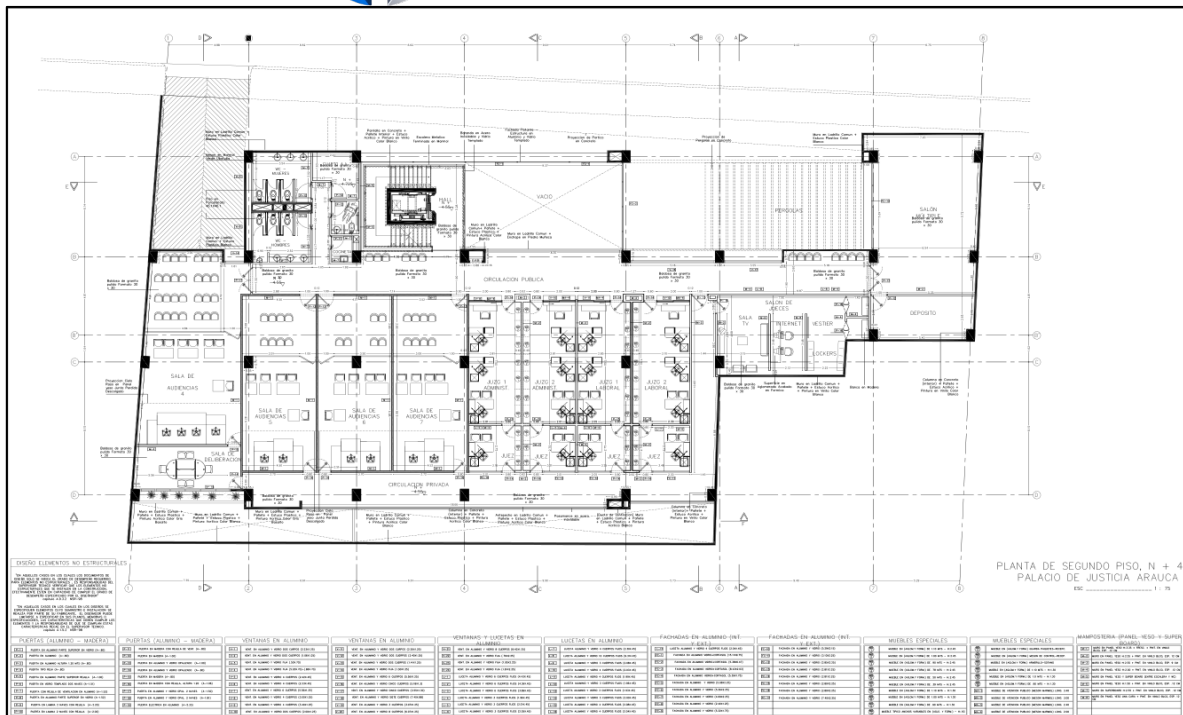


Figura 3. Planos en planta segundo piso

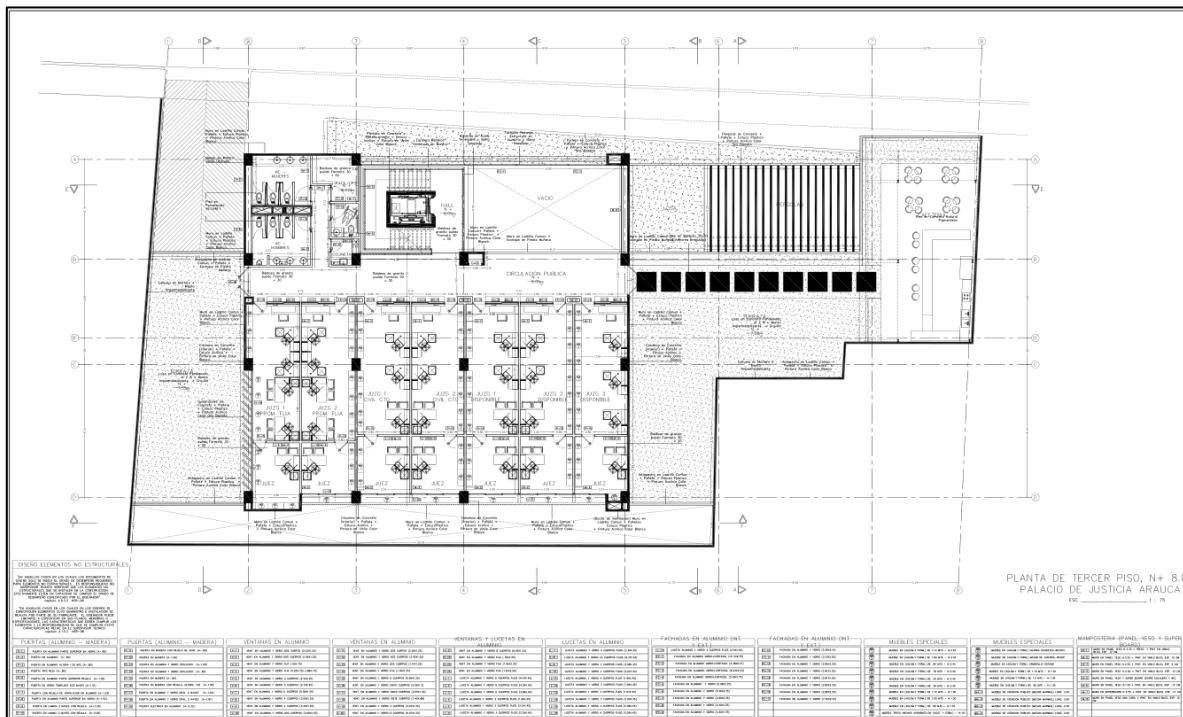
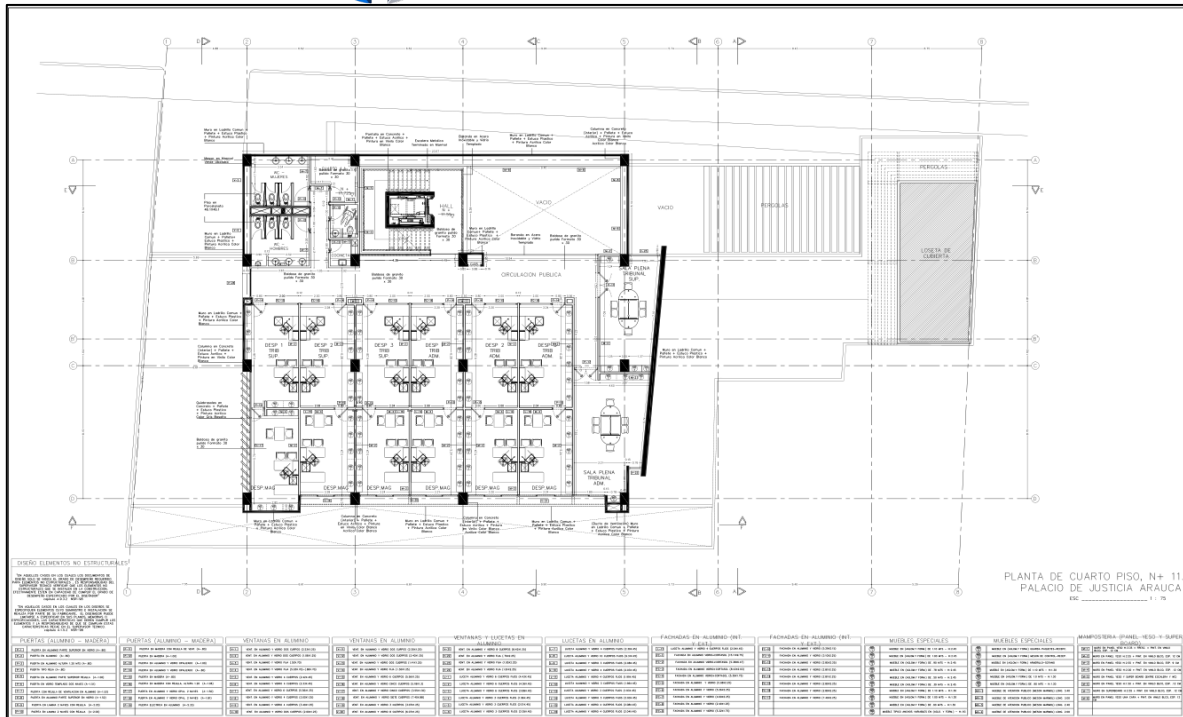


Figura 4. Planos en planta tercer piso.



