INFORME ABASTOS

Viva Creativa – Casa de la Cultura

JUAN JAIRO MACÍAS HENAO

AGOSTO 2025

Tabla de contenido

MEMORIAS DE CALCULO ABASTOS 2
INTRODUCCION 2
CRITERIOS DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE ABASTOS. 3
CALCULO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION AL INTERIOR. 5
CALCULO MEDIDOR GENERAL. 9
CALCULO MEDIDOR POR VIVIENDA. 10
TANQUES DE ALMACENAMIENTO 11
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO 12
RUTA CRÍTICA PARA LA RED DE AGUA POTABLE 13
EQUIPOS DE BOMBEO 14
VALIDACION HIDRAULICA 19

Proyecto: Casa de La Cultura que consta 22 apartamentos repartidos en 6 pisos 2 por piso.

INTRODUCCION

El presente documento constituye las memorias de cálculo del sistema de abastos para el proyecto Viva creativa – Casa de la Cultura, edificio ubicado en el municipios de Montebello en el departamento de Antioquia, el cual está diseñado en el contexto del desarrollo de infraestructuras esenciales para el bienestar y desarrollo sostenible de las comunidades, el presente documento se enfoca en los principios fundamentales y aplicaciones prácticas necesarias para el diseño y cálculo de sistemas de abastecimiento de agua.

Esta memoria de cálculo abarca desde la conceptualización a través de un enfoque detallado en la selección de fuentes de agua, estimación de demandas, y diseño de infraestructura de almacenamiento y distribución, este documento propone metodologías y normativas adaptadas a los retos contemporáneos en la ingeniería civil y ambiental.

CRITERIOS DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE ABASTOS.

En base al numeral 7.4.3 de la NTC 1500: 2023, el sistema de distribución de agua debe ser diseñado y las dimensiones del tubo deben ser seleccionadas, de tal manera que bajo las condiciones de demanda pico abastezcan a los aparatos sanitarios para las capacidades de caudal y presión mínimas a las mostradas en la siguiente Tabla o debe estar de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Aparato	Q inst NTC 1500-2023	Presión mínima m.c.a
Boca manguera	0.18	5.6
Ducha	0.16	14
Lavadero	0.25	5.6
Lavamanos	0.05	5.6
Lavamanos Mujer	0.05	5.6
Lavaplatos	0.17	5.6
Llaves	0.25	5.6
Orinales	0.75	17.5
Sanitario fluxómetro	1.58	24.5
Sanitario Tanque	0.38	14

Tabla 1 Caudales y presiones mínimas para sistemas de distribución (NTC 1500:2023)

Dado que, en el mercado, existe variedad de fabricantes, para el diseño también se tienen en cuenta el promedio de los consumos más representativos de estos, los cuales están listados a continuación.

Aparato	Q. Instant	Presión mínima m.c.a
Boca manguera	0.1	5
Ducha	0.2	15
Lavadero	0.2	5
Lavadora	0.2	2
Lavamanos	0.2	5
Lavamanos Mujer	0.1	5
Lavaplatos	0.2	10
Llaves	0.15	5
Orinales	0.15	7.5
Orinales fluxómetro	1	7.5
Sanitario fluxómetro	2	10
Sanitario Tanque	0.15	10

Tabla 2 Caudales y presiones mínimas representativas de los aparatos en el mercado

Dado que se encuentran diferencias entre estas tablas, para el diseño se toma el máximo entre estas dos tablas, para garantizar que el sistema ofrece el caudal requerido aun en el caso más exigente, para ello se tomaran los valores listados en la siguiente tabla.

Aparato	Q. Instant	Máximo
Boca manguera	0.1	0.183333333
Ducha	0.2	0.2
Lavadero	0.2	0.25
Lavadora	0.2	0.2
Lavamanos	0.2	0.2
Lavamanos Mujer	0.1	0.1
Lavaplatos	0.2	0.2
Llaves	0.15	0.25
Orinales	0.15	0.75
Orinales fluxómetro	1	1
Sanitario fluxómetro	2	2
Sanitario Tanque	0.15	0.383333333

Tabla 3 Caudales instantáneos para el diseño del sistema de abastos.

