

**MEMORIA DE CÁLCULO HIDROSANITARIO "TECNO ACADEMIA"
MUNICIPIO DE SOGAMOSO – BOYACA**



OBJETO DEL CONTRATO:
CONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA REQUERIDA PARA EL
FUNCIONAMIENTO DE LA TECNO ACADEMIA EN
EL MUNICIPIO DE SOGAMOSO

CONTRATANTE:



ALCALDIA MUNICIPAL DE SOGAMOSO
NIT: 891.855.130-1

DISEÑADOR HIDRAULICO:

Firma manuscrita de Daniel Camilo Rivera Echenique, Ingeniero Civil. La firma es fluida y se extiende sobre una línea horizontal.

DANIEL CAMILO RIVERA ECHENIQUE
INGENIERO CIVIL
M.P 041037-0505403 BYC

SOGAMOSO - BOYACÁ
DICIEMBRE DE 2025

TABLA DE CONTENIDO

2. INFORMACION GENERAL	5
2.1. Generalidades.....	5
2.2. Localización	5
2.4. Datos técnicos.....	8
3. DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.....	9
3.1. Definición del sistema de abasto.....	9
3.2. Cálculo de la población.	9
2.2.1 Dotación Neta Mínima.	9
3.3. Dimensionamiento del Tanque.....	12
3.4. Cálculo del macromedidor.....	13
4. DISEÑO DE LA RUTA CRÍTICA.....	14
4.1. Cálculo de la succión.	25
4.1.1. Cálculo de la NPSH.....	26
4.1.2. Potencia de las Bombas.	27
4.1.3. Calculo Equipo Hidroacumulador.	28
5. ALCANTARILLADO COMBINADO.....	31
5.1. Dimensionamiento tubería aguas residuales.	31
5.2. Estimación de caudal de aguas lluvias.....	33
5.3. Colector de aguas residuales.....	37
6. DIMENSIONAMIENTO DE LAS TUBERÍAS DE VENTILACIÓN.....	39
7. BIBLIOGRAFIA.....	40

LISTA DE FIGURAS

Figura N°1. Esquema sistema de Abastecimiento.	9
Figura N° 2. Catálogo de bombas de 5Hp.....	28
Figura N°3. Curvas IDF de la estación Belencito 2 (Nobsa).....	34
Figura N°4. Identificación de zonas aferentes en cubiertas	36

LISTA DE TABLAS

Tabla N°1. Consumos para uso escolar	10
Tabla N°2. Consumos mínimos en comercios.....	10
Tabla N°3. Cálculo de volumen de servicio.....	11
Tabla N°4. Cálculo de la Acometida.....	12
Tabla N° 5. Cálculo del Macromedidor.....	13
Tabla N° 6. Coeficiente de simultaneidad.	14
Tabla N° 7. Caudales y presiones mínimas de operación.....	14
Tabla N°8. Unidades de consumo para aparato sanitario.....	15
Tabla N°9. Unidades de consumo totales “Tecno Academia”.	15
Tabla N°10. Ruta Critica Tramo N°1-2.	16
Tabla N°11. Ruta Critica Tramo N°2-3.	17
Tabla N°12. Ruta Critica Tramo N°3-4.	18
Tabla N°13. Ruta Critica Tramo N°4-5.	19
Tabla N°14. Ruta Critica Tramo N°5-6.	20
Tabla N°15. Ruta Critica Tramo N°6-7.	21
Tabla N°16. Ruta Critica Tramo N°7-8.	22
Tabla N°17. Ruta Critica Tramo N°8-9.	23
Tabla N°18. Ruta Critica Tramo N°9-10.	24
Tabla N° 19. Cálculo de la NPSH.....	26
Tabla N° 20. Factor Multiplicador.	29
Tabla N° 21. Numero de Ciclos y tiempo en función de la Potencia.	29
Tabla N°22. Unidades de Descarga Aparatos Sanitarios.....	31
Tabla N°23. Unidades de Descarga Red de aguas negras.....	32
Tabla N° 24. Periodos de retorno.	35
Tabla N° 25. Caudales de las cubiertas y terrazas.....	36
Tabla N°26. Calculo Caudales de Diseño Colector Combinado.....	37
Tabla N°27. Calculo Relaciones Hidráulicas Colector de Aguas Combinado.	38
Tabla N°28. Calculo Cotas Alcantarillado Combinado.	38
Tabla N°29. Distancia entre Sello Hidráulico y Ventilación	39

1. INTRODUCCIÓN.

La realización de diseños de las instalaciones hidráulicas interiores para suministro y desagües de agua se desarrolla con materiales y criterios distintos, dada la gran diversidad de entidades que participan en la prestación de este servicio público e ingenieros diseñadores, en Colombia se tiene como referencia el código de fontanería y demás literatura consultada.

A fin de que tanto la calidad de los materiales empleados como sus dimensiones y disposición en las redes interiores de suministro de agua sean correctas y eficaces, es conveniente establecer unas normas básicas de ámbito nacional. De este modo se obtendrán las condiciones necesarias para poder incorporar los perfeccionamientos tecnológicos que aseguren la calidad y regularidad del servicio y obtener las ventajas derivadas de unas fabricaciones con un mercado de mayor dimensión.

Reunidos los informes pertinentes, y previo el estudio, se ha considerado oportuno generar la adopción e implementación de metodologías de cálculo para el diseño de las redes internas de suministro y desagües, por las ventajas señaladas y porque habrán de contribuir a perfeccionar las condiciones generales de los suministros de agua, tanto desde el punto de vista de calidad y regularidad como por la mayor eficacia en el empleo de los aparatos para el consumo, presiones requeridas, funcionalidad y una buena operación del sistema sin dejar a un lado la factibilidad, el precio y la confiabilidad del sistema propuesto.

2. INFORMACION GENERAL

2.1. Generalidades.

Sogamoso es un municipio colombiano situado en el centro-oriente del departamento de Boyacá en la región del Alto Chicamocha. Es la capital de la Provincia de Sugamuxi, se encuentra a 228,5 km al noreste de Bogotá, la capital del país, y a 75,8 km de Tunja, la capital del departamento. Posee una altitud de 2.569 m, tiene temperaturas promedio de 17 °C. La base económica de la ciudad es el comercio interregional entre los Llanos Orientales y el centro del país; la industria siderúrgica y de materiales de construcción; y la explotación de calizas, carbón y mármol. Es uno de los municipios con mayor calidad de vida en Colombia y es categorizado por el DNP como un municipio con un entorno de desarrollo robusto. Se le conoce como la Ciudad del Sol y del Acero.

2.2. Localización

El sitio del proyecto se encuentra en la provincia de Sugamuxi en el departamento de Boyacá dentro del casco urbano del Municipio de Sogamoso, en la Calle 50 N°10A-331, (Actualmente institución educativa Gustavo Jiménez Sede Juan José Rondón). Los siguientes esquemas muestran la localización aproximada del proyecto.

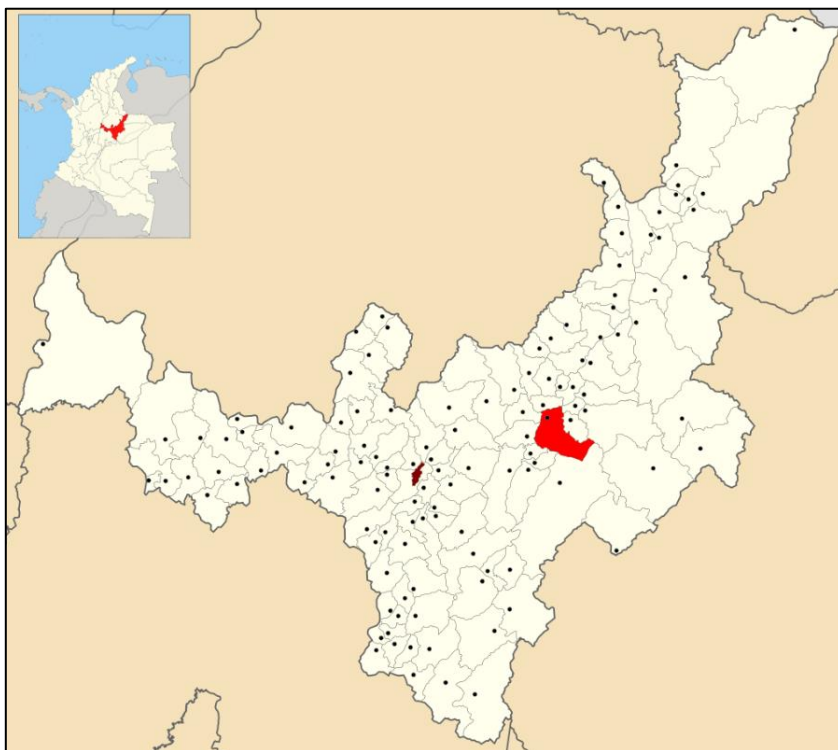


Figura N°1. Localización del Municipio.
Fuente. <https://es.wikipedia.org/wiki/Sogamoso>



Figura N°2. Localización del proyecto
Fuente. Google Earth

2.3. Presentación arquitectónica

El proyecto para la construcción de la nueva sede de la “Tecno Academia” del municipio del Sogamoso - Boyacá, es un edificio de tipo institucional de tres (3) plantas, con un área aproximada de 2000.0m², el cual cuenta con los siguientes servicios:

- Zonas de atención a ciudadanos
- Ambiente de electrónica y comunicaciones
- Ambiente de Ingeniería y Diseños
- Zona de Coworking
- Ambiente Polivalente múltiple
- Ambiente Integral Steam
- Ambiente de Nanotecnologías
- Sala de Grabaciones
- Ambiente de Tecnologías Virtuales
- Cafetería
- Cocina

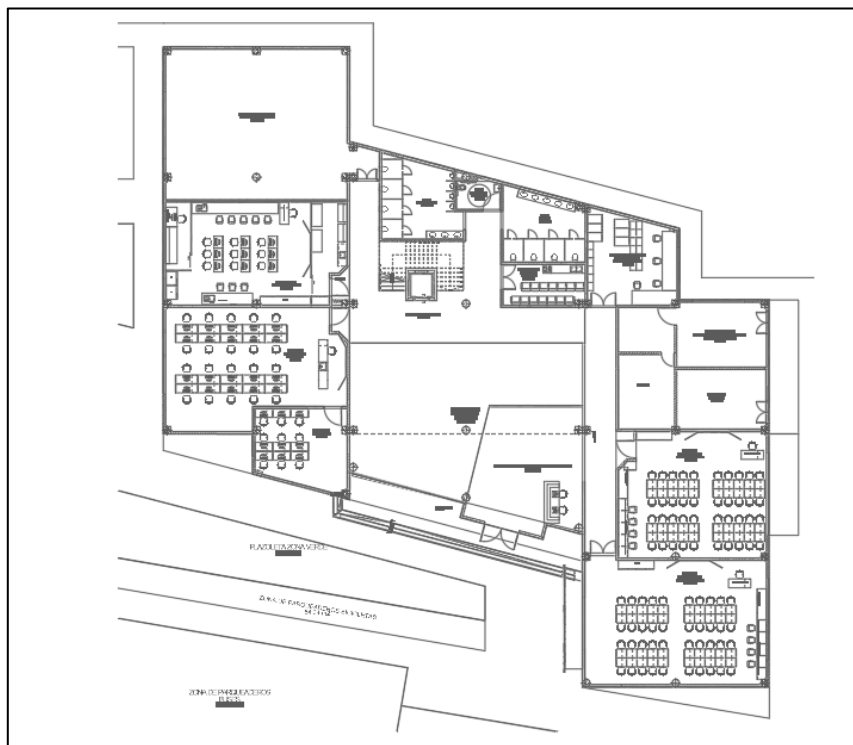


Figura N°3. Plantas Arquitectónicas del proyecto Nivel 1.
Fuente. Elaboración Propia.

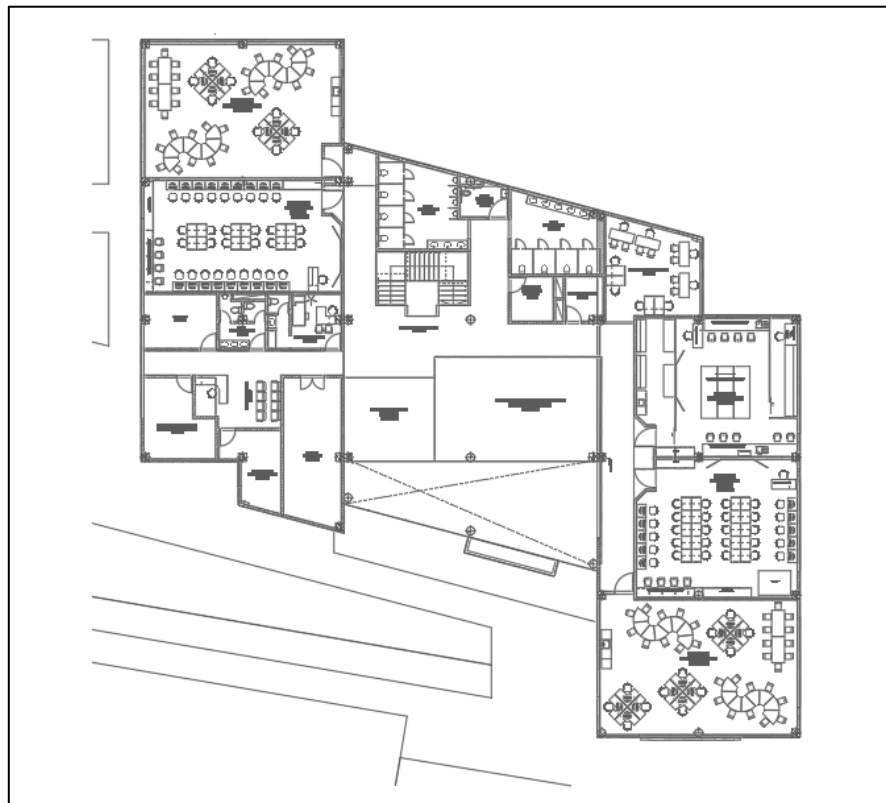


Figura N°4. Plantas Arquitectónicas del proyecto Nivel 2.
Fuente. Elaboración Propia.

2.4. Datos técnicos.

- La ubicación del proyecto cuenta con la disponibilidad del servicio de acueducto y alcantarillado combinado.
- Diámetro de la tubería de acueducto 3".
- El material que presenta la red de acueducto es PAD.
- La presión disponible para el proyecto es de 15 m.c.a.
- La ubicación de la tubería de acueducto se encuentra sobre el margen oriental de la vía.
- Existe solo una red de alcantarillado el cual es "Combinado"
- Diámetro de la tubería de alcantarillado es de 12".
- El material que presenta la red de Alcantarillado combinado es Novafort.

3. DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.

3.1. Definición del sistema de abasto.

El suministro de agua potable para el proyecto “Tecno Academia”, se realizará por medio de un tanque subterráneo en la parte posterior del proyecto, cerca al parqueadero de la ambulancia, debido a que la presión que posee la red nos es suficiente para la red de distribución y la red contra incendios. También será necesario la implementación de un tanque hidroacumulador (Hidroflo) para garantizar la presión en toda la construcción, como se puede apreciar en la siguiente figura.

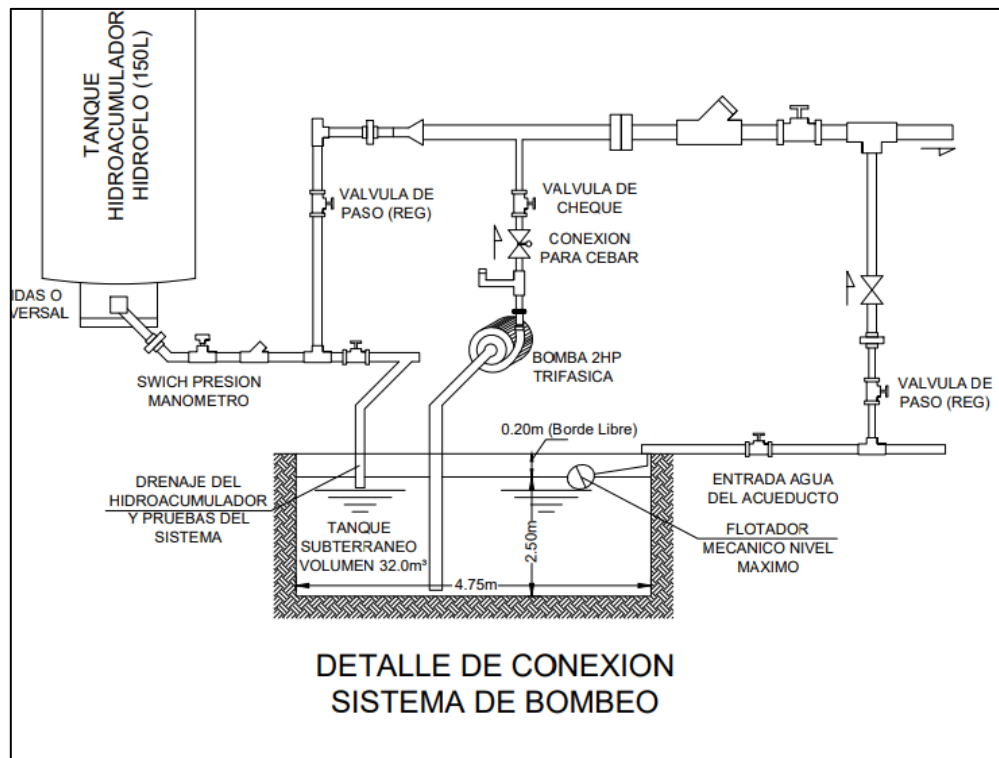


Figura N°1. Esquema sistema de Abastecimiento.
Fuente. El autor.

3.2. Cálculo de la población.

2.2.1 Dotación Neta Mínima.

La dotación mínima neta es el volumen necesario para satisfacer las necesidades de un habitante sin tener en cuenta las pérdidas que se presentan en el sistema de acueducto. Según el artículo 43 de la resolución 0330 de 2017 se establece la dotación máxima para

un habitante en función de la altura sobre el nivel del mar de la zona donde este se encuentre, pero debido a que este es un proyecto de tipo institucional (Academia), nos remitiremos a las consideraciones presentadas en el título B del RAS 2000.

Debido al número de servicios que se presentan dentro de este proyecto, las dotaciones a considerar son escolares y comercios, como se puede apreciar en las siguientes tablas.

Tipo de instalación	Consumo de agua
Educación elemental	20 L/alumno/jornada
Educación media y superior	25 L/alumno/jornada

Tabla N°1. Consumos para uso escolar

Fuente. Tabla B.2.8 Ras 2000.

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

Tabla N°2. Consumos mínimos en comercios

Fuente. Tabla B.2.4 RAS 2000.