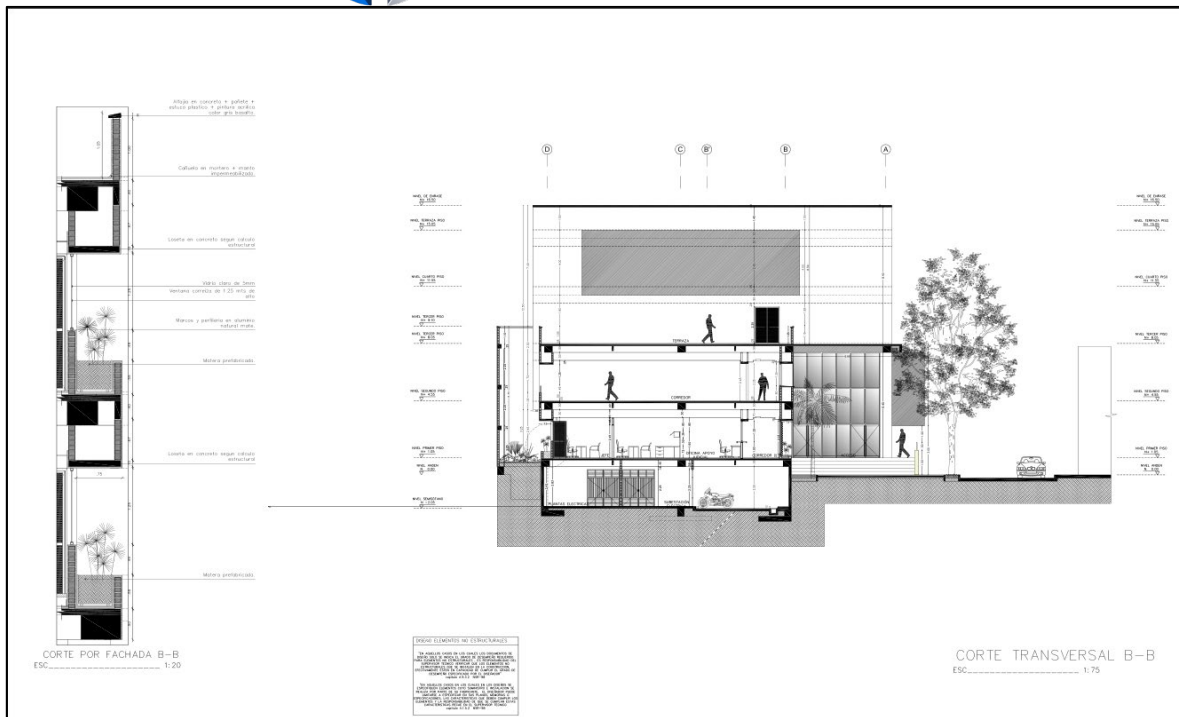


Figura 7. Corte B-B

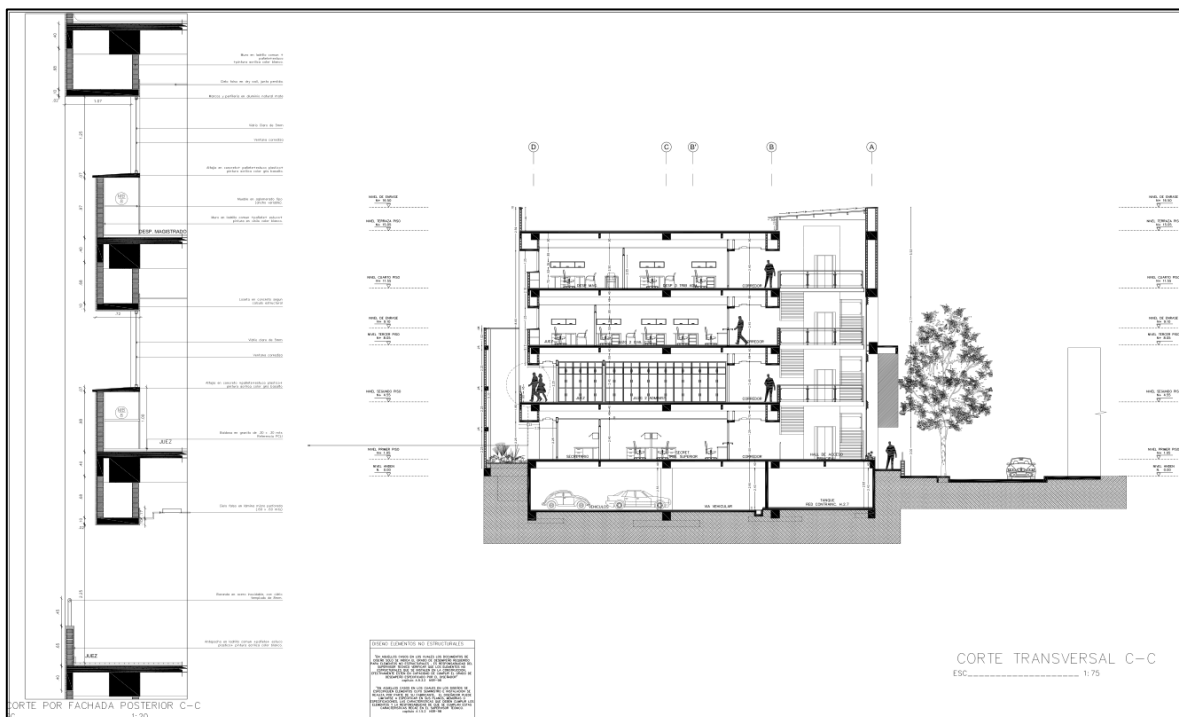


Figura 8. Corte C-C

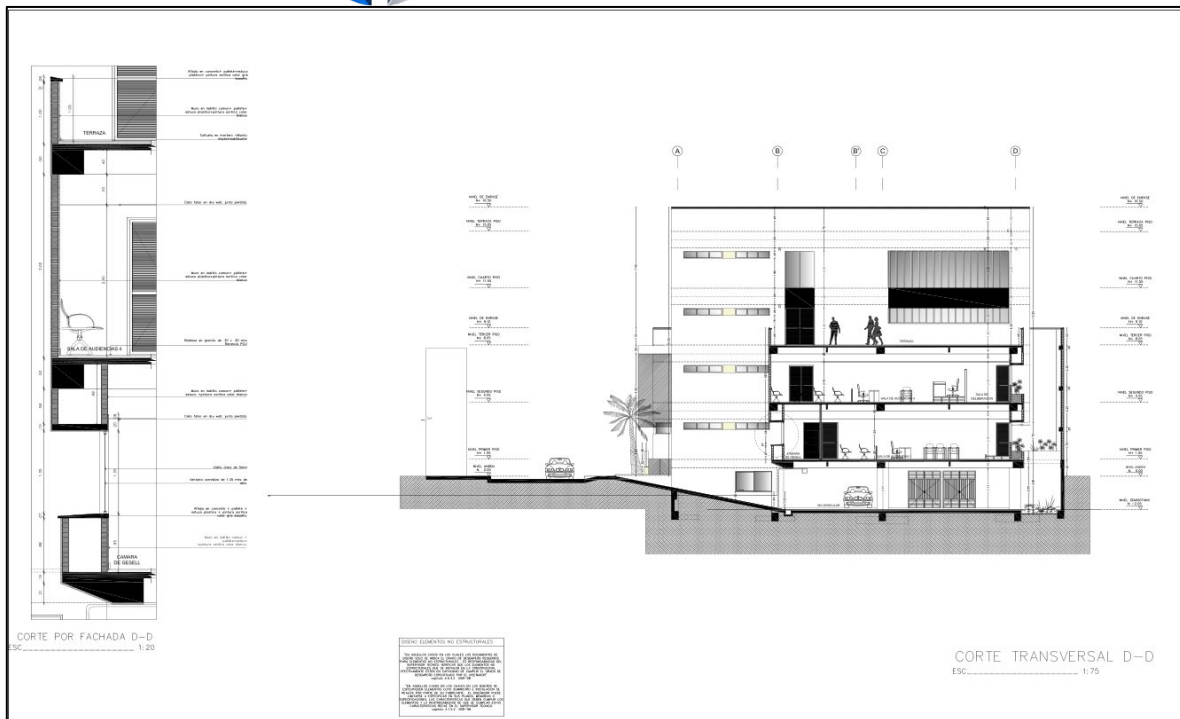


Figura 9. Corte D-D

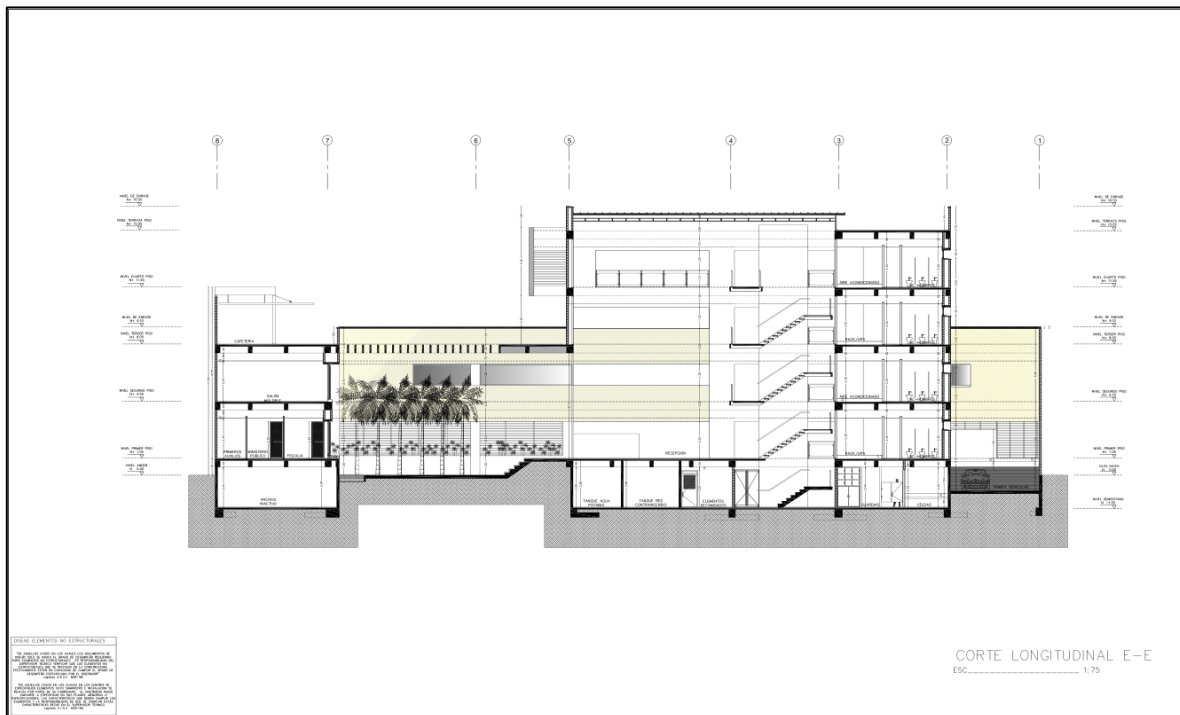


Figura 10. Corte E-E

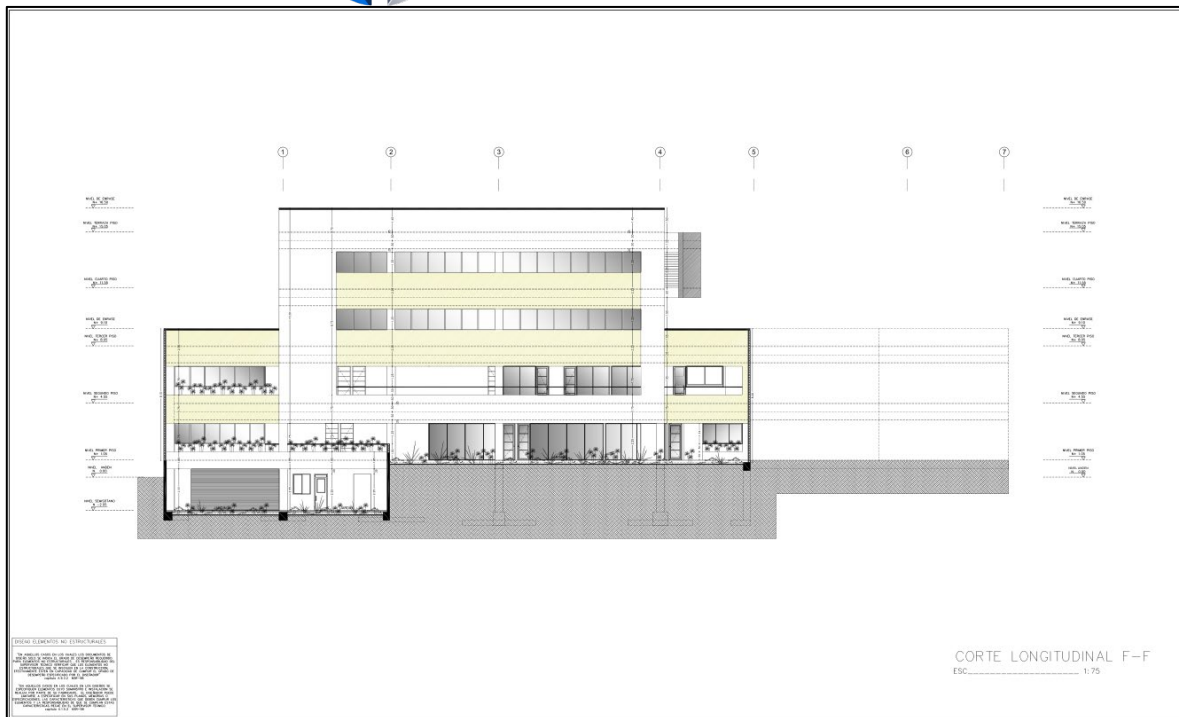


Figura 11. Corte F-F

3.2 Planos hidrosanitarios.

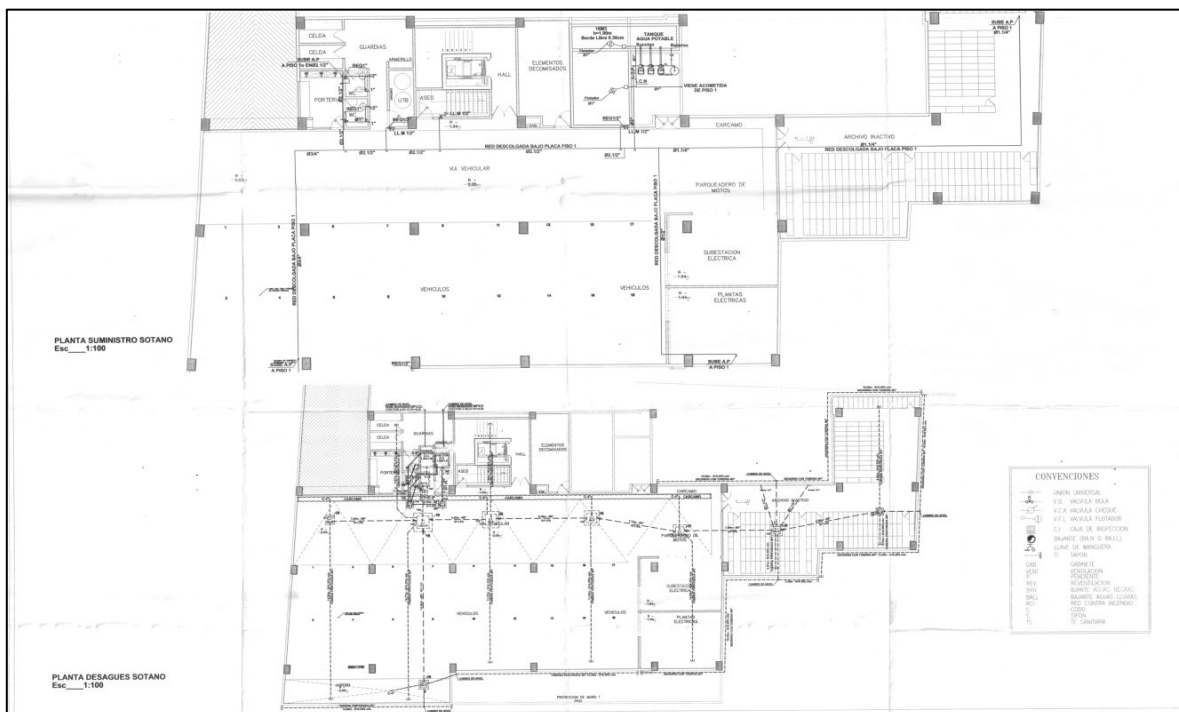


Figura 12. Planos hidrosanitarios en planta de sótano.

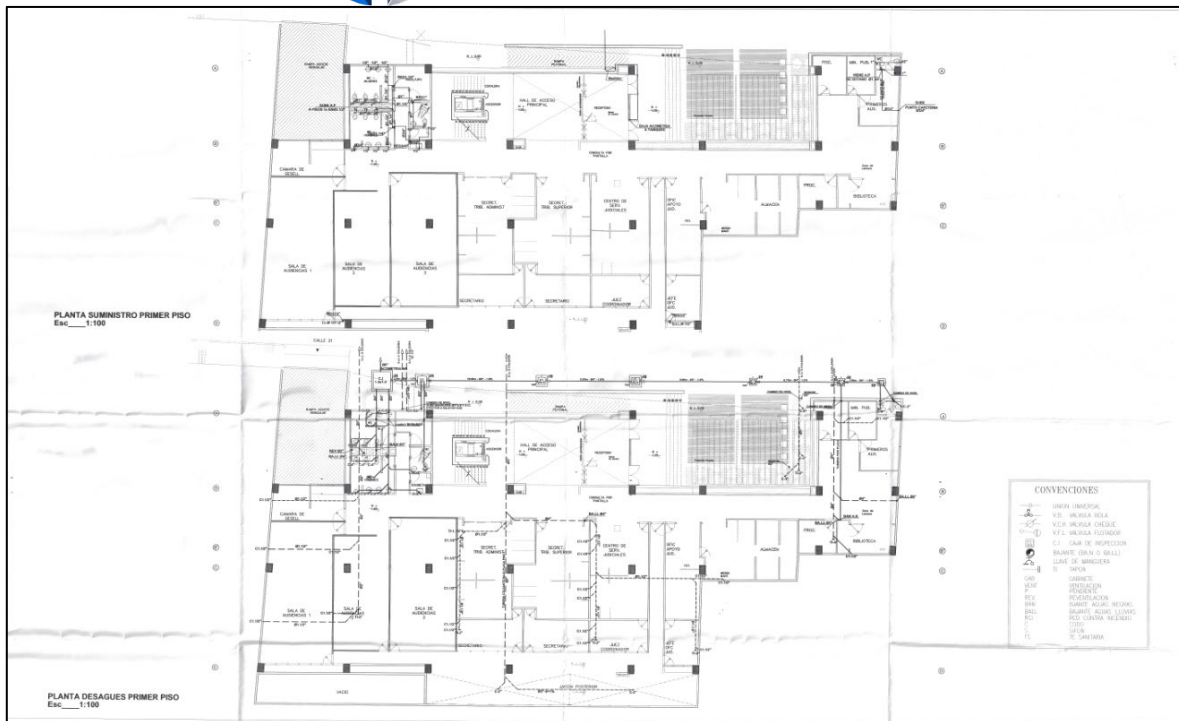


Figura 13. Planos hidrosanitarios en planta de primer piso.