Aparato	Unidades	Q. Instant L/s	Caudal Total L/s	Presion minima m.c.a
Ducha	2	0.20	0.4	15
Lavadero	1	0.20	0.2	5
Lavadora	1	0.20	0.2	2
Lavamanos	2	0.20	0.4	5
Lavaplatos	1	0.20	0.2	10
Sanitario Tanque	2	0.15	0.3	10
Σ	***9***		***1.7***	

Tabla 4 Unidades de abasto y Caudal posible para el proyecto

CALCULO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION AL INTERIOR.

Para el cálculo se utilizará el método Racional con factores de simultaneidad.

$$K_1 = \frac{1}{(n-1)^{0.5}}$$

Donde:

n es el número de aparatos por apartamento

K_1 factor de simultaneidad por apartamento. (oficina o unidad ocupacional)

$$Q_d = \sum Q_i \times K_1$$

Donde

Q_i = Es el caudal instantáneo por aparato

K_1 = Factor de simultaneidad para la unidad ocupacional

Para edificaciones donde se conoce por anticipado cual va a ser el consumo, durante un tiempo determinado. De uso común en instalaciones del T, colectivo en sitios de mucha concentración de servicios en forma instantánea. Por ejemplo: internados, escuelas, cuarteles, etc, o cuando se tiene presencia de sanitarios u orinales con fluxómetro. Se supone que el un grupo de aparatos funcionarían a la vez en un mismo tiempo; para este caso se recomienda calcular el caudal de diseño aplicando el método racional parcial, pero, multiplicando el K1 por un factor de 2.5, así:

$$K_1 = \frac{1}{(n-1)^{0.5}}$$

Donde:

n es el número de aparatos por apartamento

K_1 factor de simultaneidad de alto consumo

FACTOR DE SIMULTANEIDAD POR NUMERO DE VIVIENDAS, UNIDADES DE BAÑO, OFICINAS O NUMERO DE EDIFICIOS EN URBANIZACION K_2

Para el caso de tener múltiples unidades de vivienda, unidades de baño, oficinas o edificio en la urbanización es necesario calcular, un factor de simultaneidad adicional K_2, para determinar la simultaneidad de estas unidades adicionales

$$K_2 = \frac{19 + N}{10 \times (N + 1)}$$

Donde:

N: Número de unidades de vivienda, oficinas o edificio en la urbanización

Para el cálculo del Viva Creativa – Casa de la cultura, se tiene que todo funcionara como una vivienda con dos unidades de baño por tanto N = 2, con este valor procedemos a determinar el caudal requerido:

Tipo de instalación	Residencial
Numero Aparatos n=	*9*
Numero Baterías N=	*2*
Numero de Torres M=	*1*
K1adoptado =	*0.3535*
K2 =	0.7
K3 =	1.0

Tabla 5 Factores de simultaneidad calculados

El caudal probable será entonces

$$Q_d = \sum Q_i \times K_1 \times K_2$$

CAUDAL PROBABLE DE DISEÑO

Qd= 1.7 L/s x 0.3535 x 0.7 =0.42 L/s

VELOCIDADES MÁXIMAS EN REDES DE ABASTO

La velocidad máxima de diseño será de 2 m/s para tuberías de diámetro inferior a 3" y para diámetros mayores la velocidad máxima será de 2.5 m/s. Estos límites se establecieron con el fin de evitar problemas, como una excesiva fricción que desgaste la tubería por arenillas en suspensión, la cavitación, el golpe de ariete, la vibración en las tuberías y el ruido.

PRESIÓN MÍNIMA

La presión mínima recomendable en el accesorio más desfavorable es de 15 m.c.a.

DIÁMETRO MÍNIMO

El diámetro mínimo para redes internas es de ½".

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN TUBERÍAS

Se emplea la ecuación de Darcy-Weisbach

$$J = f \times \left(\frac{L}{D}\right) \times \left(\frac{v^2}{2g}\right)$$

Dónde:

J= Pérdidas por fricción

f= Factor de fricción

L= Longitud de tubería

D= Diámetro

V= Velocidad

El factor de fricción se calcula con la expresión

$$f = \frac{0.25}{\left(\log\left|\frac{k_s}{3.7D} + \frac{5.74}{\mathrm{Re}^{0.9}}\right|\right)^2}$$

Dónde:

Ks= Rugosidad relativa

Re= Número de Reynolds

El Número de Reynolds es un indicador del tipo de flujo dentro de la tubería. Se calcula usando la fórmula:

$$R_e = \frac{\rho V D}{\mu} = \frac{V D}{\nu}$$

Donde:

ρ es la densidad del fluido
V es la velocidad media del fluido
D es el diámetro interno de la tubería
μ es la viscosidad dinámica del fluido
ν es la viscosidad cinemática del fluido.