En relación a estos valores se procede a realizar la asignación de dotaciones en función del uso de cada uno de los espacios:

CALCULO DE ROCIADORES SEGÚN ESPACIO "PROYECTO TECNO ACADEMIA"						
N°	ESPACIO A EVALUAR	AREA (m2)	N° Alumnos	CONSUMO DE AGUA (L/Alumno/Jornada)	N° JORNADAS	DOTACION NETA
1	AULA POLIVALENTE - MULTIFUNCIONAL PRIMER PISO	128.0	25.0	25.00	2.00	1250
2	AMBIENTE NANOTECNOLOGIA PRIMER PISO	81.8	25.0	25.00	2.00	1250
3	AMBIENTE TECNOLOGIAS VIRTUALES PRIMER PISO	88.7	25.0	25.00	2.00	1250
4	CUARTO DE GRABACION PRIMER PISO	31.7	4.0	20.00	2.00	1266
5	CUARTO DE SISTEMAS Y RACK PRIMER PISO	35.3	4.0	25.00	2.00	200
6	AMBIENTE ELECTRONICO Y DE COMUNICACIONES 1 PRIMER PISO	81.8	25.0	25.00	2.00	1250
7	AMBIENTE ELECTRONICO Y DE COMUNICACIONES 2 PRIMER PISO	102.5	25.0	25.00	2.00	1250

8	AMBIENTE INTEGRAL STEAM 1 SEGUNDO PISO	96.7	25.0	25.00	2.00	1250
9	AMBIENTE INGENIERIA Y DISEÑO 1 SEGUNDO PISO	80.8	25.0	20.00	2.00	3233.6
10	OFICINA DINAMIZADORA SEGUNDO PISO	22.4	4.0	25.00	2.00	200
11	OFICINA ORIENTADOR SEGUNDO PISO	14.3	4.0	25.00	2.00	200
12	SALA DE REUNIONES SEGUNDO PISO	31.9	6.0	25.00	2.00	300
13	ZONA DE CAFETERIA SEGUNDO PISO	29.0	20.0	25.00	2.00	1000
14	ZONA DE SERVICIO DE COMEDOR SEGUNDO PISO	66.1	20.0	25.00	2.00	1000
15	OFICINA DE FACILITADORES SEGUNDO PISO	32.7	25.0	25.00	2.00	1250
16	AMBIENTE DE BIOTECNOLOGIA SEGUNDO PISO	82.7	25.0	25.00	2.00	1250
17	AMBIENTE INTEGRAL STEAM 2 SEGUNDO PISO	82.3	25.0	25.00	2.00	1250
18	AMBIENTE INGENIERIA Y DISEÑO 2 SEGUNDO PISO	102.1	25.0	6.00	2.00	1225.2
DOTACION NETA DEL PROYECTO						19874.8

Tabla N°3. Cálculo de volumen de servicio.
Fuente. Elaboración propia.

Según la tabla anterior se determinó que la dotación total para el proyecto es de 19875 L/Día, y debido a que el municipio tiene servicio de acueducto las 24 horas (1 día), se establece que el volumen de diseño será igual a:

$$\text{Vol (m3)} = (19875\text{L/día}) * (1\text{dia}) * (1\text{m}^3/1000\text{Lt})$$

$$\text{Vol (m3)} = 19.87\text{m}^3$$

VOLUMEN DE ABASTECIMIENTO= 20.00m³.

NOTA: Se deja un tanque de almacenamiento con un valor por encima del calculado, como reserva ante cualquier eventualidad que pueda surgir en algún evento que sobrepase la población de diseño.

3.3. Dimensionamiento del Tanque.

Para el dimensionamiento del tanque es necesario tener en cuenta que el proyecto cuenta con un volumen de servicio de abastecimiento de 20.00m³ y un volumen de servicio para la red contra incendios de 23.00m³, para un volumen total de 43.00m³.

Para el caso del proyecto se dispondrá de tanque subterráneo con las siguientes dimensiones:

Altura Libre= 2.30m (a esta altura se le debe sumar 20cm de Borde Libre), para una altura total de 2.50m

Longitud= 5.00m

Ancho= 3.80m

Para el cálculo de la acometida se tiene en cuenta que depende del volumen del tanque subterráneo, el tiempo de llenado del tanque depende del tiempo de suministro del agua, que se recomienda entre 1 a 12 horas diarias, tomando para el caso de este diseño un tiempo de llenado igual a 8 horas o 28800 segundos.

Para este cálculo tomaremos el volumen total de almacenamiento, correspondiente a **43000 L** del total de la capacidad del tanque de almacenamiento.

Caudal =Volumen / Tiempo

$$Q = \frac{Vol}{t}$$

$$Q = \frac{43000 L}{28.800s} = 1.49 L/s$$

En la Tabla N°5 se muestra el diseño de la acometida domiciliaria tomando como referencia la metodología de Rafael Pérez Carmona, Diseño de Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas Para Edificaciones. Tabla 3.3.

CALCULO DE ACOMETIDA					
Caudal diseño (l/s)	Diámetro (pulg)	Velocidad (m/s)	Perdidas (m/m)	Material	Coeficiente
1.48	1"	2.93	0.258	PVC	150

Tabla N°4. Cálculo de la Acometida.
Fuente. El autor.

3.4. Cálculo del macromedidor.

En la siguiente tabla se muestra el diseño del Macromedidor para el proyecto “Tecno Academia”, tomando como referencia la metodología de Rafael Pérez Carmona, Diseño de Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas Para Edificaciones. Tabla 3.36.

CALCULO DEL MACROMEDIDOR				
Caudal diseño (l/s)	Diámetro (pul)	Caudal nominal (l/s)	Perdidas (m)	Eficiencia (%)
1.48	1"	1.60	0.258	75

Tabla N° 5. Cálculo del Macromedidor.
Fuente: El autor

Se instalará un **macromedidor de 1"**.

4. DISEÑO DE LA RUTA CRÍTICA.

El cálculo de la ruta crítica para el proyecto “Tecno Academia” se realizó teniendo en cuenta la metodología de Rafael Pérez Carmona, “Diseño de Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas Para Edificaciones”

El diseño se determinó teniendo presente el aparato crítico, que para el caso de este proyecto es el sanitario de fluxómetro ubicado dentro del baño de damas del tercer piso. Para el diseño de dicha ruta se tuvo en cuenta los aparatos conectados a cada uno de los tramos.

S	K ₁	S	K ₁	S	K ₁
1	1,00	9	0,35	17	0,25
2	1,00	10	0,33	18	0,24
3	0,71	11	0,32	19	0,24
4	0,58	12	0,30	20	0,23
5	0,50	13	0,29	21	0,22
6	0,45	14	0,28	22	0,22
7	0,40	15	0,27	23	0,21
8	0,38	16	0,26	24	0,21

Tabla N° 6. Coeficiente de simultaneidad.

Fuente: Diseño de Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas Para Edificaciones, Rafael Pérez Carmona

Para el buen funcionamiento de cada aparato es necesario garantizar los niveles de presión, por lo tanto, se adoptarán los niveles de presión residual mínimos establecidos en la NTC 1500.

Aparato sanitario	Recomendada			Mínima			Diámetro Conexión
	m.c.a.	Kg./cm ²	lb/pulg ²	m.c.a.	Kg./cm ²	lb/pulg ²	
Inodoro fluxómetro	10.33	1.03	14.70	7.70	0.77	10.96	1"
Inodoro de tanque	7.00	0.70	9.96	2.80	0.28	3.98	1/2"
Orinal de fluxómetro	10.33	1.03	14.70	7.70	0.77	10.96	3/4 - 1"
Orinal con llave	7.00	0.70	9.96	2.80	0.28	3.98	1/2"
Vertederos	3.50	0.35	4.98	2.00	0.20	2.85	1/2"
Duchas	10.33	1.03	14.70	2.00	0.20	2.85	1/2"
Lavamanos	5.00	0.50	7.12	2.00	0.20	2.85	1/2"
Lavadoras	7.00	0.70	9.96	2.80	0.28	3.98	1/2"
Bidé	5.00	0.50	7.12	2.00	0.20	2.85	1/2"
Lavadero	4.00	0.40	5.69	2.00	0.20	2.85	1/2"
Lavaplatos	2.00	0.20	2.85	2.00	0.20	2.85	1/2"

Tabla N° 7. Caudales y presiones mínimas de operación.

Fuente. Tabla 7 NTC 1500

Para el cálculo de la ruta critica también es necesario establecer el número de unidades de Hunter o de consumo que cada uno de los aparatos instalados necesita para su funcionamiento, por lo tanto, tomamos los valores establecidos dentro de la tabla 8 de la NTC 1500.

Aparatos	Ocupación	Tipo de control del suministro	Unidades de consumo
Inodoro	Público	Fluxómetro	10
Inodoro	Público	Tanque de limpieza	5
Orinal	Público	Fluxómetro de $\Phi = 2,5 \text{ cm}$	10
Orinal	Público	Fluxómetro de $\Phi = 2,0 \text{ cm}$	5
Orinal	Público	Llave	2
Lavamanos	Público	Llave	4
Tina	Público	Válvula mezcladora	4
Ducha	Público	Válvula mezcladora	4
Fregadero de servicio	Público	Llave	2
Fregadero de cocina	Hotel, restaurante	Llave	4
Inodoro	Privado	Fluxómetro	6
Inodoro	Privado	Tanque de limpieza	3
Lavamanos	Privado	Llave	1
Bidé	Privado	Válvula mezcladora	2
Tina	Privado	Válvula mezcladora	2
Ducha	Privado	Válvula mezcladora	2
Ducha separada	Privado	Válvula mezcladora	2
Fregadero de cocina	Privado	Llave	2
Lavadero de 1 a 3 compartimientos	Privado	Llave	3
Lavadora	Privado	Llave	2
Lavaplatos eléctricos	Pública	Llave	4
	Privado	Llave	3
	Pública	Llave	6

Tabla N°8. Unidades de consumo para aparato sanitario.
Fuente. Tabla 8 NTC 1500

Para el proyecto “Tecno Academia”, se tienen las siguientes unidades de consumo totales.