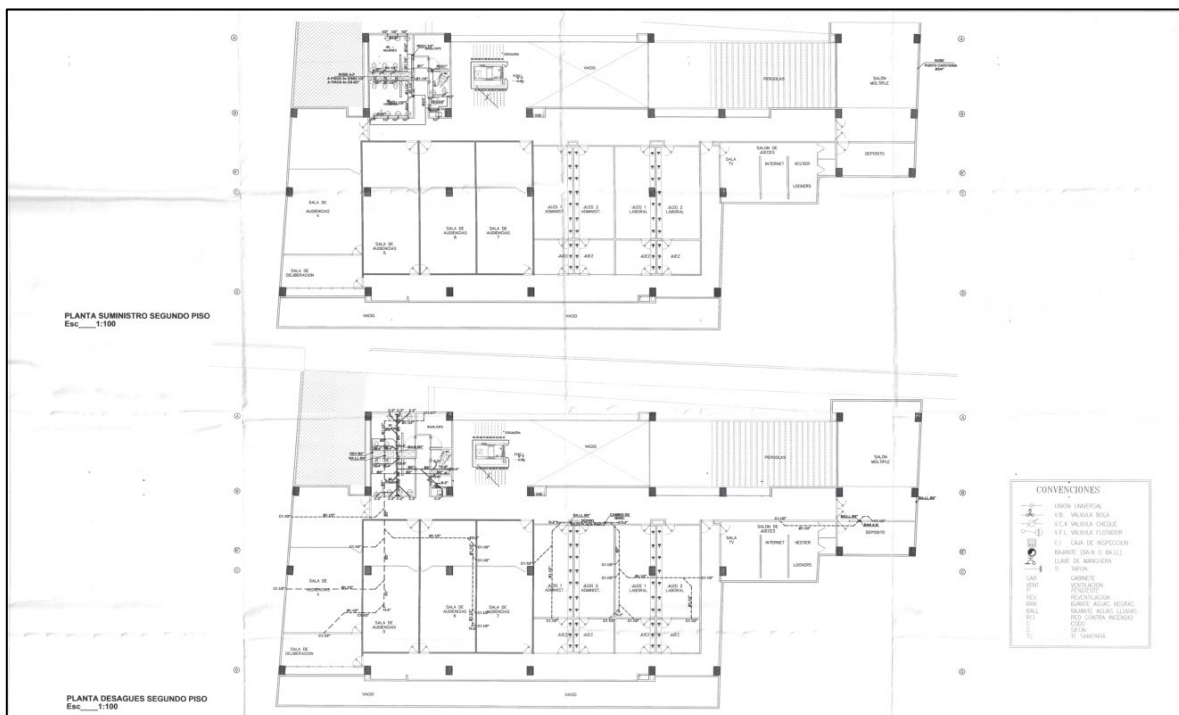


Figura 14. Planos hidrosanitarios en planta de segundo piso.



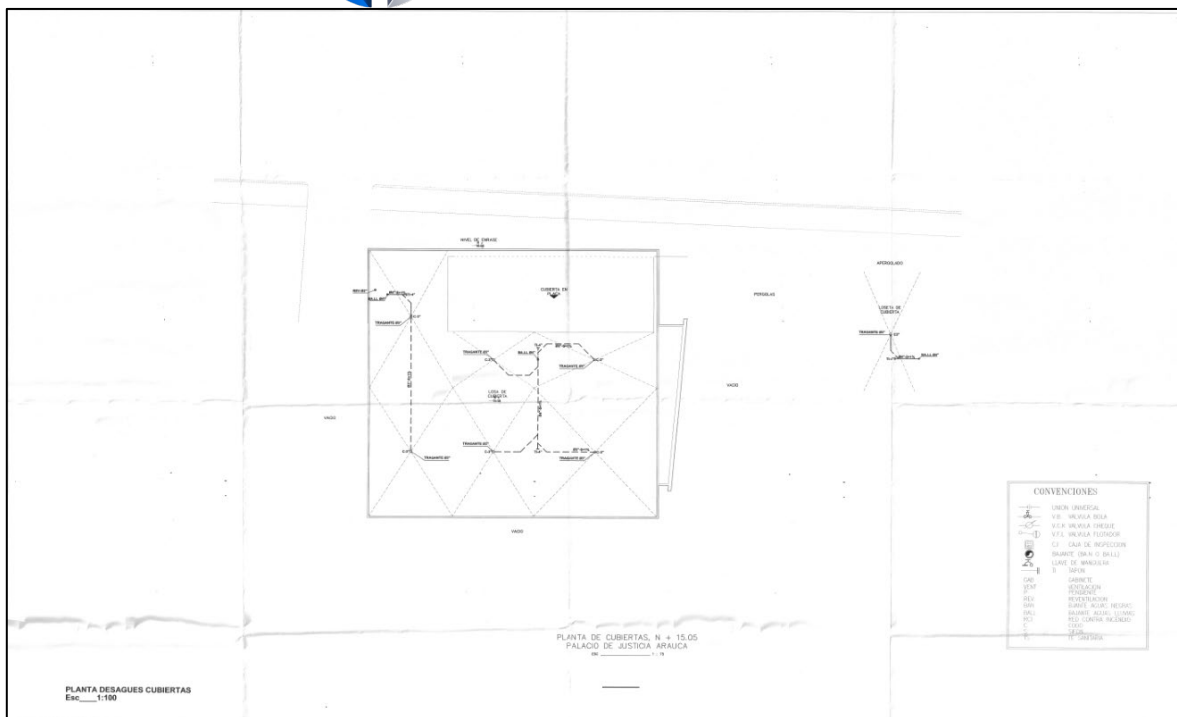


Figura 17. Planos hidrosanitarios en planta de cubierta.

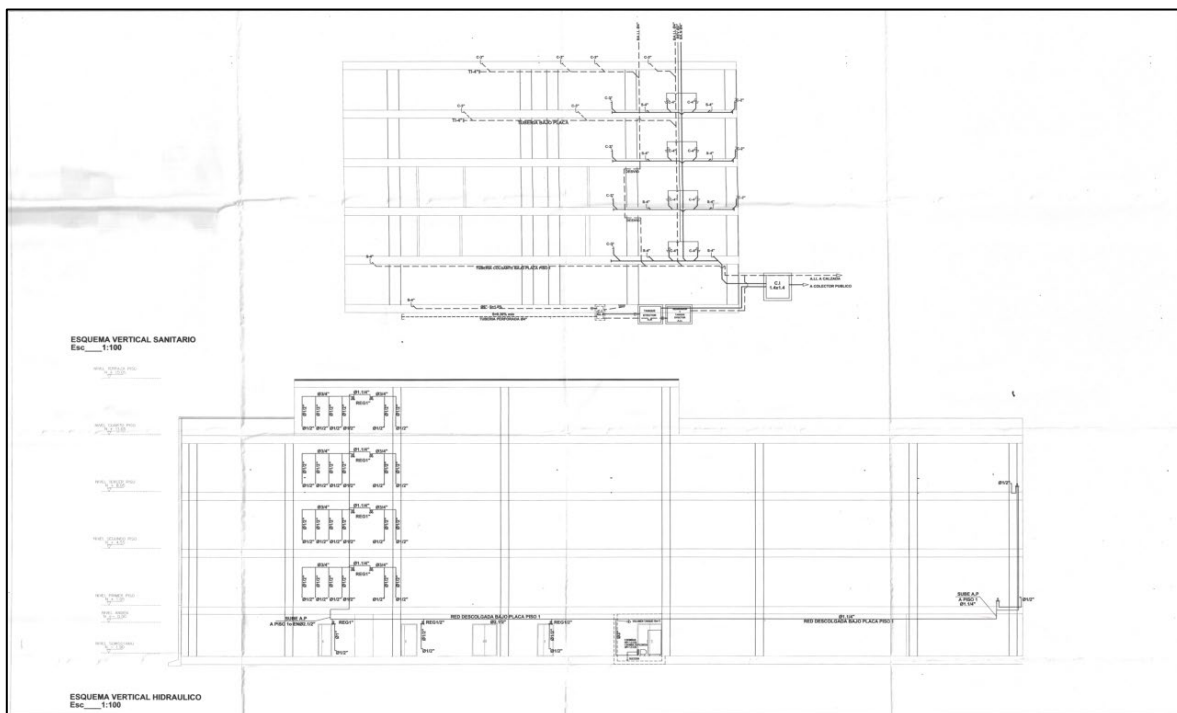


Figura 18. Planos hidrosanitarios en vertical hidráulico y sanitario.



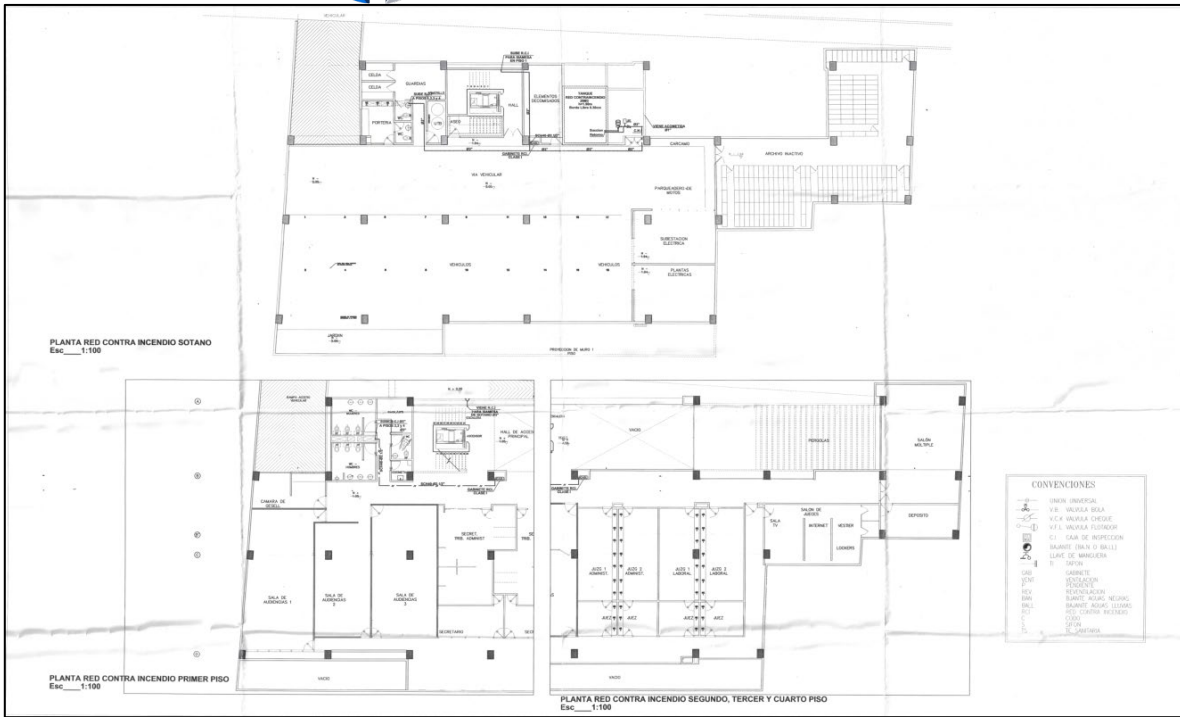


Figura 19. Planos red contra incendios en planta de sótano y primer piso.

4 ALCANCE

El alcance incluye el levantamiento mediante inspección visual, diagnóstico, y la formulación de conclusiones y recomendaciones sobre las instalaciones hidráulicas, sanitarias y las redes contra incendios del Edificio Palacio de Justicia Nuevo de Arauca, abordando tres aspectos fundamentales:

4.1 LEVANTAMIENTO

- Ubicación e inspección de las redes de suministro de agua potable desde la acometida hasta el tanque de almacenamiento y desde la salida del tanque hasta los puntos de consumo en baños, cafetería, etc.
- Localización e inspección de las redes de desagües, desde las salidas sanitarias hasta cajas y pozos de inspección exteriores.
- Ubicación e inspección de las redes o sistemas de extinción contra incendio.
- Revisión de los volúmenes de almacenamiento requeridos de acuerdo a las necesidades del edificio y siguiendo las recomendaciones de las normas NTC 1500.

4.2 DIAGNÓSTICO

Previo reconocimiento del sistema hidráulico, sanitario, pluvial y contra incendio existente, valorando cada uno de sus elementos, se dará un diagnóstico general, determinando su estado y funcionamiento. Éste diagnóstico contendrá:

- Descripción de la información consultada.
- Descripción con registro fotográfico y valoración de los sistemas: hidráulico, sanitario, pluvial y red contra incendio.
- Relación de las especificaciones exigidas por la normatividad vigente.