Pérdidas menores

Los accesorios generan pérdidas adicionales a las de los tramos rectos de tubería. Estas pérdidas se calculan con la expresión:

$$h_m = \sum k_m \frac{v^2}{2g}$$

Dónde:

Hm= Pérdidas menores

Km= Coeficiente empírico de pérdidas menores

V= Velocidad de flujo

CALCULO MEDIDOR GENERAL.

Nombre del diseñador:	Juan Jairo Macias
Nombre del proyecto:	Viva Creativa – Casa la Cultura
Fecha de elaboración:	JULIO 2025

2. Determinación del Volumen del tanque

Tipo de proyecto:	Residencial
Estrato:	3
Número de viviendas:	22
Dotación neta:	11.28 m^3/viv-mes
Volumen del tanque a llenar estimado:	8.27 m^3
Volumen del tanque a llenar escogido:	8.27 m^3
Consumo mensual estimado:	248.12 m^3/mes

3. Cálculo de caudal que pasará por la acometida y medidor

Tiempo de llenado de tanque:	10 horas
Caudal:	0.83 m^3/h

4. Medidor mecánico calculado

Diámetro mínimo del medidor:	15 mm
Relación R mínima (Q3/Q1):	160
Velocidad en el medidor:	1.30 m/s

5. Medidor ultrasónico calculado

Diámetro mínimo del medidor:	25 mm
Relación R mínima (Q3/Q1):	500
Velocidad en el medidor:	0.47 m/s

6. Acometida a instalar calculada

Diámetro de la acometida:	20 mm PE80 PN16
Velocidad en la acometida:	1.23 m/s

CALCULO MEDIDOR POR VIVIENDA.

1. Datos del proyecto y diseñador

Nombre del diseñador:	Juan Jairo Macias
Nombre del proyecto:	Viva Creativa – Casa la Cultura
Fecha de elaboración:	JULIO 2025

2. Tipo de proyecto:	Residencial

3. Cálculo del caudal aportada por cada local, oficina, etc.

Aparatos	Caudal por Aparato	Nº. Aparatos	Caudal total
Lavamanos	0.20 L/s	2	0.40 L/s
Ducha	0.20 L/s	2	0.40 L/s
Inodoro con tanque (cisterna)	0.15 L/s	2	0.30 L/s
Lavavajillas doméstico	0.20 L/s	1	0.20 L/s
Lavadero	0.20 L/s	1	0.20 L/s
Lavadora doméstica	0.20 L/s	1	0.20 L/s
Total		9	1.7 L/s
Simultaneidad por aparatos Kv	0.3536		

4. Caudal aportado por el sistema con presión directa de la red

Cantidad de instalaciones:	1
Simultaneidad por instalación repetida K2:	0.7
Caudal máximo probable Qmaxe:	0.42 L/s
Caudal máximo probable Qmaxe:	1.51 m³/h

5. Caudal que pasará por la acometida y medidor

Caudal:	1.51 m³/h

6. Medidor a instalar calculado

Diámetro mínimo del medidor:	15 mm
Tipo:	Mecánico
Relación R mínima (Q3/Q1):	160
Velocidad en el medidor:	2.38 m/s

TANQUES DE ALMACENAMIENTO

El tanque de almacenamiento calculado tendrá la capacidad de reserva total (CDT) para proveer un día completo de suministro de agua, el cual se obtiene con la siguiente formula

$$CDT = Consumo\ diario\ por\ Vivienda\ \times Numero\ de\ viviendas$$

Donde:

CDT = Consumo diario total (m^3)

Consumo por vivienda = Consumo diario por vivienda.

Para Los consumos diarios por vivienda se tomarán los valores de consumo de EPM, mostrados en la siguiente tabla.