TOTAL UNIDADES DE CONSUMO "TECNO ACADEMIA SOGAMOSO - BOYACA				
Aparato	Cantidad	Ø Diametro	Unidades de Consumo Aparato	Unidades de Consumo Totales
Inodoro con Fluxometro	18	1	10	180
Inodoro de tanque	3	1/2"	5	15
Orinal	5	1	2	10
Lavamanos	40	1/2"	4	160
TOTAL UNIDADES DE CONSUMO				365

Tabla N°9. Unidades de consumo totales “Tecno Academia”.
Fuente. Elaboración Propia.

TRAMO N°1-2.							
1. CALCULO DE UNIDADES							
APARATO	CANTIDAD	SALIDAS	K	UNIDADES PROPIAS	UNIDADES CORREGIDAS	UNIDADES ACUMULADAS	UNIDADES TOTALES
Inodoro Fluxomet.	1	1	1	10	10	0	10
		1		10			
2. RELACIONES HIDRAULICAS							
UNIDADES TOTALES	10						
CAUDAL (L/s)	0.50						
DIAMETRO Ø	1						
MATERIAL	PVC						
COEFICIENTE FRICCION C	0.0001						
VELOCIDAD (m/s)	1.00						
Hv (m)	0.05						
J(m/m)	0.039						
3. LONGITUDES TRAMO RUTA CRITICA							
LONGITUD HORIZONTAL	0.70						
LONGITUD VERTICAL	0.30						
4. CALCULO LONGITUD DE ACCESORIOS							
ACCESORIO	Ø"	MATERIAL	COEFICIENT E	CANTIDAD	LE (m)	LT (m)	
Codo Radio Medio 90°	1 1/4	PVC	150	3	0.61	1.84	
Tee Paso Directo con Reduccion	1 1/2	PVC	150	1	0.77	0.77	
LONGITUD TOTAL ACCESORIOS							2.62
5. CALCULO DE PRESIONES							
Presión Requerida	10.33						
Longitud Total (m)	3.62						
Perdida J (m)	0.14						
Presión Punto (m.c.a)	10.81						

Tabla N°10. Ruta Critica Tramo N°1-2.
Fuente. El autor.

TRAMO N°2-3							
1. CALCULO DE UNIDADES							
APARATO	CANTIDAD	SALIDAS	K	UNIDADES PROPIAS	UNIDADES CORREGIDAS	UNIDADES ACUMULADAS	UNIDADES TOTALES
Inodoro Fluxomet.	2	1	1	20	20	10	30
		1		20			
2. RELACIONES HIDRAULICAS							
UNIDADES TOTALES	30						
CAUDAL (L/s)	1.26						
DIAMETRO Ø	1						
MATERIAL	PVC						
COEFICIENTE FRICCION C	0.0001						
VELOCIDAD (m/s)	2.49						
Hv (m)	0.32						
J(m/m)	0.195						
3. LONGITUDES TRAMO RUTA CRITICA							
LONGITUD HORIZONTAL	3.80						
LONGITUD VERTICAL	0.00						
4. CALCULO LONGITUD DE ACCESORIOS							
ACCESORIO	Ø"	MATERIAL	COEFICIENT E	CANTIDAD	LE (m)	LT (m)	
Tee Paso Directo Normal	1	PVC	150	2	0.38	0.75	
Tee Paso Directo con Reduccion	1	PVC	150	1	0.59	0.59	
LONGITUD TOTAL ACCESORIOS							1.34
5. CALCULO DE PRESIONES							
Presión Punto Anterior	10.81						
Longitud Total (m)	5.14						
Perdida J (m)	1.00						
Presión Punto (m.c.a)	12.01						

Tabla N°11. Ruta Critica Tramo N°2-3.
Fuente. El autor.

TRAMO N°3-4.							
1. CALCULO DE UNIDADES							
APARATO	CANTIDAD	SALIDAS	K	UNIDADES PROPIAS	UNIDADES CORREGIDAS	UNIDADES ACUMULADAS	UNIDADES TOTALES
Lavamanos	2	2	1	8	8	30	38
		2		8			
2. RELACIONES HIDRAULICAS							
UNIDADES TOTALES	38						
CAUDAL (L/s)	1.51						
DIAMETRO Ø	1						
MATERIAL	PVC						
COEFICIENTE FRICCION C	0.0001						
VELOCIDAD (m/s)	2.99						
Hv (m)	0.46						
J(m/m)	0.268						
3. LONGITUDES TRAMO RUTA CRITICA							
LONGITUD HORIZONTAL	0.40						
LONGITUD VERTICAL	0.30						
4. CALCULO LONGITUD DE ACCESORIOS							
ACCESORIO	Ø"	MATERIAL	COEFICIENT E	CANTIDAD	LE (m)	LT (m)	
Codo Radio Medio 90°	1	PVC	150	2	0.50	1.01	
Tee Paso Directo con Reduccion	1	PVC	150	1	0.59	0.59	
Valvula de Globo Abierta	1	PVC	150	1	5.92	5.92	
LONGITUD TOTAL ACCESORIOS							7.51
5. CALCULO DE PRESIONES							
Presión Punto Anterior	12.01						
Longitud Total (m)	8.21						
Perdida J (m)	2.20						
Presión Punto (m.c.a)	14.77						

Tabla N°12. Ruta Critica Tramo N°3-4.
Fuente. El autor.

TRAMO N°4-5.							
1. CALCULO DE UNIDADES							
APARATO	CANTIDAD	SALIDAS	K	UNIDADES PROPIAS	UNIDADES CORREGIDAS	UNIDADES ACUMULADAS	UNIDADES TOTALES
			0		0	38	38
		0		0			
2. RELACIONES HIDRAULICAS							
UNIDADES TOTALES	38						
CAUDAL (L/s)	1.51						
DIAMETRO Ø	1						
MATERIAL	PVC						
COEFICIENTE FRICCION C	0.0001						
VELOCIDAD (m/s)	2.99						
Hv (m)	0.46						
J(m/m)	0.268						
3. LONGITUDES TRAMO RUTA CRITICA							
LONGITUD HORIZONTAL	1.50						
LONGITUD VERTICAL	0.00						
4. CALCULO LONGITUD DE ACCESORIOS							
ACCESORIO	Ø"	MATERIAL	COEFICIENT E	CANTIDAD	LE (m)	LT (m)	
Tee Paso Directo con Reduccion	1 1/4	PVC	150	1	0.68	0.68	
LONGITUD TOTAL ACCESORIOS							0.68
5. CALCULO DE PRESIONES							
Presión Punto Anterior	14.77						
Longitud Total (m)	2.18						
Perdida J (m)	0.58						
Presión Punto (m.c.a)	15.62						

Tabla N°13. Ruta Critica Tramo N°4-5.
Fuente. El autor.

TRAMO N°5-6.							
1. CALCULO DE UNIDADES							
APARATO	CANTIDAD	SALIDAS	K	UNIDADES PROPIAS	UNIDADES CORREGIDAS	UNIDADES ACUMULADAS	UNIDADES TOTALES
Inodoro Floxumetro	3	3	1	30	38	38	76
Lavamanos	2	2		8			
		5		38			
2. RELACIONES HIDRAULICAS							
UNIDADES TOTALES	76						
CAUDAL (L/s)	2.33						
DIAMETRO Ø	1 1/4						
MATERIAL	PVC						
COEFICIENTE FRICCION C	0.0001						
VELOCIDAD (m/s)	2.95						
Hv (m)	0.44						
J(m/m)	0.198						
3. LONGITUDES TRAMO RUTA CRITICA							
LONGITUD HORIZONTAL	4.30						
LONGITUD VERTICAL	0.00						
4. CALCULO LONGITUD DE ACCESORIOS							
ACCESORIO	Ø"	MATERIAL	COEFICIENT E	CANTIDAD	LE (m)	LT (m)	
Codo Radio Medio 90°	1 1/4	PVC	150	1	0.61	0.61	
Tee Paso Directo con Reduccion	1 1/4	PVC	150	1	0.68	0.68	
LONGITUD TOTAL ACCESORIOS							1.30
5. CALCULO DE PRESIONES							
Presión Punto Anterior	15.62						
Longitud Total (m)	5.60						
Perdida J (m)	1.11						
Presión Punto (m.c.a)	16.93						

Tabla N°14. Ruta Critica Tramo N°5-6.
Fuente. El autor.