4.3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Observaciones y recomendaciones para la mejora de las condiciones existentes encontradas.

4.4 NORMATIVIDAD

Son aplicables dentro del estudio las siguientes normas:

NTC 1500: Código Colombiano de Fontanería.

Ministerio de vivienda, ciudad y territorio Resolución 0330 de 2017.

Ministerio de vivienda, ciudad y territorio Resolución 0799 de 2021.

NSR-10: Reglamento Colombiano de Normas Sismo Resistentes. Títulos J y K.

NTC 1669: Norma técnica colombiana sobre sistemas de protección contra incendio.

NFPA (National Fire Protection Association), y en particular las siguientes:

- NFPA 10 Portable Fire Extinguishers.
- NFPA 13 Sistemas de Rociadores Sprinklers.
- NFPA 14 Installation of Standpipe and Hose Systems
- NFPA 20 Centrifugal Fire Pumps

5 LOCALIZACION DEL PROYECTO

El proyecto objeto de este contrato que se desarrolla en el municipio de Arauca, se encuentra en las coordenadas en el Palacio de Justicia Nuevo de Arauca. En la Figura 21 se observa la ubicación específica del proyecto.

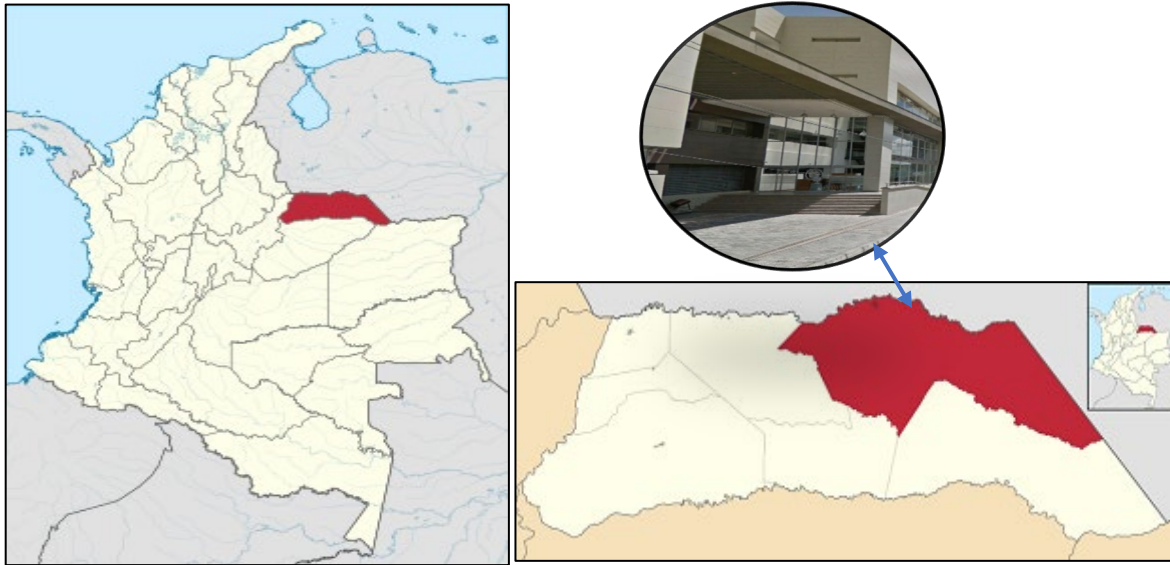


Figura 20. Localización de Arauca en Colombia y municipio de Arauca en Arauca.



Figura 21. Localización del proyecto.

Fuente: Google Earth

6 DIAGNOSTICO RED DE AGUA POTABLE.

Se realiza la revisión de la red de distribución de agua potable, de acuerdo a la configuración arquitectónica del proyecto.

La red general se compone de tuberías, accesorios, soportes y válvulas de corte que son ubicados estratégicamente para permitir sectorizar y para que el sistema esté presto para mantenimiento o reparaciones sin afectar las demás instalaciones.

El sistema de distribución de agua potable está compuesto por una acometida de diámetro 1", proveniente de la red pública del acueducto, controlada por un medidor ubicado a las afueras del edificio. La acometida alimenta al tanque de almacenamiento ubicado en el sótano.



Figura 22. Acometida de diámetro 1".

En general la ubicación de las redes de distribución de agua potable, diámetros, materiales, ubicación de válvulas y aparatos sanitarios están acorde a los planos Hidrosanitarios.



Figura 23. Flotador.

No se observa que el tanque de almacenamiento de agua potable tenga un conducto de rebose. Al momento de la inspección no se pudo evidenciar un conducto que sirva como rebose en el tanque.

6.1 Tanque de almacenamiento

La edificación cuenta con un tanque de almacenamiento: Tanque N°1, de tipo superficial. Durante la inspección visual, se constató que el tanque se encuentra en buen estado, cuenta con ventilaciones adecuadas y dispone de un flotador para el control de llenado del tanque. Con un volumen total de 52.28 m³.

La edificación requiere un suministro diario de 51.25 m³ de agua de acuerdo a las dotaciones establecidos en la resolución 0330 de 2017 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

Tabla B.2.4 Consumo mínimo en comercios	
Tipo de instalación	Consumo de agua
Oficinas (cualquier tipo)	20 L/m2/día
Locales comerciales	6 L/m2/día
Mercados	100 L/local/día
Lavanderías de autoservicio	40 L/kilo de ropa seca
Clubes deportivos y servicios privados	150 L/asistente/día
Cines y teatros	6 L/asistente/día

Fuente: Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS-título B.

Tabla 1. Cálculo de consumo

DISEÑO HIDRAULICO AGUA POTABLE							
Ítem	concepto	unidad	cantidad	Dotación		Consumo	
1	OFICINAS	Hab	1,739.1	L/alumno/jornada	20	34,783	L/día
Almacenamiento Total Consumo				días	1.00	34,783	L
2	Reserva S.C.I. Gabinetes Clase II	min	30.0	L/s	6.3	11,340	L/día
3	Rociadores	min	30.0	L/s	2.8	5,112	L/día
Total, almacenamiento						51,235	L
DEFINITIVO RECOMENDADO				Días	1.0	51,250	L

DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO TANQUE DE ALMACENAMIENTO		
Almacenamiento Tanque	51,250	L
Tiempo de alimentación tanque	8.00	horas
Caudal acometida suministro tanque	1.78	lts/s
Porcentaje tanque	100%	
VOLUMEN TOTAL DEL TANQUE BAJO	51.25	m3

DIMENSIONAMIENTO TANQUE DE ALMACENAMIENTO			
Volumen requerido	51.25	m3	

DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO TANQUE DE ALMACENAMIENTO				
Altura efectiva + BL	2.20	m	Calculado	
Sumergencia (agua mínima s/succión)	0.50	m	(a)	
Altura efectiva (altura útil)	1.90	m		
Borde libre superior	0.30	m	(0,15+Øreb+0,10)	
Caída por pendiente longitudinal (Sw=2.0%)	0.00	m	(b)	
Altura total interna	2.2 0	m		
Área horizontal	26.97	m ²		
Sección Defina				
Área superficial (Definido)	27.52	m²		
Altura efectiva (altura util)	1.90	m		
Volumen útil	52.28	m³ ok	m³	

6.2 Sistema de bombeo

La instalacion cuenta con un equipo de bombeo conformado por 2 bombas centrifugas de la marca **Pedrollo** modelo **CP 680A** de **10 HP** y cuenta con un tanque hidroneumatico de **480L** de la marca **Evans** comprado recientemente segun el fontanero.

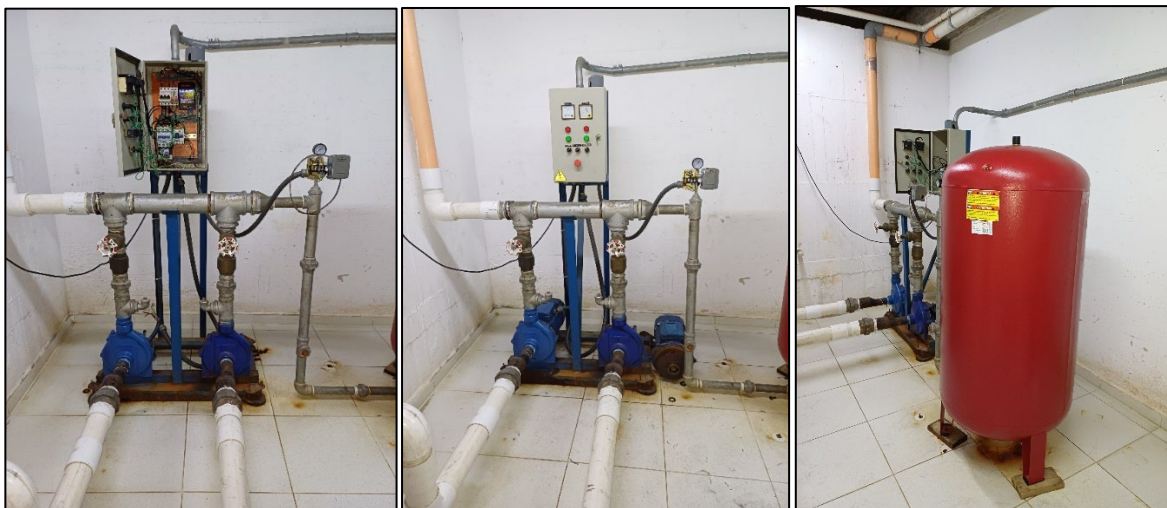


Figura 24. Equipo de bombeo agua potable.

El primer día de visita al cuarto de bombeo, las bombas no estaban instaladas debido a que se encontraban en mantenimiento. ya que, según informó el fontanero, se había provocado daños en las tubería de los pisos superiores.

Las instalacion del equipo de bombeo hidraulico actual no coinciden con los planos hidrosanitarios suministrados ni con el archivo en formato Excel denominado "FORMATO ECONÓMICO-Arauca (.xls)".

Tabla 2. Sistema de bombeo de Agua Potable Existente.

CALCULO RED HIDRAULICA				
DISEÑO HIDRAULICO AGUA POTABLE				
DISEÑO DEL EQUIPO BOMBA				
Calculo NPSH				
NPSH = K – ADS				
Altura sobre el nivel del mar Para Facatativá		K =	132	m.s.n.m.
Altura dinámica de succión (ADS)		ADS=	7.62	m.c.a.
NPSH =		NPSH =	1.37	m.c.a.
			6.25	m.c.a.
ALTURA MAXIMA DE SUCCION				
AMS = 10.33 – (a+b+c+d+e+f)				
a) Perdida por altura sobre el nivel del mar (132 msnm)			0.165	m
b) Perdida por temperatura (33°C)			0.502	m
c) Perdida por depresiones barométricas (Steel)			0.360	m
d) Perdida por vacío imperfecto (Steel)			2.400	m
e) Perdida por fricción y accesorios J			0.086	m
f) Perdida por cabeza de velocidad (hv)			0.459	m
AMS =			6.36	m
ALTURA DINAMICA TOTAL POSITIVA				
ADT = Impulsión + Succión		ADT =	68.60	m.c.a.
CALCULO DE LA POTENCIA DE LA BOMBA				
$P_{HP} = \frac{\gamma * ADT * Q}{76 * e} =$	e= 0.57	-	P _{HP} =	10.26 H.P.
	Q= 6.48	L/s	P _{COMERCIAL} =	10.00 H.P.
	388.7	LPM		
	102.7	GPM		
NOTA = La instalación cuenta con un equipo de bombeo conformado por 2 bombas centrífugas de la marca Pedrollo modelo CP 680A de 10 HP				
Tamaño de la succión	2	Velocidad = 3500 rpm	NPSH requerido por la bomba =	3.80 m
Tamaño de la descarga	2	Comportamiento = Bomba Centrífuga	NPSH disponible =	6.25 m
CUMPLE				



El sistema de bombeo se proyecta directo desde el tanque de almacenamiento existente hasta los aparatos, con las siguientes características generales:

- Los equipos de impulsión están ubicados en un cuarto de bombeo.
- El cuarto o estación de bombas debe contar con buena ventilación, para garantizar la durabilidad y eficiencia de los equipos.
- La evaluación de la bomba se realizó cumpliendo con lo dispuesto en el artículo 46 de la resolución 0330.