ESTRATO	CONSUMO DIARIO POR VIVIENDA	UNIDAD	USO
1	*0.3596*	*m^3/Vivienda-día*	Domestico
2	*0.3897*	*m^3/Vivienda-día*	Domestico
3	*0.3759*	*m^3/Vivienda-día*	Domestico
4	*0.3738*	*m^3/Vivienda-día*	Domestico
5	*0.3906*	*m^3/Vivienda-día*	Domestico
6	*0.4755*	*m^3/Vivienda-día*	Domestico

Tabla 6 Consumo diario por vivienda (EPM)

Para el proyecto se tomarán como base el consumo diario para estrato 3

$$CDT = 0.3789\ \frac{m^3}{vivienda - dia} \times 22\ vivienas$$

$$CDT = 8.27\ {}^{m^3}/_{dia}$$

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

El sistema de abastecimiento es un sistema de presión constante combinado, el cual dispone el almacenamiento de agua en un tanque inferior y de allí por medio de un sistema de bombeo el agua es succionada e impulsada a la red de distribución y así llevar agua hasta a cada una de las baterías sanitarias, manteniendo una presión dinámica mínima de 15 m.c.a en el nivel y aparato más desfavorable, y se conetactara el acueducto a lared presurizada con dispositvos de contro de agua

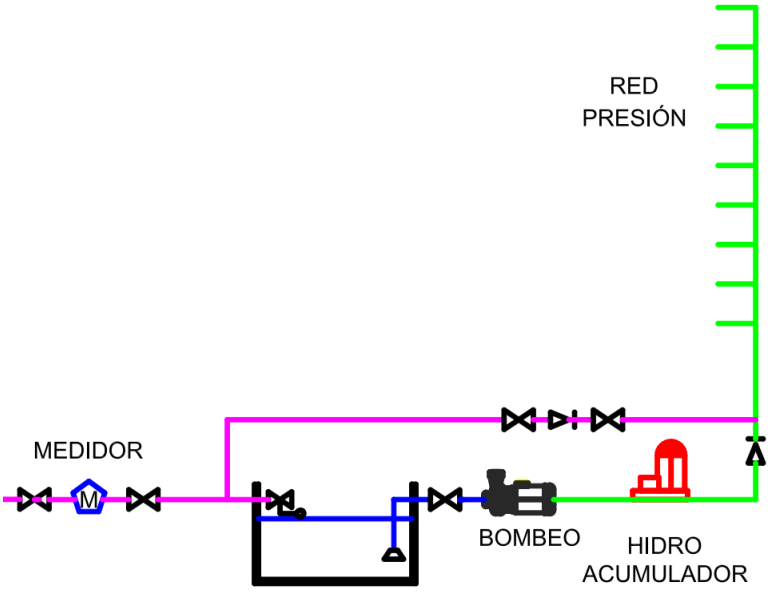


Figura 1 Sistema de presión constante combinado

La presión requerida por el equipo de presión constante será la necesaria para llevar el agua al aparato mas desfavorable y tener la presión residual requerida para su funcionamiento.

RUTA CRÍTICA PARA LA RED DE AGUA POTABLE

TRAMO		Longitud	Ducha	Lava-dero	Lava-dora	Lava-manos	Lava-platos	Sanitario Tanque	Qi Propio	Qi	N	n	K1	K2	Qd
De	A	(m)							(l/s)						(l/s)
BOMBAS	T1	11.55	44	22	22	44	22	44	37.4	37.4	22	9	0.354	0.178	2.357
T1	M	11.61	20	10	10	20	10	20	17.0	17.0	10	9	0.35	0.26	1.58
M	A	18.35	2	1	1	2	1	2	1.7	1.7	1	9	0.35	1.00	0.60
A	B	1.45	2	1	1	2		2	1.5	1.5	1	8	0.38	1.00	0.57
B	C	0.84	2		1	2		2	1.3	1.3	1	7	0.41	1.00	0.53
C	D	0.76	2		1	1		2	1.1	1.1	1	6	0.45	1.00	0.49
D	E	0.73	2		1	1		1	1.0	1.0	1	5	0.50	1.00	0.48
E	F	0.57	2		1	1			0.8	0.8	1	4	0.58	1.00	0.46
F	G	0.95	1		1	1			0.6	0.6	1	3	0.71	1.00	0.42
G	DUCHA	1.85	1						0.2	0.2	1	1	1.00	1.00	0.20