TRAMO N°6-7.							
1. CALCULO DE UNIDADES							
APARATO	CANTIDAD	SALIDAS	K	UNIDADES PROPIAS	UNIDADES CORREGIDAS	UNIDADES ACUMULADAS	UNIDADES TOTALES
Lavamanos	1	2	1	4	4	76	80
		2		4			
2. RELACIONES HIDRAULICAS							
UNIDADES TOTALES	80						
CAUDAL (L/s)	2.42						
DIAMETRO Ø	1 1/4						
MATERIAL	PVC						
COEFICIENTE FRICCION C	0.0001						
VELOCIDAD (m/s)	3.05						
Hv (m)	0.48						
J(m/m)	0.210						
3. LONGITUDES TRAMO RUTA CRITICA							
LONGITUD HORIZONTAL	3.40						
LONGITUD VERTICAL	3.50						
4. CALCULO LONGITUD DE ACCESORIOS							
ACCESORIO	Ø"	MATERIAL	COEFICIENT E	CANTIDAD	LE (m)	LT (m)	
Codo Radio Medio 90°	1	PVC	150	1	0.50	0.50	
Tee Paso Directo con Reduccion	1 1/2	PVC	150	1	0.77	0.77	
LONGITUD TOTAL ACCESORIOS							1.28
5. CALCULO DE PRESIONES							
Presión Punto Anterior	16.93						
Longitud Total (m)	8.18						
Perdida J (m)	1.72						
Presión Punto (m.c.a)	22.36						

Tabla N°15. Ruta Critica Tramo N°6-7.
Fuente. El autor.

TRAMO N°7-8.							
1. CALCULO DE UNIDADES							
APARATO	CANTIDAD	SALIDAS	K	UNIDADES PROPIAS	UNIDADES CORREGIDAS	UNIDADES ACUMULADAS	UNIDADES TOTALES
Inodoro Fluxome.	6	1	1	60	127	80	207
Inodoro Tanque	3	1		15			
Orinal	4	2		8			
Lavamanos	11	2		44			
		6		127			
2. RELACIONES HIDRAULICAS							
UNIDADES TOTALES	207						
CAUDAL (L/s)	4.19						
DIAMETRO Ø	1 1/2						
MATERIAL	PVC						
COEFICIENTE FRICCION C	0.0001						
VELOCIDAD (m/s)	3.67						
Hv (m)	0.69						
J(m/m)	0.232						
3. LONGITUDES TRAMO RUTA CRITICA							
LONGITUD HORIZONTAL	3.00						
LONGITUD VERTICAL	3.50						
4. CALCULO LONGITUD DE ACCESORIOS							
ACCESORIO	Ø"	MATERIAL	COEFICIENT E	CANTIDAD	LE (m)	LT (m)	
Codo Radio Medio 90°	1 1/2	PVC	150	1	0.72	0.72	
Tee Paso Directo con Reduccion	1 1/2	PVC	150	1	0.77	0.77	
LONGITUD TOTAL ACCESORIOS							1.50
5. CALCULO DE PRESIONES							
Presión Punto Anterior	22.36						
Longitud Total (m)	8.00						
Perdida J (m)	1.85						
Presión Punto (m.c.a)	27.94						

Tabla N°16. Ruta Critica Tramo N°7-8.
Fuente. El autor.

TRAMO N°8-9.							
1. CALCULO DE UNIDADES							
APARATO	CANTIDAD	SALIDAS	K	UNIDADES PROPIAS	UNIDADES CORREGIDAS	UNIDADES ACUMULADAS	UNIDADES TOTALES
Inodoro Fluxome.	6	1	1	60	114	207	321
Inodoro Tanque	2	1		10			
Orinal	4	2		8			
Lavamanos	9	2		36			
		6		114			
2. RELACIONES HIDRAULICAS							
UNIDADES TOTALES	321						
CAUDAL (L/s)	5.63						
DIAMETRO Ø	2						
MATERIAL	PVC						
COEFICIENTE FRICCION C	0.0001						
VELOCIDAD (m/s)	2.78						
Hv (m)	0.39						
J(m/m)	0.099						
3. LONGITUDES TRAMO RUTA CRITICA							
LONGITUD HORIZONTAL	22.00						
LONGITUD VERTICAL	0.00						
4. CALCULO LONGITUD DE ACCESORIOS							
ACCESORIO	Ø"	MATERIAL	COEFICIENT E	CANTIDAD	LE (m)	LT (m)	
Codo Radio Medio 90°	2	PVC	150	3	0.95	2.84	
Tee Paso Directo con Reduccion	2	PVC	150	1	0.96	0.96	
LONGITUD TOTAL ACCESORIOS							3.80
5. CALCULO DE PRESIONES							
Presión Punto Anterior	27.94						
Longitud Total (m)	25.80						
Perdida J (m)	2.55						
Presión Punto (m.c.a)	30.60						

Tabla N°17. Ruta Critica Tramo N°8-9.
Fuente. El autor.

Tabla N°18. Ruta Critica Tramo N°9-10.
Fuente. El autor.

4.1. Cálculo de la succión.

Después de realizar el proceso de la ruta crítica se obtuvo que la presión final para en el punto de las bombas es de **10.72 m.c.a.**, ahora se procede a calcular la succión de las bombas en el tanque para lo cual se tomara como referente los siguientes datos:

Dimensiones del Tanque:

Longitud: 4.50m

Ancho 3.80m

Altura: 2.50m

La velocidad recomendada para la succión debe estar entre 0.8m/s y 1.2m/s

Unidades: 347

Caudal: 5.96 l/s

Velocidad: 2.94m/s

Perdida Hv: 0.44m

Coeficiente C: 150

Perdida J: 0.0109m/m

Diámetro: 2"

Longitud H: 1.00m

Longitud V: 2.00m

Cálculo de Accesorios:

1 válvula pie con coladera 2" Cu: 1 x 9.89: 9.89m

3 codos r.m 90° 2" HG: 3 x 2.00: 6.00m

1 salida Tubería 2" HG: 1 x 2.21m: 2.21m

Total, longitud accesorios: 18.12m

Longitud Total: 1.00m + 2.00m + 18.12m = 21.12m

Perdida J: $0.109 \times 21.12\text{m} = 2.31\text{m}$

Altura dinámica de succión: 2.0m + 0.44m + 2.31m =4.75m

4.1.1. Cálculo de la NPSH.

Para calcular la NPSH o la altura de succión positiva, se toma como referencia la metodología de Rafael Pérez Carmona, Diseño de Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas Para Edificaciones. Tabla 4.3.

Altura sobre el nivel del mar	Temperatura ambiente en °C								
	5	10	15	20	25	30	35	40	50
3000	7,01	6,97	6,93	6,86	6,78	6,67	6,51	6,35	5,85
2600	7,39	7,35	7,31	7,24	7,16	7,05	6,89	6,73	6,23
2000	7,95	7,91	7,87	7,80	7,72	7,61	7,45	7,29	6,79
1900	8,05	8,01	7,97	7,90	7,82	7,71	7,55	7,39	6,89
1800	8,15	8,11	8,07	8,00	7,92	7,81	7,65	7,49	6,99
1700	8,25	8,21	8,17	8,10	8,02	7,91	7,75	7,59	7,09
1600	8,36	8,32	8,28	8,21	8,13	8,02	7,86	7,70	7,20
1500	8,47	8,43	8,39	8,32	8,24	8,13	7,97	7,81	7,31
1400	8,58	8,54	8,50	8,43	8,35	8,24	8,08	7,92	7,42
1300	8,69	8,65	8,61	8,54	8,46	8,35	8,19	8,03	7,53
1200	8,80	8,76	8,72	8,65	8,57	8,46	8,30	8,14	7,64
1100	8,91	8,87	8,83	8,76	8,68	8,57	8,41	8,25	7,75
1000	9,02	8,98	8,94	8,87	8,79	8,68	8,52	8,36	7,86
900	9,13	9,09	9,05	8,98	8,90	8,79	8,63	8,47	7,97
800	9,25	9,21	9,17	9,10	9,02	8,91	8,75	8,59	8,09
700	9,37	9,33	9,29	9,22	9,14	9,03	8,87	8,71	8,21
600	9,49	9,45	9,41	9,34	9,26	9,15	8,99	8,83	8,33
500	9,62	9,58	9,54	9,47	9,39	9,28	9,12	8,96	8,46
400	9,74	9,70	9,66	9,59	9,51	9,40	9,24	9,08	8,58
300	9,86	9,82	9,78	9,71	9,63	9,52	9,36	9,20	8,70
200	9,99	9,95	9,91	9,84	9,76	9,65	9,49	9,33	8,83
100	10,11	10,07	10,03	9,96	9,88	9,77	9,61	9,45	8,95
0	10,24	10,20	10,16	10,09	10,01	9,90	9,74	9,58	9,08

Tabla N° 19. Cálculo de la NPSH.

Fuente: Diseño de Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas Para Edificaciones, Rafael Pérez Carmona

Según la tabla anterior y teniendo en cuenta que el municipio de chita tiene una temperatura promedio de 13°C y una altura de 2500 msnm, la altura de succión positiva es de 7.30

$$\text{NPSH} = K - \text{Altura dinámica de succión}$$

$$\text{NPSH} = 7.30 - 4.75$$

$$\text{NPSH} = 2.55 \text{ m.c.a.}$$

Luego de proceder a calcular la altura máxima de succión (AMS), por medio de la siguiente expresión:

$$AMS = 10.33 - (a+b+c+d+e+f)$$

Estos valores para el caso de Chita corresponden:

- a) Pérdida de altura sobre el nivel del mar (2500 msnm) = 2.55m
- b) Pérdida por Temperatura 13° = 0.13m
- c) Pérdida por depresión barométricas (Steel). = 0.36m
- d) Pérdida por vacío imperfecto de la bomba (Steel). = 2.40m
- e) Pérdidas por fricción y accesorios = 0.44m
- f) Pérdida por cabeza de velocidad Hv = 0.10m

$$AMS = 10.33 - (2.55+0.13+0.36+2.40+0.44+0.10)$$

$$AMS=4.35 \text{ m.c.a}$$

Altura dinámica Total: Presión Total del Sistema + Altura dinámica de Succión

$$\text{Altura dinámica Total: } 31.65\text{m} + 4.35 \text{ m}$$

$$\text{ALTURA DINÁMICA TOTAL: } 36.00 \text{ m}$$

4.1.2. Potencia de las Bombas.

$$P_{HP} = \gamma \times H_T \times Q / 76\eta$$

$$P_{HP} = 1\text{Kg/L} \times 36\text{m} \times 5.96 \text{ L/s} / 76 \times 0.75$$

$$P_{HP} = 3.76\text{Hp} = 4.0\text{Hp}$$

Según la expresión el motor para el bombeo del sistema de suministro debe ser de 4.00 Hp para el buen funcionamiento del sistema, pero ella que este valor es teórico es necesario, realizar la comparación con un catálogo de bombas de un fabricante y verificar el cumplimiento de los parámetros de diseño.