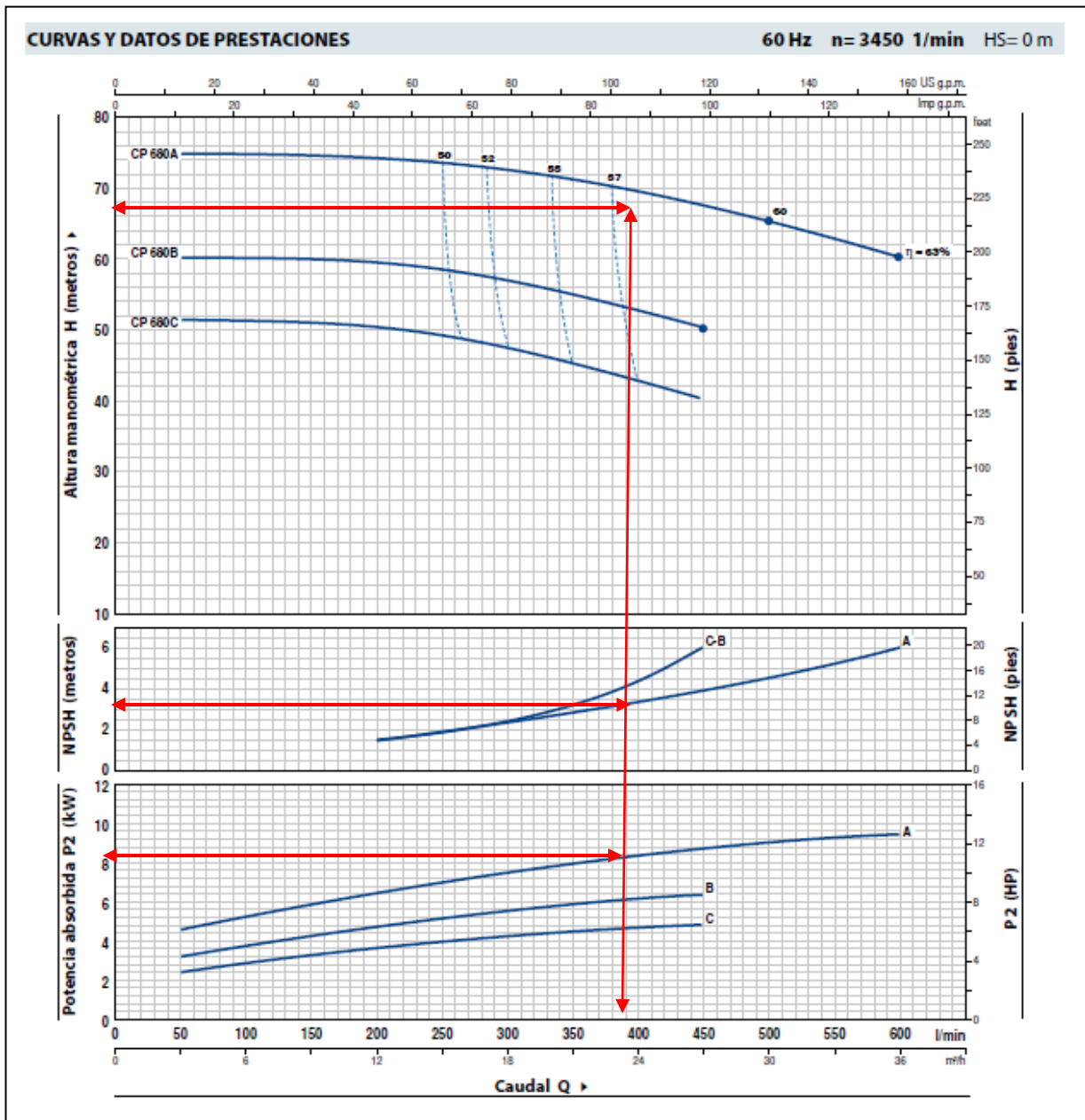


Figura 25. Curva de Bomba Existente.

6.3 Redes de distribución

Es importante señalar que, en el momento de la instalación original de las redes, las normativas y estándares técnicos en vigor no consideraban algunos de los aspectos que actualmente son parte integral de las regulaciones del sector. En este sentido, se debe tener en cuenta que las instalaciones originales no cumplían con los criterios establecidos por normativas más recientes, como la Resolución 0330 de 2017, la Resolución 0799 de 2021 y el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) de 2010, Norma técnica Colombiana NTC 1500, los cuales incluyen especificaciones más estrictas en cuanto a la calidad de los materiales, las técnicas de instalación y las condiciones operativas de las redes hidráulicas. Estas resoluciones y reglamentos abordan cuestiones clave como:

- Calidad de los materiales: Se exige el uso de materiales más resistentes a la corrosión y que garanticen una mayor durabilidad, reduciendo el riesgo de fugas a largo plazo.
- Técnicas de instalación: Las nuevas normativas detallan procedimientos más estrictos para la instalación y empalme de tuberías, asegurando una mejor integración de las redes existentes con las nuevas.
- Presión y rendimiento: Las resoluciones actuales especifican rangos más estrictos de presión de operación y eficiencia en la distribución del agua, lo que contribuye a minimizar los riesgos de rupturas o fugas por presión excesiva.

A continuación, se presenta un resumen de las tablas que contienen los parámetros de diseño, los criterios de diseño para caudal y presión, así como los diámetros mínimos.

Tabla 3. Parámetros de diseño

PARAMETROS DE DISEÑO		
Temperatura =	33	°C
Ks =	1.50E-06	m
v=	7.74E-07	m ² /s
v=	0.00774	cm ² /s

CRITERIOS DE DISEÑO PARA CAUDAL Y PRESION					DIAMETROS MINIMOS	
Lavamanos	8	PSI	5.62	m	Lavamanos	1/2"
Ducha	8	PSI	5.62	m	Ducha	1/2"
Orinal Válvula	25	PSI	17.58	m	Orinal Válvula	3/4"
Sanitario, tanque fluxómetro	20	PSI	14.06	m	Sanitario, tanque fluxómetro	1/2"
Sanitario, sifónico, válvula de fluxómetro	35	PSI	24.61	m	Sanitario, sifónico, válvula de fluxómetro	1"

NOTA: Lo resaltado en color rojo es para enfatizar los parámetros que no cumplen.

Tabla 4. Dimensionamiento de redes a presión Tubería existente.

Tramo	Tipo de aparatos	Nº de aparatos	Coef de simult (K)	Unid. de descarga (N)	Q (L/s)	Ø (pulg)	V (m/s)	Re (-)	f (-)	Colebrook A	Colebrook B	Error	Longitud Horizontal (m)	Longitud Vertical (m)	Longitud equivalente accesorios (m)	Longitud Total (m)	Perdida de carga hL (m.c.a)	Perdida de carga acumulada hLT (m.c.a)	Nivel	HDT
CUARTO PISO																				
4A-4C	SF	3	0.71	6	0.40	1/2	2.70	4.78E+04	0.0215	6.82	6.82	0.00	3.24	16.44	1.00	20.68	12.018	12.018	13.740	31.38
4B-4C	CF	3	0.71	18	2.20	1 1/4	2.78	1.14E+05	0.0178	7.50	7.50	0.00	4.14	16.24	4.08	24.46	5.381	5.381	13.740	43.73
4C-4D	CF	6	0.45	24	2.45	1 1/4	3.10	1.27E+05	0.0174	7.58	7.58	0.00	1.77	0.00	0.70	2.47	0.664	0.664	13.740	44.39
4E-4D	CF	2	1.00	8	1.61	1	3.18	1.04E+05	0.0182	7.42	7.42	0.00	4.88	12.74	5.40	23.02	8.463	8.463	13.740	46.81
4D-4	CF	8	0.38	32	2.74	1 1/4	3.46	1.42E+05	0.0171	7.66	7.66	0.00	0.80	0.00	0.50	1.30	0.426	0.426	13.740	44.82
4F-4H	CF	4	0.58	8	1.61	3/4	5.65	1.39E+05	0.0173	7.60	7.60	0.00	4.47	16.44	2.10	23.01	33.995	33.995	13.740	65.31
4G-4H	CF	3	0.71	18	2.20	1	4.34	1.42E+05	0.0171	7.64	7.64	0.00	4.08	16.24	3.89	24.21	15.644	15.644	13.740	53.99
4H-4J	CF	7	0.41	26	2.53	1 1/4	3.20	1.31E+05	0.0173	7.60	7.60	0.00	0.65	0.00	1.67	2.32	0.659	0.659	13.740	65.97
4I-4J	SF	2	1.00	5	0.35	3/4	1.23	3.03E+04	0.0236	6.50	6.50	0.00	3.85	16.44	4.80	25.09	2.415	2.415	13.740	21.78
4J-4	CF	9	0.35	31	2.71	1 1/4	3.42	1.40E+05	0.0171	7.65	7.65	0.00	1.61		2.30	3.91	1.255	1.255	13.740	67.23
4-3	CF	17	0.25	63	3.56	1 1/2	3.12	1.53E+05	0.0168	7.73	7.73	0.00		3.50	2.80	6.30	1.373	1.373	13.740	68.60



Tramo	Tipo de aparatos	N° de aparatos	Coef de similit (K)	Unid. de descarga (N)	Q (L/s)	Ø (pulg)	V (m/s)	Re (-)	f (-)	Colebrook A	Colebrook B	Error	Longitud Horizontal (m)	Longitud Vertical (m)	Longitud equivalente accesorios (m)	Longitud Total (m)	Perdida de carga hL (m.c.a)	Perdida de carga acumulada hLT (m.c.a)	Nivel	HDT
TERCER PISO																				
3A-3C	SF	3	0.71	6	0.40	1/2	2.70	4.78E+04	0.0215	6.82	6.82	0.00	3.24	12.94	1.00	17.18	9.984	9.984	10.240	25.85
3B-3C	CF	3	0.71	18	2.20	1 1/4	2.78	1.14E+05	0.0178	7.50	7.50	0.00	4.14	12.74	4.08	20.96	4.611	4.611	10.240	39.46
3C-3D	CF	6	0.45	24	2.45	1 1/4	3.10	1.27E+05	0.0174	7.58	7.58	0.00	1.77	0.00	0.70	2.47	0.664	0.664	10.240	40.12
3E-3D	CF	2	1.00	8	1.61	1	3.18	1.04E+05	0.0182	7.42	7.42	0.00	4.88	12.74	5.40	23.02	8.463	8.463	10.240	43.31
3D-3	CF	8	0.38	32	2.74	1 1/4	3.46	1.42E+05	0.0171	7.66	7.66	0.00	0.80	0.00	0.50	1.30	0.426	0.426	10.240	40.55
3F-3H	CF	4	0.58	8	1.61	3/4	5.65	1.39E+05	0.0173	7.60	7.60	0.00	4.47	12.94	2.10	19.51	28.824	28.824	10.240	56.64
3G-3H	CF	3	0.71	18	2.20	1	4.34	1.42E+05	0.0171	7.64	7.64	0.00	4.08	12.74	3.89	20.71	13.382	13.382	10.240	48.23
3H-3J	CF	7	0.41	26	2.53	1 1/4	3.20	1.31E+05	0.0173	7.60	7.60	0.00	0.65	0.00	1.67	2.32	0.659	0.659	10.240	57.30
3I-3J	SF	2	1.00	5	0.35	3/4	1.23	3.03E+04	0.0236	6.50	6.50	0.00	3.85	12.94	4.80	21.59	2.078	2.078	10.240	17.94
3J-3	CF	9	0.35	31	2.71	1 1/4	3.42	1.40E+05	0.0171	7.65	7.65	0.00	1.61		2.30	3.91	1.255	1.255	10.240	58.55
3-2	CF	34	0.17	126	4.64	2	2.29	1.50E+05	0.0168	7.73	7.73	0.00		3.50	3.50	7.00	0.617	0.617	10.240	59.17
SEGUNDO PISO																				
2A-2C	SF	3	0.71	6	0.40	1/2	2.70	4.78E+04	0.0215	6.82	6.82	0.00	3.24	9.45	1.00	13.69	7.956	7.956	6.750	20.33
2B-2C	CF	3	0.71	18	2.20	1 1/4	2.78	1.14E+05	0.0178	7.50	7.50	0.00	4.14	9.25	4.08	17.47	3.843	3.843	6.750	35.20
2C-2D	CF	6	0.45	24	2.45	1 1/4	3.10	1.27E+05	0.0174	7.58	7.58	0.00	1.77	0.00	0.70	2.47	0.664	0.664	6.750	35.86
2E-2D	CF	2	1.00	8	1.61	1	3.18	1.04E+05	0.0182	7.42	7.42	0.00	4.88	9.25	5.40	19.53	7.180	7.180	6.750	38.54
2D-1	CF	8	0.38	32	2.74	1 1/4	3.46	1.42E+05	0.0171	7.66	7.66	0.00	0.80	0.00	0.50	1.30	0.426	0.426	6.750	36.29
2F-2H	CF	4	0.58	8	1.61	3/4	5.65	1.39E+05	0.0173	7.60	7.60	0.00	4.47	9.45	2.10	16.02	23.668	23.668	6.750	48.00
2G-2H	CF	3	0.71	18	2.20	1	4.34	1.42E+05	0.0171	7.64	7.64	0.00	4.08	9.25	3.89	17.22	11.127	11.127	6.750	42.49
2H-2J	CF	7	0.41	26	2.53	1 1/4	3.20	1.31E+05	0.0173	7.60	7.60	0.00	0.65	0.00	1.67	2.32	0.659	0.659	6.750	48.65
2I-2J	SF	2	1.00	5	0.35	3/4	1.23	3.03E+04	0.0236	6.50	6.50	0.00	3.85	9.45	4.80	18.10	1.742	1.742	6.750	14.12
2J-1	CF	9	0.35	31	2.71	1 1/4	3.42	1.40E+05	0.0171	7.65	7.65	0.00	1.61		2.30	3.91	1.255	1.255	6.750	49.91
2-1	CF	51	0.14	189	5.42	2 1/2	1.71	1.40E+05	0.0169	7.68	7.68	0.00		3.50	4.30	7.80	0.311	0.311	6.750	50.22
PRIMER PISO																				
1A-1C	SF	3	0.71	6	0.40	1/2	2.70	4.78E+04	0.0215	6.82	6.82	0.00	3.24	5.95	1.00	10.19	5.922	5.922	3.250	14.80
1B-1C	CF	3	0.71	18	2.20	1 1/4	2.78	1.14E+05	0.0178	7.50	7.50	0.00	4.14	5.75	4.08	13.97	3.073	3.073	3.250	30.93
1C-1D	CF	6	0.45	24	2.45	1 1/4	3.10	1.27E+05	0.0174	7.58	7.58	0.00	1.77	0.00	0.70	2.47	0.664	0.664	3.250	31.59
1E-1D	CF	2	1.00	8	1.61	1	3.18	1.04E+05	0.0182	7.42	7.42	0.00	4.88	5.75	5.40	16.03	5.893	5.893	3.250	33.75
1D-S	CF	8	0.38	32	2.74	1 1/4	3.46	1.42E+05	0.0171	7.66	7.66	0.00	0.80	0.00	0.50	1.30	0.426	0.426	3.250	32.02
1F-1H	CF	4	0.58	8	1.61	3/4	5.65	1.39E+05	0.0173	7.60	7.60	0.00	4.47	5.95	2.10	12.52	18.497	18.497	3.250	39.32
1G-1H	CF	3	0.71	18	2.20	1	4.34	1.42E+05	0.0171	7.64	7.64	0.00	4.08	5.75	3.89	13.72	8.866	8.866	3.250	36.72
1H-1J	CF	7	0.41	26	2.53	1 1/4	3.20	1.31E+05	0.0173	7.60	7.60	0.00	0.65	0.00	1.67	2.32	0.659	0.659	3.250	39.98
1I-1J	SF	2	1.00	5	0.35	3/4	1.23	3.03E+04	0.0236	6.50	6.50	0.00	3.85	5.95	4.80	14.60	1.405	1.405	3.250	10.28
1J-S	CF	9	0.35	31	2.71	2 1/2	0.85	7.01E+04	0.0195	7.16	7.16	0.00	1.61		2.30	3.91	0.045	0.045	3.250	40.03
1K-1L	CF	2	1.00	8	1.61	1 1/4	2.03	8.33E+04	0.0189	7.27	7.27	0.00	1.09	0.80	3.20	5.09	0.639	0.639	1.050	26.30
1-S	CF	68	0.12	252	6.22	2 1/2	1.97	1.61E+05	0.0165	7.79	7.79	0.00	1.27	3.25	4.30	8.82	0.451	0.451	1.050	51.72
SOTANO																				
S-S2	SF	68	0.12	252	4.69	2 1/2	1.48	1.21E+05	0.0174	7.58	7.58	0.00	3.22	0.80	3.00	7.02	0.215	0.215	1.050	52.99
S1-S2	CF	5	0.50	17	2.15	1 1/4	2.72	1.11E+05	0.0179	7.48	7.48	0.00	3.22	0.60	1.70	5.52	1.167	1.167	1.050	26.83
S2-S3	CF	76	0.12	272	6.48	2 1/2	2.05	1.68E+05	0.0164	7.82	7.82	0.00	21.90	0.00	1.70	23.60	1.297	1.297	1.050	55.33
S3-BOMBA SUCCION	CF	76	0.12	272	6.48	3	1.42	1.40E+05	0.0169	7.69	7.69	0.00	1.65	0.60	19.31	21.56	0.493	0.493	0.350	56.18