Qd	Diámetro		Área	V	Reynolds	Factor fricción	Hf	CODO	TEE	TEE	VALVULA		Km	Hm	H total
(l/s)	(in)	(mm)	m²	(m/s)			m	90	DIRECTA	90°	ABIERTA	CHEQUE		m	m
2.357	2	54.58	0.0023	1.0075	54885.0	0.02045	0.224	4	13	1		1	14.4	0.746	0.970
1.58	2	54.58	0.0023	0.6773	36896.1	0.02235	0.111	3	10	1			9.5	0.222	0.334
0.60	1	30.2	0.0007	0.8391	25293.1	0.02450	0.535	5			2	1	8.6	0.309	0.844
0.57	0.5	16	0.0002	2.8198	45032.6	0.02162	0.795		1				0.5	0.203	0.998
0.53	0.5	16	0.0002	2.6396	42155.3	0.02193	0.409		1				0.5	0.178	0.587
0.49	0.5	16	0.0002	2.4467	39074.4	0.02230	0.323		1				0.5	0.153	0.476
0.48	0.5	16	0.0002	2.3625	37729.3	0.02247	0.292		1				0.5	0.142	0.434
0.46	0.5	16	0.0002	2.2972	36687.2	0.02261	0.217		1				0.5	0.135	0.351
0.42	0.5	16	0.0002	2.1101	33699.3	0.02304	0.311		1				0.5	0.114	0.424
0.20	0.5	16	0.0002	0.9947	15886.0	0.02758	0.161			1			1.8	0.091	0.252
							3.38	**12**	**29**	**3**	**2**	**2**	**37.3**	**2.29**	**5.67**

Presiones en red de Agua Potable
Hf total= 5.67 m.c.a.
Presión residual mínima= 15 m.c.a Información técnica Aparato más desfavorable (Ducha)
Altura estática = 15.3m
Delta de presión del Hidro acumulador = 7 m.c.a

Presión necesaria= 5.67 m.c.a. +15 m.c.a. + 15.3 m.c.a + 7 m.c.a = 42.97 m.c.a = 61.38 PSI

EQUIPOS DE BOMBEO

La selección de las bombas para el sistema, será aquella que presente el punto de operación, en su zona de mejor eficiencia. Este punto en el diseño se obtiene de crear la curva de Caudal Vs Presión, del sistema de impulsión versus la curva característica de la bomba.

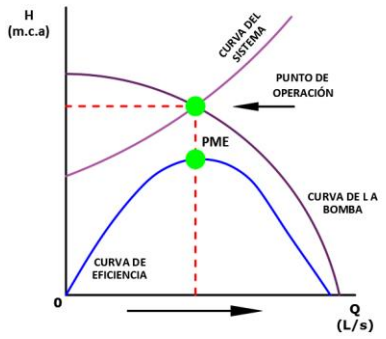


Figura 2 Punto de operación de la bomba

Punto de diseño

El punto de diseño del sistema se define por el caudal (Q) y la altura dinámica (Hb) calculados inicialmente para las condiciones requeridas:

Q (l/s)	Hb (m)
2.36	42.97

Tabla 7 Punto de diseño del sistema

Curva del sistema

La **curva del sistema** representa la altura total (en metros) que una bomba debe vencer para transportar un caudal determinado a través de una red hidráulica. Esta curva depende de tres componentes principales:

1. **Cabeza estática**

   Es la diferencia de altura entre el nivel de succión y el de descarga. Si hay presiones involucradas en los extremos, también se consideran Es un valor constante para todo el rango de caudales.

2. **Pérdidas por fricción**

   Ocurren debido al roce del agua con las paredes internas de la tubería. Se calculan con la ecuación de Darcy–Weisbach:

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

   Donde:

   f es el factor de fricción (depende del número de Reynolds y de la rugosidad relativa de la tubería).

   L es la longitud de la tubería.

   Des el diámetro interno.

   V es la velocidad del flujo

   g es la gravedad.