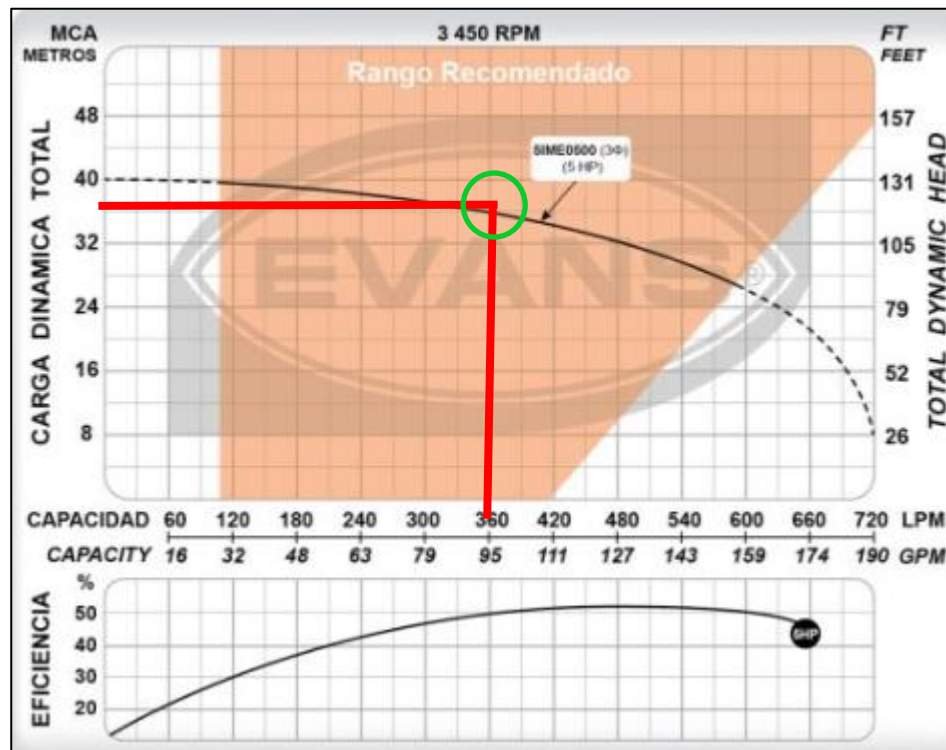


Figura N° 2. Catálogo de bombas de 5Hp

Fuente. <https://www.evans.com.co/producto/bomba-industrial-5-hp-5ime0500/>

Según la gráfica anterior, la bomba que cumple las especificaciones de diseño corresponde a una bomba trifásica de 5Hp, con un altura dinámica de 40 m.c.a y un caudal de aproximadamente 95 Gpm.

4.1.3. Calculo Equipo Hidroacumulador.

Para tener un mejor funcionamiento del sistema es necesario implementar un equipo Hidroacumulador o Hidroflo, por lo tanto, es necesario evaluar el número de salidas presentes dentro del diseño.

De la ruta crítica se tiene que el total de las salidas para este proyecto es de 21, valor con el cual se entra a la tabla 4.11 del libro de Rafael Pérez Carmona, Diseño de Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas Para Edificaciones para obtener el factor multiplicador:

Tipo de edificio	Servicios o salidas						
	hasta 30	de 31 a 75	de 76 a 150	de 151 a 300	de 301 a 600	de 601 a 1000	más de 1000
Oficinas	0,40	0,32	0,28	0,25	0,24	0,23	0,21
Apartamento	0,55	0,41	0,33	0,28	0,25	0,24	0,23
Hoteles	0,80	0,60	0,48	0,42	0,36	0,35	0,34
Hospitales	0,90	0,75	0,63	0,54	0,45	0,40	0,38
Colegios	1,20	0,90	0,75	0,63	0,52	0,40	0,38

Tabla N° 20. Factor Multiplicador.

Fuente. Diseño de Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas Para Edificaciones, Rafael Pérez Carmona

Como se puede apreciar en la tabla el factor multiplicador es de 0.90, por ende, al multiplicar por el número de salidas que es 63 se obtiene una capacidad del equipo de 56.70 Galón/min. De acuerdo a los catálogos se escoge el modelo del equipo y la capacidad del tanque.

Con este valor entramos a la tabla 2.2 del libro de Rafael Pérez Carmona, Diseño de Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas Para Edificaciones para obtener el número de ciclos por minuto que tendrá el equipo

Potencia en HP	T min	# ciclos por hora
1 - 3	1,2	50
3 - 5	1,8	33
5 - 7,5	2,0	30
7,5 - 15	3,0	20
15 - 30	4,0	15
Sobre 30	6,0	10

Tabla N° 21. Numero de Ciclos y tiempo en función de la Potencia.

Fuente. Diseño de Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas Para Edificaciones, Rafael Pérez Carmona.

A partir de esta tabla obtenemos un tiempo de 1.8min 33 ciclos por hora, con lo que podemos cálculo el volumen de regulación del tanque Hidroflo.

$$V_R = (Q_{MED} \times T) / 4$$

$$V_R = (57 \text{ Galón/min} \times 1.8\text{min}) / 4$$

$$V_R = 25.65 \text{ Galón} = 122.6 \text{ Litros}$$

Con este valor del volumen de regulación del tanque y la presión que este va a manejar que es entre 40 – 50 Psi, se puede obtener el factor de presión que es de 2.5 y al multiplicarlo por el volumen de regulación se obtiene el volumen total del tanque hidroacumulador

$$V_T = 2.5 \times 122.6 \text{ Litros}$$

$$V_T = 306.5 \text{ Litros} = 300 \text{ Litros}$$

Para el proyecto se utilizará un tanque **Hidroflo de 300L**

$$V_{bc} = V_{ch} \times (P_c - P_2) / (P_c + 1)$$

V_{bc} = Volumen Bolsa Corregido.

V_{ch} = Volumen Hidroacumulador = 300 L

P_c = Presión de corte en atmosfera = 65 Psi = 4.4 Atm

P_2 = Presión máxima de trabajo en el rango de 40-50 Psi = 40 Psi = 2.7 Atm

$$V_{bc} = 300L \times (4.4\text{Atm} - 2.7\text{Atm}) / (4.4\text{Atm} + 1)$$

$$V_{bc} = 95 \text{ Litros}$$

5. ALCANTARILLADO COMBINADO

Para el cálculo del alcantarillado combinado se debe tener en cuenta que la descarga se realizara a un único colector existente que pasa por el frente del proyecto, por lo tanto, todas las aguas negras y aguas lluvias de la construcción serán conducidas hasta una caja de inspección sobre el andén del proyecto y de este se realizara la conexión en tubería Novafort.

5.1. Dimensionamiento tubería aguas residuales.

Para la evacuación de las aguas residuales del proyecto “Tecno Academia” las bajantes de aguas negras estarán conectadas a un colector que ira por el primer piso y conducirá las aguas residuales a una caja de inspección, de donde saldrá una tubería hasta el colector existente. A partir de las unidades de descarga y del número de salidas por cada aparato, se determinan el número de unidades de descarga para cada bajante las cuales se relacionan en la siguiente tabla.

Aparatos	Ocupación	Tipo de control del suministro	Unidades de descarga	Diámetro de la tubería de desagüe, mm (pulgadas)
Inodoro	Público	Fluxómetro	10	102 (4)
Inodoro	Público	Tanque de limpieza	5	102 (4)
Orinal	Público	Fluxómetro de $\Phi = 25,4$ mm (1 pulgada)	10	51 (2)
Orinal	Público	Fluxómetro de $\Phi = 19,0$ mm (3/4 de pulgada)	5	51 (2)
Orinal	Público	Tanque de limpieza	3	51 (2)
Orinal	Público	Llave	2	51 (2)
Lavamanos	Público	Llave	4	51 (2)
Tina / Ducha	Público	Válvula mezcladora	4	51 (2)
Fregadero de servicio	Oficial, etc.	Llave	3	51 (2)
Fregadero de cocina	Hotel, restaurante	Llave	4	51 (2)
Inodoro	Privado	Fluxómetro	6	102 (4)
Inodoro	Privado	Tanque de limpieza	3	102 (4)
Lavamanos	Privado	Llave	1	51 (2)
Bidé	Privado	Llave	1	51 (2)
Tina	Privado	Llave	2	51 (2)
Ducha	Privado	Válvula mezcladora	2	51 (2)
Cuarto de baño	Privado	Un fluxómetro por cuarto	8	
Ducha separada	Privado	Válvula mezcladora	2	51 (2)
Fregadero de cocina	Privado	Llave	2	51 (2)
Lavadero de 1 a 3 compartimientos	Privado	Llave	3	51 (2)
Lavadora	Privado	Llave	2	
Lavadora	Pública	Llave	4	
Combinación de accesorios	Privado	Llave	3	
Poceta de aseo	Pública	Llave	3	
Lavaplatos eléctricos	Público/Privado	Llave	3 / 6	
Sifones de piso			1	51 (2)

Tabla N°22. Unidades de Descarga Aparatos Sanitarios.