Tabla 5. Resultados RDE.

TRAMO INICIAL	TRAMO FINAL	Presión Dinámica Inicial (mca)	D (mm)	D (Pulg)	RDE	a (m/s)	V (m/s)	Sobre presión (mca)	Presión Dinámica + golpe de ariete (mca)	Presión de diseño (mca)	Presión de diseño (Kg/cm2)	RDE 21
CUARTO PISO												
4A	4C	31.38	13.72	1/2	21	368	2.70	101.10	132.48	172.23	17.22	NO
4B	4C	43.73	31.75	1 1/4	21	368	2.78	104.02	147.75	192.07	19.21	NO
4C	4D	44.39	31.75	1 1/4	21	368	3.10	116.17	160.56	208.73	20.87	NO
4E	4D	46.81	25.4	1	21	368	3.18	119.04	165.85	215.60	21.56	NO
4D	4	44.82	31.75	1 1/4	21	368	3.46	129.74	174.55	226.92	22.69	NO
4F	4H	65.31	19.05	3/4	21	368	5.65	211.62	276.94	360.02	36.00	NO
4G	4H	53.99	25.4	1	21	368	4.34	162.53	216.52	281.47	28.15	NO
4H	4J	65.97	31.75	1 1/4	21	368	3.20	119.79	185.76	241.49	24.15	NO
4I	4J	21.78	19.05	3/4	21	368	1.23	46.24	68.02	88.42	8.84	SI
4J	4	67.23	31.75	1 1/4	21	368	3.42	128.16	195.39	254.01	25.40	NO
4	3	68.60	38.1	1 1/2	21	368	3.12	116.86	185.46	241.10	24.11	NO
TERCER PISO												
3A	3C	25.85	13.72	1/2	21	368	2.70	101.10	126.95	165.03	16.50	NO
3B	3C	39.46	31.75	1 1/4	21	368	2.78	104.02	143.48	186.52	18.65	NO
3C	3D	40.12	31.75	1 1/4	21	368	3.10	116.17	156.29	203.18	20.32	NO
3E	3D	43.31	25.4	1	21	368	3.18	119.04	162.35	211.05	21.11	NO
3D	3	40.55	31.75	1 1/4	21	368	3.46	129.74	170.28	221.37	22.14	NO
3F	3H	56.64	19.05	3/4	21	368	5.65	211.62	268.27	348.74	34.87	NO
3G	3H	48.23	25.4	1	21	368	4.34	162.53	210.76	273.98	27.40	NO
3H	3J	57.30	31.75	1 1/4	21	368	3.20	119.79	177.09	230.22	23.02	NO
3I	3J	17.94	19.05	3/4	21	368	1.23	46.24	64.18	83.43	8.34	SI
3J	3	58.55	31.75	1 1/4	21	368	3.42	128.16	186.72	242.73	24.27	NO
3	2	59.17	50.8	2	21	368	2.29	85.78	144.95	188.44	18.84	NO
SEGUNDO PISO												
2A	2C	20.33	13.72	1/2	21	368	2.70	101.10	121.43	157.86	15.79	NO
2B	2C	35.20	31.75	1 1/4	21	368	2.78	104.02	139.22	180.98	18.10	NO
2C	2D	35.86	31.75	1 1/4	21	368	3.10	116.17	152.03	197.64	19.76	NO
2E	2D	38.54	25.4	1	21	368	3.18	119.04	157.58	204.85	20.48	NO
2D	1	36.29	31.75	1 1/4	21	368	3.46	129.74	166.03	215.83	21.58	NO
2F	2H	48.00	19.05	3/4	21	368	5.65	211.62	259.62	337.50	33.75	NO
2G	2H	42.49	25.4	1	21	368	4.34	162.53	205.01	266.52	26.65	NO
2H	2J	48.65	31.75	1 1/4	21	368	3.20	119.79	168.45	218.98	21.90	NO
2I	2J	14.12	19.05	3/4	21	368	1.23	46.24	60.35	78.46	7.85	SI





TRAMO INICIAL	TRAMO FINAL	Presión Dinámica Inicial (mca)	D (mm)	D (Pulg)	RDE	a (m/s)	V (m/s)	Sobre presión (mca)	Presión Dinámica + golpe de ariete (mca)	Presión de diseño (mca)	Presión de diseño (Kg/cm2)	RDE 21
2J	1	49.91	31.75	1 1/4	21	368	3.42	128.16	178.07	231.49	23.15	NO
2	1	50.22	63.5	2 1/2	21	368	1.71	64.15	114.37	148.68	14.87	NO
PRIMER PISO												
1A	1C	14.80	13.72	1/2	21	368	2.70	101.10	115.90	150.67	15.07	NO
1B	1C	30.93	31.75	1 1/4	21	368	2.78	104.02	134.95	175.43	17.54	NO
1C	1D	31.59	31.75	1 1/4	21	368	3.10	116.17	147.76	192.09	19.21	NO
1E	1D	33.75	25.4	1	21	368	3.18	119.04	152.79	198.63	19.86	NO
1D	S	32.02	31.75	1 1/4	21	368	3.46	129.74	161.76	210.28	21.03	NO
1F	1H	39.32	19.05	3/4	21	368	5.65	211.62	250.95	326.23	32.62	NO
1G	1H	36.72	25.4	1	21	368	4.34	162.53	199.25	259.03	25.90	NO
1H	1J	39.98	31.75	1 1/4	21	368	3.20	119.79	159.78	207.71	20.77	NO
1I	1J	10.28	19.05	3/4	21	368	1.23	46.24	56.52	73.47	7.35	SI
1J	S	40.03	63.5	2 1/2	21	368	0.85	32.04	72.07	93.69	9.37	SI
1K	1L	26.30	31.75	1 1/4	21	368	2.03	76.18	102.48	133.23	13.32	SI
1-		51.72	63.5	2 1/2	21	368	1.97	73.64	125.36	162.97	16.30	NO
SOTANO												
SO	AN	0.00	0	0	21	368	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	SI
S-	2	52.99	63.5	2 1/2	21	368	1.48	55.51	108.49	141.04	14.10	NO
S1	S2	26.83	31.75	1 1/4	21	368	2.72	101.76	128.58	167.16	16.72	NO
S2	S3	55.33	63.5	2 1/2	21	368	2.05	76.67	132.00	171.60	17.16	NO
S3	BO	56.18	76.2	3	21	368	1.42	53.24	109.42	142.24	14.22	NO

Se llevó a cabo una evaluación integral del sistema existente, en la cual se analizó detalladamente la ruta crítica de todos los apartados en cada uno de los pisos. Como parte de este análisis, se evaluó la red de tuberías, identificando su estado actual, capacidad, presión de operación y posibles fallas.



Los resultados de la evaluación revelaron que el sistema presenta fallas debido a una sobrepresión en la red hidráulica. La sobrepresión ocurre cuando la presión del fluido dentro de las tuberías supera los valores recomendados para su correcto funcionamiento, lo que puede generar estrés en los materiales y reducir su vida útil. Además, se detectó la presencia de golpes de ariete, un fenómeno hidráulico que se produce cuando un fluido en movimiento se detiene o cambia abruptamente de dirección, generando ondas de presión que pueden causar daños significativos en la red de tuberías. Estas condiciones están provocando rupturas en la infraestructura hidráulica existente, lo que conlleva fugas, fallas en la red y un incremento en los costos de mantenimiento y reparación.

Para mitigar estos problemas, es crucial implementar medidas correctivas como la instalación de válvulas de alivio y sistemas de regulación de presión, con el objetivo de garantizar un funcionamiento óptimo y prolongar la vida útil del sistema.



Figura 26. Aparatos sanitarios.

7 DIAGNOSTICO RED SANITARIA Y RED PLUVIAL.

Se realiza la revisión del sistema de recolección de aguas residuales, recolección de aguas lluvias, bajantes, colectores, y canales de acuerdo a la configuración arquitectónica del proyecto.

El sistema actual de desagüe de aguas residuales está compuesto por ramales y bajantes de tuberías y accesorios de PVC sanitario, además de un pozo de bombeo de agua residual, el cual descarga hacia el exterior de la edificación en una caja, desde donde sigue su curso hacia las redes publicas.

El sistema actual de desagües de aguas lluvias está compuesto por ramales y bajantes de tubería y accesorios en PVC sanitaria y redes exteriores además de un pozo de bombeo de agua pluvial, el cual descarga hacia el exterior de la edificación en un sumidero, desde donde sigue su curso hacia las redes publicas.



Figura 27. Pozo de bombeo de agua pluvial y agua residual.

La instalacion cuenta con:

- Un equipo de bombeo aguas lluvias conformado por 2 bombas sumergibles de la marca IHM **de 3 HP** con tablero de control y fuerza modelo **MS2-3.0**.
- Un equipo de bombeo aguas negras conformado por 1 bomba sumergible de **0.5 HP**. No contaban con placa informativa visible se presume que están de acuerdo a los planos hidrosanitarios suministrados y con el archivo en formato Excel denominado "FORMATO ECONÓMICO-Arauca (.xls)".



Figura 28. Cajas de inspección de agua pluvial y agua residual.

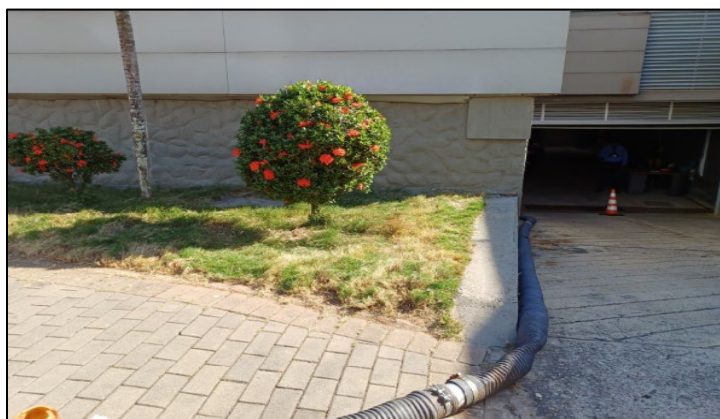


Figura 29. Tubería de impulsión hasta sumidero.

Las redes están instaladas por ductos y cárcamos totalmente inspeccionables y aptos para modificaciones y mantenimiento como se ilustran en las siguientes imágenes:



Figura 30. Redes de aguas residuales en buen estado instaladas por ductos verticales y horizontales.