3. **Pérdidas menores (locales)**

   Provienen de accesorios como codos, válvulas, tees, etc. Se estiman con:

$$h_m = \sum k_m \frac{V^2}{2g}$$

Donde K es el coeficiente de pérdida local (varía según el tipo de accesorio). Se suman todas las pérdidas locales del sistema

Construcción de la curva del sistema

Para construir la curva:

1. Selecciona varios valores de caudal (por ejemplo, de 0 a 4 litros por segundo).
2. Para cada caudal:
    - Calcula la velocidad.
    - Calcula el número de Reynolds y el factor f.
    - Determina las pérdidas por fricción (hf) y pérdidas menores (hk).
    - Suma la cabeza estática, las pérdidas por fricción y las pérdidas locales:

$$H_{sistema}(Q) = H_{TOTAL} + h_f(Q) + \sum h_m(Q)$$

3. Registra el parde valores de caudal (Q),y perdidas (Htotal) para cada valor de caudal.
4. Grafica esos puntos: eje X para caudal (L/s) y eje Y para altura total (m).

El resultado es una curva ascendente (parabólica), que muestra cómo aumenta la exigencia de altura a medida que aumenta el caudal.

Para la construcción de la curva se toman los datos del sistema y se listas en la siguiente tabla

Diámetro (in)	2.00
Diámetro (m)	0.05418
Ks (m)	0.0000015
Material	PVC
υ (m^2/s)	0.000001007
Longitud (m)	48.66
Km (Adim)	37.30
H_{Total} (m)	40.00
$Q_{Diseño}$ (l/s)	2.357
$Q_{Diseño}$ (m^3/s)	0.002

Tabla 8 Datos de entrada para la curva del sistema

Graficar del sistema

- Eje horizontal: caudal Q.
- Eje vertical: altura total Hsistema o Cabeza (m).

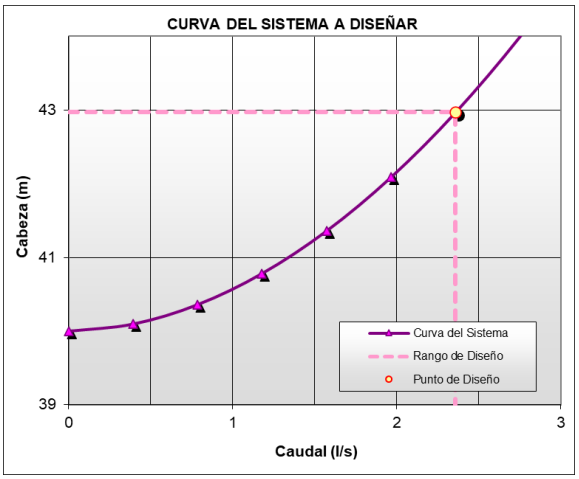


Figura 3 Curva del sistema

Comparación con la curva de la bomba

- La **curva de la bomba** (Q vs H) la proporciona el fabricante, mostrando la capacidad de la bomba a diferentes puntos operativos.
- El **punto de operación** es donde ambas curvas se intersecan: allí el sistema entrega el caudal con la carga (head) requerida
- Ese punto define el rendimiento real del sistema y ayuda a verificar que la bomba opere en su rango de eficiencia óptimo

Bomba del sistema

Para el sistema se selecciona la bomba sumergible AP5507-2, la cual entrega el caudal y la presión requeridas por el sistema, y estas se instalarán en una configuración de 2 bombas alternadas y en paralelo, para poder entregar de este modo un caudal máximo de 3.70 L/s (157% el caudal de diseño).