Fuente. Tabla 12, NTC 1500.

Según la tabla anterior se tiene el número de unidades de descarga y el diámetro de las salidas que se debe tener para cada aparato, por consiguiente, se procede a realizar el listado de aparatos con su correspondiente unidades de descarga

TOTAL UNIDADES DE DESCARGA "TECNO ACADEMIA SOGAMOSO - BOYACA"				
Aparato	Cantidad	Ø Diámetro	Unidades de Descarga Aparato	Unidades de Descarga Totales
Inodoro con Fluxometro	18	4.00	10	180
Inodoro de tanque	3	4.00	5	15
Orinal	5	2.00	3	15
Sifones	31	3.00	1	31
Lavamanos	40	2.00	4	160
TOTAL UNIDADES DE CONSUMO				401

Tabla N°23. Unidades de Descarga Red de aguas negras
Fuente. Elaboración Propia.

En base a la tabla anterior se determina que el número de unidades de descarga para el proyecto es de **401 unidades**.

Para el cálculo de las velocidades y los caudales de cada uno de los ramales del colector, es necesario remitirnos al título d del ras 2000, ya que por tratarse de conductos parcialmente llenos y flujo uniforme es necesario el uso de las ecuaciones de Darcy – Weisbach en correlación con la ecuación de Colebrook - White.

$$v = -2\sqrt{8gRS} \log_{10} \left(\frac{k_s}{14.8R} + \frac{2.51\nu}{4R\sqrt{8gRS}} \right)$$

$$Q = -2A\sqrt{8gRS} \log_{10} \left(\frac{k_s}{14.8R} + \frac{2.51\nu}{4R\sqrt{8gRS}} \right)$$

donde:

- Q = Caudal de flujo (m³/s).
- $\bar{R}$ = Radio hidráulico (m).
- $\bar{S}$ = Pendiente longitudinal de la tubería (m/m).
- ν = Viscosidad cinemática (m²/s).
- k_s = Rugosidad absoluta (m).
- g = Aceleración de la gravedad (m/s²).

5.2. Estimación de caudal de aguas lluvias.

Para la estimación de los caudales de aguas lluvias es necesario remitirnos directamente al artículo 135 de la resolución 0330 del 2017, en la cual se establece que la estimación de los caudales de aguas lluvias para los diseños de colectores se realizarán en base a modelos lluvias – escorrentía, basados en la información meteorología de las estaciones pluviométricas en la cercanía del proyecto. Para áreas menores a 80ha se puede hacer uso de la ecuación racional.

$$Q = C \times I \times A$$

Q= Caudal en L/s

C= Coeficiente de impermeabilidad

I= Intensidad de la lluvia en mm/h-m²

A= Área a evacuar.

Dentro de la determinación de caudales se deben tener en cuenta cuatro (4) factores:

- **Intensidad de lluvia:** Para determinar este factor se realiza la consulta en la página web del IDEAM buscando información de precipitación o si se encuentra directamente las curvas IDF para la zona del proyecto.

Nota: Al realizar la consulta se puede evidenciar que no hay información de curvas IDF para la zona del proyecto, tomando como referencia las curvas IDF del municipio de Nobsa siendo el municipio más cercano al sitio del proyecto y con condiciones similares.

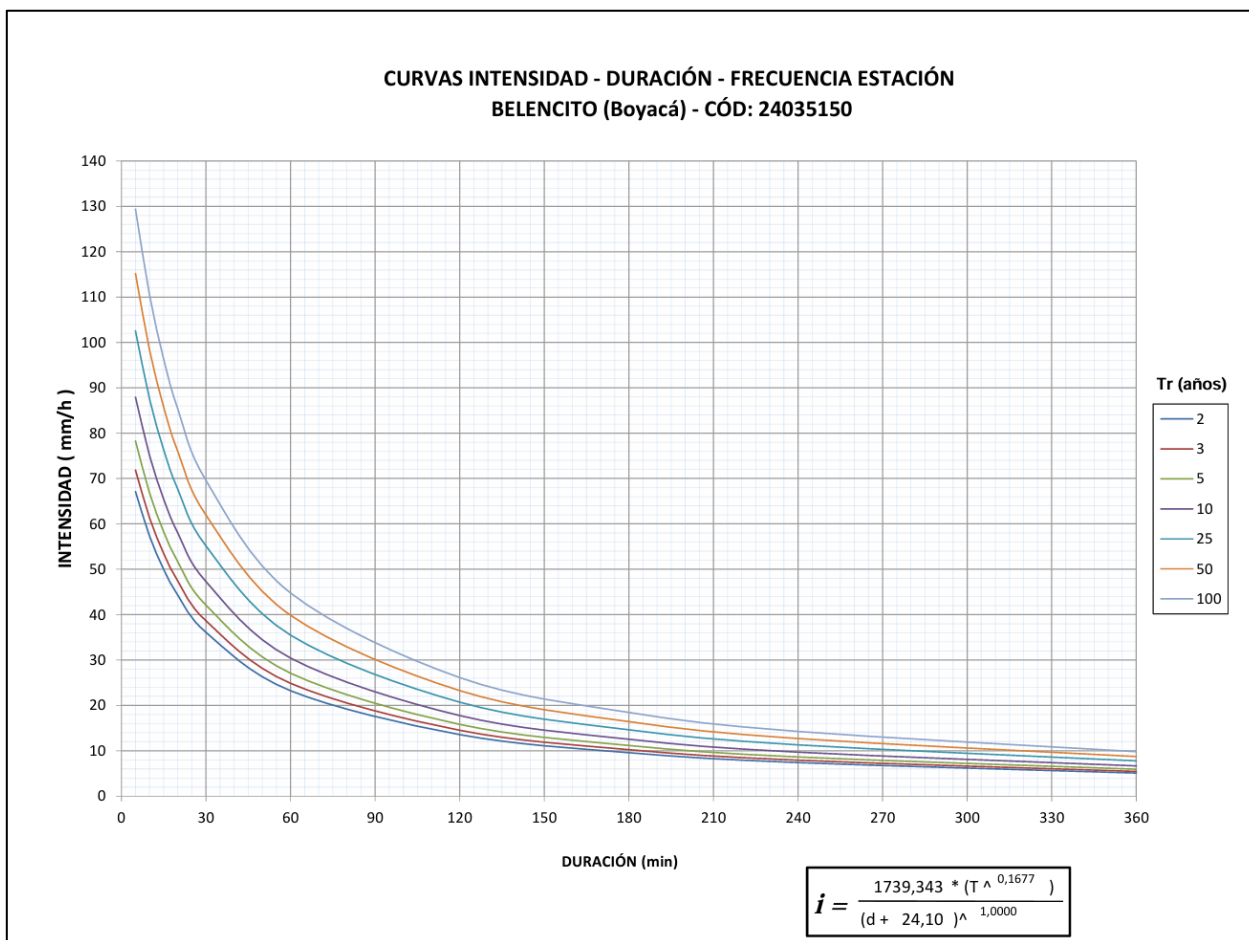


Figura N°3. Curvas IDF de la estación Belencito 2 (Nobsa)

Fuente. www.ideam.gov.co.

Como se muestra en la figura anterior se utilizarán las curvas IDF del municipio de Villa de Leyva, ya que el IDEAM ya cuenta con estas curvas IDF y el municipio de Sáchica se encuentra dentro del área de cobertura de la estación meteorológica, por esta razón los datos de intensidad para el proyecto se calcularán en base a la ecuación de la curva presentada.

- **Periodo de Retorno:** El cual está indicado en función del tipo de proyecto en la tabla 16 de la resolución 0330 del 2017.

Características del área de drenaje	Período de retorno (años)
Tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores de 2 hectáreas	3
Tramos iniciales en zonas comerciales o industriales, con áreas tributarias menores de 2 hectáreas	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias entre 2 y 10 hectáreas	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias mayores de 10 hectáreas	10
Canales abiertos que drenan áreas menores a 1000 hectáreas	50
Canales abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores a 1000 hectáreas	100
Canales abiertos en zonas montañosas (alta velocidad) o a media ladera, que drenan áreas mayores a 1000 hectáreas	100

Tabla N° 24. Periodos de retorno.
Fuente: Tabla 16, Resolución 0330 del 2017

Según la tabla anterior para zonas residenciales con áreas menores a 2ha se establece que el **periodo de retorno es de 3 años**.

- **Tipo de Cobertura:** Este parámetro obedece directamente a la cantidad de agua que se infiltra en la zona debido a la cobertura, que al encontrarse en el perímetro urbano rodeado por carreteras y edificaciones se le asigna un **coeficiente de impermeabilidad de 1.00**.
- **Tiempo de Concentración:** Según la resolución 0330 se debe realizar modelaciones para tiempos de concentración mínimos entre 3 – 10 minutos, para lo cual se define la una situación promedio con un **tiempo de concentración de 5 minutos**.

En base a estos valores y a la ecuación de las curvas IDF se procede a calcular el valor de la intensidad.

$$I = \frac{K * T^M}{(D + D0)^N}$$

$$I = \frac{1739.34 * 3^{0.1677}}{(5 + 24.10)^{1.000}}$$

$$I = 71.86 \text{ mm/hr}$$

Según esta ecuación la intensidad de lluvias para esta zona es de 71.86mm/hr valor que se puede aproximar a **72mm/hr o 0.020 L/s**.