Según informó el fontanero, quien es la persona encargada del mantenimiento, el sistema de drenaje en la zona de estudio colapsaba con frecuencia. Esto se debe al elevado nivel freático, lo que genera una acumulación excesiva de agua que el sistema de subdrenaje no logra evacuar con eficiencia. Como resultado, el equipo de mantenimiento enfrenta constantes dificultades para manejar la situación, lo que afecta el funcionamiento óptimo de la infraestructura.

Durante la inspección en campo, no fue posible realizar una revisión detallada del equipo de bombeo de aguas negras y pluviales, lo que limita la precisión del diagnóstico sobre su estado operativo y capacidad real. La información disponible se basa únicamente en estimaciones de los posibles caballajes de los equipos, sin datos concretos sobre su rendimiento, caudal, presión de operación o eficiencia energética.

Tabla 6. Resultados de evaluación Red Sanitaria.

PARAMETROS DE DISEÑO			
Temperatura	33		[°]
K _s	PLÁSTICO (PVC)	1.5E-06	[m]
v=	0.000000774		[m2/seg]

TRAMO	Tipo de aparatos	CAUDAL					DIMENSION				VERIFICACIÓN DE PARAMETROS										Caída	COTAS CLAVES		COTAS TERRENO		
		UNIDADES				Q	L	Ø INT	Ø	S	Y/f	ζ	ε	A	R	Qo	Vo	Verificación	Ft	Verificación		Dh	Inicial	Final	Inicial	Final
		Nº aparatos	K	Propias	Acum	L/s	m	m	Plg	%	-	Rad	Rad	m2	m	L/s	m/s	Vo>0.6m/s	kg/m²	Ft>0.15Kg/m²		cm	m	m	m	m
4A-4C	SF	4	0.58	8	8	0.28	3.54	0.05	2	1.0	0.28	2.03	2.23	0.0005	0.0088	0.28	0.53	Verif	0.09	Verif Ft	3.54	11.05	11.01	11.55	11.55	
4B-4C	SF	3	0.71	30	30	0.85	1.80	0.11	4	1.0	0.20	2.23	1.83	0.0013	0.0127	0.85	0.68	Cumple	0.13	Verif Ft	1.80	11.05	11.03	11.55	11.55	
4C-4	CF	7	0.41	38	38	1.20	0.20	0.11	4	1.0	0.23	2.14	2.00	0.0016	0.0147	1.20	0.75	Cumple	0.15	Verif Ft	0.20	11.01	11.01	11.55	11.55	
4-3.	CF	21	0.22	104	104	0.96	3.50	0.11	4	1.0	0.21	2.20	1.89	0.0014	0.0134	0.96	0.71	Cumple	0.13	Verif Ft	3.50	11.01	10.98	11.55	8.05	
TERCER PISO																										
3A-3C	SF	4	0.58	8	8	0.28	3.54	0.05	2	1.0	0.28	2.03	2.23	0.0005	0.0088	0.28	0.53	Verif	0.09	Verif Ft	3.54	7.55	7.51	8.05	8.05	
3B-3C	SF	3	0.71	30	30	0.85	1.80	0.11	4	1.0	0.20	2.23	1.83	0.0013	0.0127	0.85	0.68	Cumple	0.13	Verif Ft	1.80	7.55	7.53	8.05	8.05	
3C-3	CF	7	0.41	38	38	1.20	0.20	0.11	4	1.0	0.23	2.14	2.00	0.0016	0.0147	1.20	0.75	Cumple	0.15	Verif Ft	0.20	7.51	7.51	8.05	8.05	
3-2.	CF	42	0.16	208	208	0.88	3.50	0.11	4	1.0	0.20	2.22	1.84	0.0013	0.0129	0.88	0.69	Cumple	0.13	Verif Ft	3.50	7.51	7.48	8.05	4.55	
SEGUNDO PISO																										
2A-2C	SF	4	0.58	8	8	0.28	3.54	0.05	2	1.0	0.28	2.03	2.23	0.0005	0.0088	0.28	0.53	Verif	0.09	Verif Ft	3.54	4.05	4.01	4.55	4.55	
2B-2C	SF	3	0.71	30	30	0.85	1.80	0.11	4	1.0	0.20	2.23	1.83	0.0013	0.0127	0.85	0.68	Cumple	0.13	Verif Ft	1.80	4.05	4.03	4.55	4.55	
2C-2	CF	7	0.41	38	38	1.20	0.20	0.11	4	1.0	0.23	2.14	2.00	0.0016	0.0147	1.20	0.75	Cumple	0.15	Verif Ft	0.20	4.01	4.01	4.55	4.55	
2-1.	CF	63	0.13	312	312	0.88	3.50	0.11	4	1.0	0.20	2.22	1.85	0.0013	0.0129	0.88	0.69	Cumple	0.13	Verif Ft	3.50	4.01	3.98	4.55	1.05	
PRIMER PISO																										
1D-CAN#1	CF	3	0.71	16	16	1.49	1.38	0.11	4	1.0	0.26	2.08	2.13	0.0019	0.0162	1.49	0.80	Cumple	0.16	Cumple	1.38	0.55	0.54	1.05	0.00	
CAN#1-CAN#2	CF	3	0.71	16	16	1.49	2.88	0.11	4	1.0	0.26	2.08	2.13	0.0019	0.0162	1.49	0.80	Cumple	0.16	Cumple	2.88	0.54	0.51	0.00	0.00	
CAN#2-CAN#3	CF	3	0.71	16	16	1.49	6.86	0.11	4	1.0	0.26	2.08	2.13	0.0019	0.0162	1.49	0.80	Cumple	0.16	Cumple	6.86	0.51	0.44	0.00	0.00	
CAN#3-CAN#4	CF	3	0.71	16	16	1.49	8.99	0.11	4	1.0	0.26	2.08	2.13	0.0019	0.0162	1.49	0.80	Cumple	0.16	Cumple	8.99	0.44	0.35	0.00	0.00	
CAN#4-CAN#5	CF	3	0.71	16	16	1.49	7.02	0.11	4	1.0	0.26	2.08	2.13	0.0019	0.0162	1.49	0.80	Cumple	0.16	Cumple	7.02	0.35	0.28	0.00	0.00	
CAN#5-CAN#6	CF	3	0.71	16	16	1.49	8.97	0.11	4	1.0	0.26	2.08	2.13	0.0019	0.0162	1.49	0.80	Cumple	0.16	Cumple	8.97	0.28	0.19	0.00	0.00	
1C-CAN#6	SF	2	1.00	11	11	0.60	6.65	0.11	4	1.0	0.17	2.30	1.67	0.0010	0.0109	0.60	0.61	Cumple	0.11	Verif Ft	6.65	0.55	0.48	1.05	0.00	
CAN#6-CAN#7	SF	5	0.50	27	27	0.56	2.19	0.11	4	1.0	0.16	2.32	1.64	0.0009	0.0106	0.56	0.60	Verif	0.11	Verif Ft	2.19	0.19	0.17	0.00	0.00	
1A-CAN#7	SF	9	0.35	20	20	0.32	8.16	0.05	2	1.0	0.30	1.98	2.32	0.0006	0.0093	0.32	0.55	Verif	0.09	Verif Ft	8.16	0.55	0.47	1.05	0.00	
1B-1	CF	3	0.71	30	30	1.89	0.63	0.11	4	1.0	0.29	2.00	2.28	0.0022	0.0179	1.89	0.86	Cumple	0.18	Cumple	0.63	0.55	0.54	1.05	1.05	
1-CAN#7	CF	72	0.12	375	375	0.91	4.73	0.11	4	1.0	0.20	2.21	1.86	0.0013	0.0131	0.91	0.69	Cumple	0.13	Verif Ft	4.73	0.54	0.50	1.05	0.00	
SOTANO																										
S1-CAN#8	CF	2	1.00	11	11	1.82	2.48	0.11	4	1.0	0.28	2.02	2.25	0.0021	0.0176	1.82	0.85	Cumple	0.18	Cumple	2.48	-2.55	-2.57	-2.05	-2.05	
CAN#8-CAN#9	CF	2	1.00	11	11	1.82	1.30	0.11	4	1.0	0.28	2.02	2.25	0.0021	0.0176	1.82	0.85	Cumple	0.18	Cumple	1.30	-2.57	-2.59	-2.05	-2.05	
CAN#9-CAN#10	CF	4	0.58	22	22	1.37	2.47	0.11	4	1.0	0.25	2.10	2.08	0.0017	0.0156	1.37	0.78	Cumple	0.16	Cumple	2.47	-2.59	-2.61	-2.05	-2.05	
CAN#10-TE	CF	4	0.58	22	22	1.37	2.78	0.11	4	1.0	0.25	2.10	2.08	0.0017	0.0156	1.37	0.78	Cumple	0.16	Cumple	2.78	-2.61	-2.64	-2.05	-2.05	

NOTA: Lo resaltado en color rojo es para enfatizar los parámetros que no cumplen en la red sanitaria.



Tabla 7. Resultados de evaluación Red Pluvial.

PARAMETROS DE DISEÑO			
Temperatura	33		[°]
Ks	PLÁSTICO (PVC)	1.5E-06	[m]
v=	0.000000774		[m2/seg]

TRAMO	ÁREA		Q	DIMENSIÓN		Pendiente	S	TRAMO	Y/f	d	e	A	R	Qo	Vo	Verificacion	Ft	Verificacion	T	D	Verificacion	Caida	COTAS CLAVES		COTAS TERRENO	
	Propia	Acumulada		L	Ø				-	Rad	Rad	m2	m	L/s	m/s	Vo>0.6m/s	kg/m²	Ft>0.15Kg/m	m	m	Froude	Dh	Inicial	Final	Inicial	Final
A-B	46.89	46.89	1.733	4.02	3	1.0		A-B	0.45	1.662	2.959	0.002	0.0179	1.732	0.86	Cumple	0.18	Cumple	0.0759	0.027	1.684	4.0	14.55	14.51	15.05	15.05
C-D	82.18	82.18	3.036	11.56	3	1.0		C-D	0.64	1.285	3.713	0.0031	0.0218	3.036	0.98	Cumple	0.22	Cumple	0.0731	0.042	1.528	11.6	14.55	14.43	15.05	15.05
D-E	82.18	164.35	6.072	3.44	4	1.0		D-E	0.61	1.35	3.583	0.0052	0.0284	6.071	1.17	Cumple	0.28	Cumple	0.0991	0.052	1.640	3.4	14.43	14.40	15.05	15.05
F-H	82.18	82.18	3.036	7.49	3	1.0		F-H	0.64	1.285	3.713	0.0031	0.0218	3.036	0.98	Cumple	0.22	Cumple	0.0731	0.042	1.528	7.5	14.55	14.48	15.05	15.05
G-H	82.18	82.18	3.036	4.45	3	1.0		G-H	0.64	1.285	3.713	0.0031	0.0218	3.036	0.98	Cumple	0.22	Cumple	0.0731	0.042	1.528	4.5	14.55	14.51	15.05	15.05
H-J	0.00	164.35	6.072	4.69	3	1.0		H-J	0.94	0.504	5.276	0.0044	0.0221	4.407	0.99	Cumple	0.22	Cumple	0.0368	0.121	0.911	4.7	14.48	14.43	15.05	15.05
I-J	82.18	82.18	3.036	4.63	3	1.0		I-J	0.64	1.285	3.713	0.0031	0.0218	3.036	0.98	Cumple	0.22	Cumple	0.0731	0.042	1.528	4.6	14.55	14.50	15.05	15.05
J-L	0.00	246.53	9.108	0.54	3	1.0		J-L	0.94	0.504	5.276	0.0044	0.0221	4.407	0.99	Cumple	0.22	Cumple	0.0368	0.121	0.911	0.5	14.43	14.42	15.05	15.05
K-L	82.18	82.18	3.036	6.34	3	1.0		K-L	0.64	1.285	3.713	0.0031	0.0218	3.036	0.98	Cumple	0.22	Cumple	0.0731	0.042	1.528	6.3	14.55	14.49	15.05	15.05
M-O	40.17	40.17	1.484	8.30	4	1.0		M-O	0.28	2.031	2.221	0.0018	0.0163	1.484	0.81	Cumple	0.16	Cumple	0.091	0.02	1.813	8.3	7.55	7.47	8.05	8.05
N-O	40.17	40.17	1.484	1.20	4	1.0		N-O	0.28	2.031	2.221	0.0018	0.0163	1.484	0.81	Cumple	0.16	Cumple	0.091	0.02	1.813	1.2	7.55	7.54	8.05	8.05
O-Q	0.00	80.34	2.968	4.36	4	1.0		O-Q	0.40	1.773	2.738	0.003	0.0218	2.969	0.98	Cumple	0.22	Cumple	0.0995	0.03	1.797	4.4	7.47	7.42	8.05	8.05
P-Q	40.17	40.17	1.484	0.71	4	1.0		P-Q	0.28	2.031	2.221	0.0018	0.0163	1.484	0.81	Cumple	0.16	Cumple	0.091	0.02	1.813	0.7	7.55	7.54	8.05	8.05
Q-R	0.00	120.50	4.452	10.09	4	1.0		Q-R	0.50	1.566	3.152	0.0041	0.0255	4.452	1.09	Cumple	0.25	Cumple	0.1016	0.04	1.738	10.1	7.42	7.32	8.05	8.05
S-U	40.17	40.17	1.484	1.43	2	1.0		S-U	0.92	0.588	5.108	0.0019	0.015	1.484	0.76	Cumple	0.15	Verif Ft	0.0282	0.069	0.926	1.4	7.55	7.54	8.05	8.05
T-U	40.17	40.17	1.484	1.05	2	1.0		T-U	0.92	0.588	5.108	0.0019	0.015	1.484	0.76	Cumple	0.15	Verif Ft	0.0282	0.069	0.926	1.1	7.55	7.54	8.05	8.05
U-W	0.00	80.34	2.968	1.60	2	1.0		U-W	0.94	0.48	5.322	0.002	0.0147	1.487	0.75	Cumple	0.15	Verif Ft	0.0235	0.084	0.825	1.6	7.54	7.52	8.05	8.05
V-W	40.17	40.17	1.484	1.07	2	1.0		V-W	0.92	0.588	5.108	0.0019	0.015	1.484	0.76	Cumple	0.15	Verif Ft	0.0282	0.069	0.926	1.1	7.55	7.54	8.05	8.05
W-X	0.00	120.50	4.452	2.46	3	1.0		W-X	0.94	0.504	5.274	0.0044	0.0221	4.407	0.99	Cumple	0.22	Cumple	0.0368	0.121	0.912	2.5	7.52	7.50	8.05	8.05
Y-AA	48.41	48.41	1.789	9.27	4	1.0		Y-AA	0.31	1.97	2.344	0.0021	0.0176	1.789	0.85	Cumple	0.18	Cumple	0.0936	0.022	1.816	9.3	7.55	7.46	8.05	8.05
Z-AA	48.41	48.41	1.789	1.24	4	1.0		Z-AA	0.31	1.97	2.344	0.0021	0.0176	1.789	0.85	Cumple	0.18	Cumple	0.0936	0.022	1.816	1.2	7.55	7.54	8.05	8.05
AA-AB	0.00	96.83	3.577	9.98	4	1.0		AA-AB	0.44	1.685	2.914	0.0035	0.0234	3.578	1.03	Cumple	0.23	Cumple	0.1009	0.034	1.777	10.0	7.46	7.36	8.05	8.05
AC-VIA	46.89	46.89	1.733	15.47	4	1.0		AC-VIA	0.30	1.981	2.322	0.0021	0.0174	1.733	0.84	Cumple	0.17	Cumple	0.0932	0.022	1.816	15.5	0.55	0.40	1.05	1.05
AD-AF	12.78	12.78	0.472	2.90	3	1.0		AD-AF	0.23	2.139	2.004	0.0008	0.0104	0.472	0.59	Verif Ft	0.10	Verif Ft	0.0642	0.012	1.701	2.9	0.55	0.52	1.05	1.05
AE-AF	12.78	12.78	0.472	0.56	3	1.0		AE-AF	0.23	2.139	2.004	0.0008	0.0104	0.472	0.59	Verif Ft	0.10	Verif Ft	0.0642	0.012	1.701	0.6	0.55	0.54	1.05	1.05
AF-VIA	0.00	25.57	0.945	6.96	3	1.0		AF-VIA	0.33	1.923	2.437	0.0013	0.014	0.944	0.73	Cumple	0.14	Verif Ft	0.0715	0.018	1.723	7.0	0.52	0.45	1.05	1.05
AG-AI	30.24	30.24	1.117	10.82	3	1.0		AG-AI	0.36	1.86	2.564	0.0015	0.015	1.117	0.76	Cumple	0.15	Verif Ft	0.073	0.02	1.719	10.8	0.55	0.44	1.05	1.05
AH-AI	30.24	30.24	1.117	1.17	3	1.0		AH-AI	0.36	1.86	2.564	0.0015	0.015	1.117	0.76	Cumple	0.15	Verif Ft	0.073	0.02	1.719	1.2	0.55	0.54	1.05	1.05
AI-VIA	0.00	60.47	2.234	26.52	4	1.0		AI-VIA	0.34	1.89	2.504	0.0025	0.0194	2.234	0.91	Cumple	0.19	Cumple	0.0965	0.026	1.813	26.5	0.44	0.18	1.05	1.05