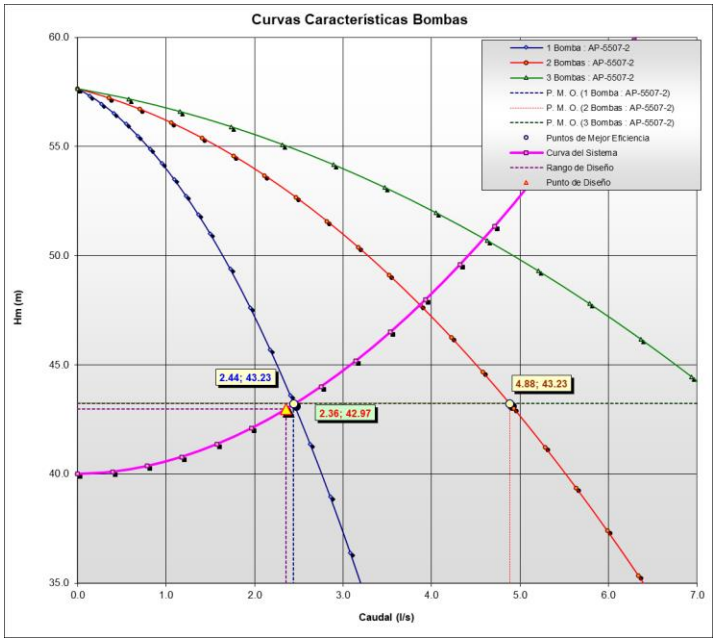


Figura 4 Curvas Bombas Vs Curva del sistema

VALIDACION HIDRAULICA

El proyecto se centra en la simulación de una red de abasto para una vivienda unifamiliar, considerando la demanda de los siguientes aparatos sanitarios:

Duchas
Lavamanos
Sanitarios
Lavaderos
Lavaplatos

El objetivo principal de este informe es presentar un modelo de cálculo que permita, a través de EPANET, un software de dominio público desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), justificar técnicamente la selección de los componentes de la red. Los objetivos específicos incluyen:

- Modelar la red de distribución interna, incluyendo la topología y las propiedades de las tuberías.
- Calcular la presión residual en los puntos de consumo bajo la condición de demanda.
- Validar que las presiones y caudales calculados cumplen con los mínimos y máximos requeridos.
- Justificar la selección de los diámetros y materiales de las tuberías para asegurar las presiones residuales y caudales requeridos.

Modelo Matemático de EPANET

El éxito de una simulación hidráulica reside en la correcta aplicación de los principios físicos que rigen el flujo de fluidos en sistemas a presión. El modelo de EPANET se fundamenta en estas leyes y en algoritmos numéricos eficientes para resolver el complejo sistema de ecuaciones que describe el comportamiento de la red.

Principios de la Hidráulica en Redes a Presión

Toda red de distribución de agua, por simple que sea, se rige por dos principios fundamentales:

- **Ecuación de Continuidad (Balance de Masa):** Este principio establece que, para un régimen de flujo estacionario, la suma de los caudales que entran a un nudo de la red debe ser igual a la suma de los caudales que salen de él. Esto garantiza que no se acumule ni se pierda masa en los nudos, cumpliendo con la ley de conservación de la masa.
- **Ecuación de Conservación de la Energía (Ecuación de Bernoulli):** Esta ecuación relaciona la energía total del fluido en dos puntos de un sistema. La energía total, expresada como carga o altura piezométrica, está compuesta por la altura de elevación, la altura de presión y la altura de velocidad. La diferencia de energía entre dos puntos conectados por una tubería es igual a las pérdidas de carga que se producen a lo largo del trayecto. La ecuación general se expresa como:

$$H_1 = H_2 + h_L$$

Donde H_1 y H_2 son las cargas totales en los puntos 1 y 2, respectivamente, y h_L representa las pérdidas de carga entre esos puntos.

El Modelo Matemático de EPANET

EPANET resuelve de forma iterativa un sistema de ecuaciones no lineales que combina el principio de continuidad en cada nudo y la relación de pérdidas de carga en cada tubería. Para lograrlo, el software utiliza el **método de Newton-Raphson**, un algoritmo numérico robusto que permite encontrar la solución simultánea de las cargas (presiones) y los caudales en la red.
El uso de un método iterativo como Newton-Raphson es una decisión técnica crucial, ya que permite abordar la complejidad inherente a las ecuaciones no lineales de la hidráulica. Su implementación en el software es un factor determinante en la fiabilidad de la simulación. La robustez del cálculo depende de la adecuada configuración de los parámetros de convergencia, como el criterio de precisión (ACCURACY) y el número máximo de intentos (MAX_TRIALS), que definen cuándo se considera que se ha alcanzado una solución aceptable. Una comprensión avanzada de estos parámetros es esencial para solucionar problemas de inestabilidad en la simulación, por ejemplo, si se presentan errores de convergencia en diseños de red que incluyen controles de presión muy próximos entre sí.