Para proceder con el cálculo de las áreas aferentes es necesario realizar un análisis a la placa de cubiertas y de las terrazas que posee el proyecto, identificando las áreas aferentes y los puntos de sifones y bajantes propuestos para el buen funcionamiento del proyecto.

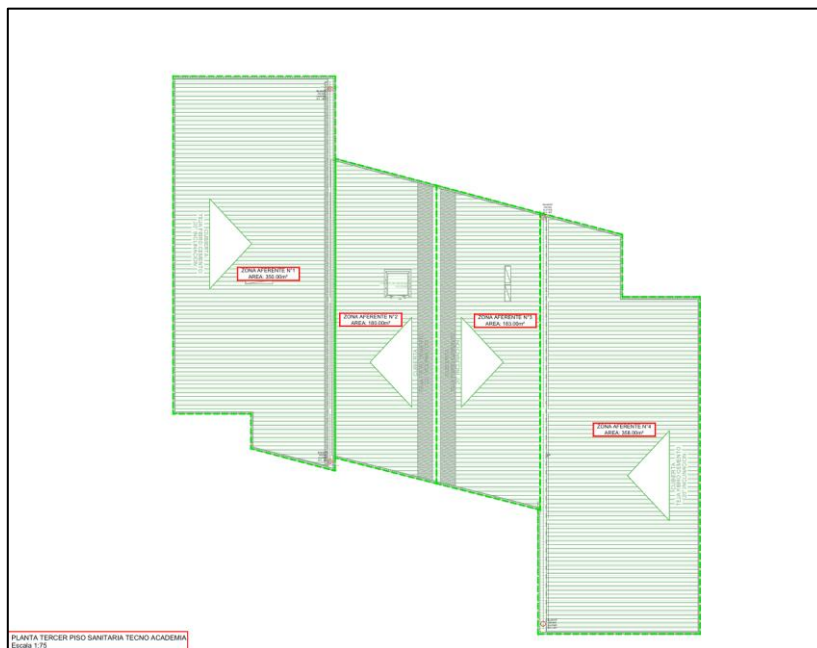


Figura N°4. Identificación de zonas aferentes en cubiertas
Fuente. Elaboración Propia.

Para la determinación de los caudales se aplica la ecuación racional, por lo tanto, en base a las áreas aferentes ya determinadas se procede a calcular los caudales de aguas lluvias. Es importante reconocer que debido a la propuesta arquitectónica hay algunos espacios que descargarán directamente a la calle, ya que por motivos de fachada no se pueden manejar canaletas metálicas, dicha zona es la N°10, la cual descarga directamente a los sumideros de la calle 5.

CALCULO CAUDALES AGUAS LLUVIAS CUBIERTAS			
Cubierta	Área (m ²)	Intensidad (mm/s -m ²)	Caudal (L/s)
Zona Aferente N°1	350.00	0.0200	7.00
Zona Aferente N°2	180.00	0.0200	3.60
Zona Aferente N°3	183.00	0.0200	3.66
Zona Aferente N°4	358.00	0.0200	7.16

Tabla N° 25. Caudales de las cubiertas y terrazas.
Fuente. Elaboración propia.

Según la tabla anterior el caudal suministrado por las cubiertas al sistema de alcantarillado combinado es de 21.42 L/s.

5.3. Colector de aguas residuales.

Para el caso del proyecto “Tecno Academia”, las bajantes se conectan con una caja de inspección interna, desde la cual saldrá una tubería matriz en 6” hasta una caja de inspección final de 1.00x1.00m, de este punto se dispondrá de una tubería principal en Novafort de 8” que se conectará a un pozo proyectado y de este en tubería de 10” a el pozo existente más cercano. Para el cálculo del colector se tuvo en cuenta las ecuaciones descritas en el Título D del Ras 2000 (Darcy – Weisbach en correlación con la ecuación de Colebrook – White).

CALCULO COLECTOR COMBINADA "TECNO ACADEMIA - SOGAMOSO"								
Tramo N°1	Descripcion	Longitud (m)	Unidades Propias	Unidades Acumuladas	Unidades Totales	Q Caudal Aguas Negras (L/s)	Q Caudal Aguas Lluvias (L/s)	Q Caudal Total (L/s)
1	Caja de Inspeccion N°1 - Caja de Inspeccion N°2	16.20	396.00	0.00	396.00	7.87	10.66	18.53
2	Caja de Inspeccion N°2 - Pozo de Inspeccion Proyectado	11.00	5.00	396.00	401.00	7.91	21.42	29.33
3	Pozo de Inspeccion Proyectado - Pozo Existente	20.00	0.00	421.00	401.00	7.91	21.42	29.33

Tabla N°26. Calculo Caudales de Diseño Colector Combinado.
Fuente. Elaboración Propia.

CALCULO COLECTOR COMBINADA "TECNO ACADEMIA - SOGAMOSO"															
Tramo N°1	Descripcion	Longitud (m)	Material	Ks (mm)	Ø Diametro (Pulg.)	Ø Diametro (m)	Pendiente (S%)	Caudal Tubo Lleno Qo (L/s)	Velocidad Tubo Lleno Vo (m/s)	Fuerza Tractiva Ft(Kg/m2)	Q/Qo	Y/Ø	V/Vo	Velocidad (m/s)	Y(m)
1	Caja de Inspeccion N°1 - Caja de Inspeccion N°2	16.20	PVC	0.0015	6	0.15	1.24%	38.018	2.080	0.00462	0.49	0.555	0.865	1.799	0.085
2	Caja de Inspeccion N°2 - Pozo de Inspeccion Proyectado	11.00	PVC	0.0015	8	0.20	6.36%	172.649	5.323	0.03169	0.17	0.316	0.616	3.279	0.064
3	Pozo de Inspeccion Proyectado - Pozo Existente	20.00	PVC	0.0015	10	0.25	1.75%	155.321	3.065	0.011	0.19	0.334	0.636	1.949	0.085

Tabla N°27. Calculo Relaciones Hidráulicas Colector de Aguas Combinado.
Fuente. El autor.

CALCULO COLECTOR COMBINADA "TECNO ACADEMIA - SOGAMOSO"									
Tramo N°1	Descripcion	Longitud (m)	Pendiente (S%)	Ø Diametro (Pulg.)	Ø Diametro (m)	Caida (m)	COTAS		
							Terreno	Clave	Batea
1	Caja de Inspeccion N°1 - Caja de Inspeccion N°2	16.20	1.24%	6.00	0.15	0.200	2510.30	2509.55	2509.40
2	Caja de Inspeccion N°2 - Pozo de Inspeccion Proyectado	11.00	6.36%	8.00	0.20	0.700	2510.20	2509.40	2509.20
3	Pozo de Inspeccion Proyectado - Pozo Existente	20.00	1.75%	10.00	0.25	0.35	2510.00	2508.75	2508.50
						PUNTO DE CONEXIÓN ALCANTARILLADO EXISTENTE		2508.15	

Tabla N°28. Calculo Cotas Alcantarillado Combinado.
Fuente. El autor.

6. DIMENSIONAMIENTO DE LAS TUBERÍAS DE VENTILACIÓN.

El sistema de desagüe debe ser adecuadamente ventilado, a fin de mantener la presión atmosférica en todo momento y proteger el sello de agua por los aparatos sanitarios, contra el sifonaje, mediante el uso adecuado de ramales de ventilación, tubos auxiliares de ventilación en conjunto, etc.

Los tubos de ventilación tendrán una pendiente uniforme no menor del 1%, en forma tal que el agua no pudiera condensarse en ellos, escurra a un conducto de desagüe o bajante. Los tubos de ventilación conectados a un tramo horizontal del sistema de desagüe, se orientarán verticalmente o en ángulo no menor de 45° hasta una altura mínima de 15 cm por encima desnivel de rebose de las piezas que esos tubos ventilan antes de extenderse horizontalmente. Toda bajante de aguas negras deberá prolongarse al exterior, sin disminuir su diámetro, para llenar los requisitos de ventilación. La distancia máxima entre la salida de un sello de agua y el tubo de ventilación correspondiente estará de acuerdo con lo establecido en la siguiente tabla. Esta distancia se medirá a lo largo del conducto de desagüe, desde la salida del sello de agua hasta la entrada del tubo de ventilación y no podrá ser menor del doble del diámetro del conducto de desagüe.

Diámetro del conducto de desagüe de la pieza (pg)	Distancia Máxima entre el sello de agua y el tubo de ventilación (m)
1 ¼"	0.75
1 ½"	1.10
2	1.50
3	1.80
4	3.00

Tabla N°29. Distancia entre Sello Hidráulico y Ventilación
Fuente. Elaboración Propia.

7. BIBLIOGRAFIA.

- REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO RAS – 2000, SECCION II TÍTULO E TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.
- RESOLUCIÓN 0330 DE 2017, POR LA CUAL SE ADOPA EL REGLAMENTO TECNICO PARA EL SECTOR DE AGUA PORABLE Y SANEAMIENTO BASICO (RAS) Y SE DEROGAN LAS RESOLUCIONES NUMERO 1096 DE 2000, 0424 DE 2001, 0668 DE 2003, 1457 DE 2005, 1447 DE 2005 Y 2320 DE 2009
- INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, DE GAS Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS EN EDIFICACIONES, RAFAEL PEREZ CARMONA 7 edición