NOTA: Lo resaltado en color rojo es para enfatizar los parámetros que no cumplen en la red Pluvial.



8 DIAGNOSTICO SISTEMA CONTRAINCENDIOS.

Se realiza la revisión del sistema contra incendios, de acuerdo a la configuración arquitectónica del proyecto.

La red general se compone de tuberías, accesorios, soportes y válvulas de corte que son ubicados estratégicamente para permitir sectorizar y para que el sistema esté presto para mantenimiento o reparaciones sin afectar las demás instalaciones.

La instalacion cuenta con un equipo de bombeo conformado por 2 bombas una principal de **8HP** y Jockey de la marca **Pedrollo** modelo **PQM100** de de **1.5 HP** y cuenta con un tanque hidroneumatico de la marca **Evans**



Figura 31. Equipo de bombeo sistema contra incendios.

La bomba principal y el tanque hidroneumático no contaban con placa informativa se presume que están de acuerdo a los planos hidrosanitarios suministrados y con el archivo en formato Excel denominado "FORMATO ECONÓMICO-Arauca (.xls)".

Tabla 8. Sistema de bombeo de Sistema Contra Incendios Existente.

CALCULO RED HIDRAULICA SISTEMA CONTRA INCENDIOS					
DISEÑO DEL EQUIPO BOMBA - INCENDIOS					
Calculo NPSH					
ADT = Impulsión + Succión			ADT =	60.00	m.c.a.
				196.85	pies
POTENCIA DE LA BOMBA PRINCIPAL					
$P_{HP} = \frac{\gamma * ADT * Q}{76 * e} =$	e=	0.55	-	P _{HP} =	13.12 H.P.
	Q=	9.14	L/s	P _{COMERCIAL} =	8.00 H.P.
		548.4	L/Min		
		144.9	GPM		
Cadual 150%	Q=	13.71	L/s	ADT _{65%} =	39.00 m.c.a
		822.6	Lmin	ADT _{150%} =	24.39 m.c.a
		217.33092	Gpm	ADT _{150%} >ADT65% =	NO CUMPLE
NOTA = La instalacion cuenta con un equipo de bombeo de 8HP					
Tamaño de la succión	6"	Velocidad = 1750 rpm	NPSH requerido por la bomba =		3.66 m
Tamaño de la descarga	6"	Comportamiento =			
POTENCIA DE LA BOMBA JOCKEY					
Caudal	e=	0.40	-	HDT	70.00 m.c.a
	Q=	0.27	L/s		229.66 pies
		16.45	L/Min	P _{HP} =	0.63 H.P.
		4.3466184	GPM	P _{COMERCIAL} =	1.50 H.P.
			NPSH requerido por la bomba =	1.07	m
NOTA= La instalacion cuenta con un equipo auxiliar "jockey" para mantener la presion de la red contra incendio de 1.5 HP.					
		Velocidad =	3500 rpm		
		Comportamiento =	Bomba Regenerativa		

El equipo de bombeo del sistema contra incendios es insuficiente para garantizar un suministro adecuado de agua en caso de emergencia. Esta deficiencia puede comprometer la efectividad del sistema, afectando la capacidad de respuesta ante un incendio y poniendo en riesgo la seguridad de las instalaciones y del personal.

Actualmente el edificio cuenta con Gabinetes clase I.



Figura 32. Gabinetes clase I, en cada piso.

Según la inspección visual realizada a lo largo del recorrido, se identifican cinco gabinetes de clase I, numerados del 1 al 6, con la ausencia del número 3. Además, la cantidad actual de los gabinetes no coincide con los planos hidrosanitarios suministrados ni con el archivo en formato Excel denominado "FORMATO ECONÓMICO-Arauca (.xls)".

Los gabinetes están compuestos por:

- Caja gabinete de 77 X 77 X 22 de sobreponer o empotrar.
- Válvula angular 1 1/2' Certificada.
- Manguera 1 1/2' X 30 MTS certificada.
- Soporte canastilla para manguera.
- Boquilla 1 1/2' Policarbonato chorro niebla certificada.
- Hacha de 4.5 LB.
- Llave spanner doble servicio zincada 1 1/2' x 2 1/2'. B 22 cm 24 cm 24 cm.
- Extintor ABC multipropósito 10Lbs.



Figura 33. Siamesa.

El edificio es clasificado según NSR-10, proyecto se encuentra dentro del grupo de ocupación Institucional (I), en el subgrupo de ocupación institucional de servicio público I-5, se encuentra en el título K del reglamento, en el numeral K.2.6.

Para conocer las dotaciones de instalaciones de protección contra incendio con las que debe contar el proyecto para la extinción de incendios nos remitimos al título J del mismo reglamento, exactamente en J.4.3.4., en donde indica especialmente lo relacionado con el edificio, de la siguiente forma:

“J.4.3.4.1 – Rociadores Automáticos. Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación I (Institucional) debe estar protegida por un sistema, aprobado y eléctricamente supervisado, de rociadores automáticos de acuerdo con la última versión del Código para suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificios, NTC 2301 y como referencia la Norma para Instalación de Sistemas de Rociadores, NFPA 13, así:

En edificios clasificados en los subgrupos de ocupación de seguridad y servicio públicos (I-4 e I-5), de acuerdo con su uso; por ejemplo, edificios para oficinas se protegerán con las condiciones listadas para el grupo de ocupación comercial de servicios (C-1) y las áreas para asambleas con las condiciones del grupo de ocupación de lugares de reunión (L), etc.

J.4.3.4.2 – Tomas fijas de agua para bomberos. Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación institucional debe estar protegida por un sistema de tomas fijas para bomberos y mangueras para extinción de incendios diseñados de acuerdo a la última versión del Código para suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificaciones, NTC 1669, y como referencia el Código para instalación de Sistemas de Tuberías Verticales y Mangueras, NFPA 14, así:

- (a) En edificios de más de tres pisos o 9 m de altura, lo que sea mayor, sobre el nivel de la calle.
- (b) En edificios con un piso bajo nivel de la calle.
- (c) En edificios donde, en uno de sus pisos, la distancia a cualquier punto desde el acceso más cercano para el Cuerpo de Bomberos es mayor de 30 m.
- (d) Cuando el edificio esté protegido con un sistema de rociadores, las tomas fijas para bomberos se diseñarán teniendo en cuenta lo recomendado por la última versión del Código para suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificios, NTC 2301 y como referencia la Norma para Instalación de Sistemas de Rociadores NFPA 13.

J.4.3.4.3 –Extintores de fuego portátiles. Toda edificación clasificada en el subgrupo de ocupación I, debe estar protegido por un sistema de extintores portátiles de fuego, diseñados de acuerdo con la última versión de la norma Extintores de fuego portátiles, NTC 2885 y como referencia la Norma de Extintores de fuego Portátiles, NFPA 10.”

Dado que se conocen los requerimientos mínimos, es claro que el edificio debe ser protegido en su totalidad por rociadores automáticos. De igual forma, la edificación debe tener conexiones de manguera y tomas fijas de agua para bomberos, y finalmente extintores portátiles. El sistema debe ser húmedos automáticos en base agua. Si hay lugares que requieran sistemas especiales de extinción de incendios, se debe hacer su respectivo diseño.

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La sobrepresión y el golpe de ariete están afectando la red hidráulica, ocasionando fallas recurrentes y aumentando los costos operativos. Para mitigar estos problemas, se recomienda instalar válvulas de alivio y reguladores de flujo, además de realizar una optimización de las redes hidráulicas para que su funcionamiento sea eficiente.
- Se recomienda la estación de una tubería de rebose, con la finalidad de que al presentarse unas fallas en el equipo de control de nivel se garantice la evacuación el agua almacenada que supere el nivel de instalación del flotador.
- Se recomienda realizar un mantenimiento rutinario al tanque y realizar una limpieza periódica del mismo por lo menos 1 vez cada 6 meses.
- El tanque puede ser alimentado por otra fuente en caso de emergencias.
- El cuarto o estación de bombas debe contar con buena ventilación, para garantizar la durabilidad y eficiencia de los equipos.
- Para la red sanitaria y pluvial se identificaron tramos de colectores contruidos en tubería PVC que no cumplen con los parámetros mínimos establecidos en la NTC 1500 y la Resolución 0330 del 8 de junio de 2017. Para corregir esta situación, se debe realizar un ajuste en el diseño, estableciendo pendientes entre el 1% y el 2%. Con estas modificaciones, se deben verificar que los tramos cumplan con los parámetros de velocidad y esfuerzo cortante requeridos.
- La falta de una evaluación detallada impide determinar si el sistema de bombeo cumple con los requerimientos hidráulicos adecuados para el manejo eficiente de aguas negras y pluviales.
- El equipo de bombeo en el sistema contra incendios es insuficiente representando un riesgo significativo, ya que afecta la capacidad de

respuesta ante una emergencia comprometiendo la seguridad de las instalaciones y del personal.

10 BIBLIOGRAFÍA

- NTC 1500: Código Colombiano de Fontanería.
- Ministerio de vivienda, ciudad y territorio Resolución 0330 de 2017.
- Ministerio de vivienda, ciudad y territorio Resolución 0799 de 2021.
- NSR-10: Reglamento Colombiano de Normas Sismo Resistentes. Títulos J y K.
- NTC 1669: Norma técnica colombiana sobre sistemas de protección contra incendio.
- NFPA (National Fire Protection Association), y en particular las siguientes:
 - ✓ NFPA 10 Portable Fire Extinguishers.
 - ✓ NFPA 13 Sistemas de Rociadores Sprinklers.
 - ✓ NFPA 14 Installation of Standpipe and Hose Systems
 - ✓ NFPA 20 Centrifugal Fire Pumps



EDGAR VILLEGAS PALLARES

Ingeniero Civil

Especialista en Agua y Saneamiento Ambiental

M.P. No 54202136467 NTS