Pérdidas de Carga en Tuberías

Las pérdidas de carga representan la reducción de energía que experimenta el fluido debido a la fricción con las paredes de las tuberías (pérdidas continuas) y a la presencia de accesorios como codos, válvulas o tees (pérdidas localizadas). EPANET permite calcular las pérdidas continúas utilizando tres fórmulas distintas:

- **Fórmula de Hazen-Williams:** Específicamente diseñada para el flujo de agua en tuberías, esta fórmula empírica es popular por su simplicidad. Su ecuación es:

$$H_L = 4.727 \frac{L \times Q^{1.852}}{C^{1.852} \times d^{4.871}}$$

  Donde:
  HL es la pérdida de carga
  L la longitud
  Q el caudal
  C el coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams
  d el diámetro.
- **Fórmula de Darcy-Weisbach:** Considerada la fórmula más precisa y universal, se basa en principios físicos y es aplicable a cualquier fluido y régimen de flujo (laminar o turbulento). Su ecuación es:

$$H_L = f \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g}$$

  Donde:
  f es el factor de fricción
  L la longitud
  d el diámetro
  v la velocidad
  g la gravedad.
  El factor de fricción

f es una función del número de Reynolds y la rugosidad relativa del material, lo que requiere un cálculo más complejo, a menudo iterativo.

- **Fórmula de Chezy-Manning:** Aunque también disponible en EPANET, esta fórmula se utiliza más comúnmente para el cálculo de flujo en canales abiertos y alcantarillado, siendo menos precisa para redes de agua a presión.

Para un análisis de ingeniería riguroso, se recomienda el uso de la fórmula de Darcy-Weisbach. Dado que de Darcy-Weisbach ofrece una base teórica más sólida y resultados más fiables, lo que eleva el estándar del análisis. Las pérdidas localizadas, por su parte, se modelan mediante coeficientes de pérdidas

Metodología de Diseño: De la Demanda a la Presión Residual

El cálculo hidráulico se hará con los datos obtenidos en el calculo hidráulico, ingresando las demandan en los nodos evaluados y verificando la presión residual.

Criterios de Diseño (Presión y Velocidad)

Para garantizar un diseño funcional y seguro, la simulación debe cumplir con los siguientes criterios de ingeniería:

- **Presión de Servicio:** La presión residual en cualquier punto de consumo debe ser suficiente para el correcto funcionamiento de los aparatos. Para grifos comunes, la presión mínima recomendada esta mostrada en la tabla 2
- **Velocidad de Flujo:** Para evitar ruidos molestos, golpes de ariete y la erosión interna de las tuberías, la velocidad del fluido no debe exceder un rango recomendado. Un rango ideal se sitúa entre 1.5 y 4.0 m/s.

Desarrollo de la Simulación en EPANET

El proceso de simulación en EPANET sigue una serie de pasos sistemáticos para modelar la realidad física de la red:

1. **Dibujo de la Red:** Se crea un esquema topológico de la instalación, representando los puntos de consumo, las uniones y las tuberías.
2. **Definición de Elementos:** Se ingresan las propiedades de cada componente:
   - **Nudos (Puntos de Consumo y Uniones):** Se asigna una elevación y la demanda base calculada previamente con el método de Hunter.
   - **Tuberías:** Se definen sus propiedades físicas: longitud, diámetro interior, y coeficiente de rugosidad según el material. También se consideran las pérdidas menores asociadas a codos, tees y válvulas.
3. **Configuración del Análisis:** Se establecen los parámetros de la simulación. En este caso, se ha seleccionado la fórmula de Darcy-Weisbach para las pérdidas de carga por su precisión superior.
4. **Ejecución de la Simulación:** Una vez que todos los datos de entrada han sido cargados, se ejecuta el análisis hidráulico. EPANET calcula la solución para un período estacionario, resolviendo las ecuaciones de forma iterativa y proporcionando resultados para cada nudo y tubería de la red.

Presentación de Resultados

EPANET proporciona una variedad de herramientas para visualizar e interpretar los resultados de la simulación, incluyendo mapas de la red codificados por colores, tablas detalladas y gráficos de la evolución temporal de las variables. A continuación, se presentan los resultados clave de la simulación, enfocados en las presiones residuales y las velocidades de flujo.

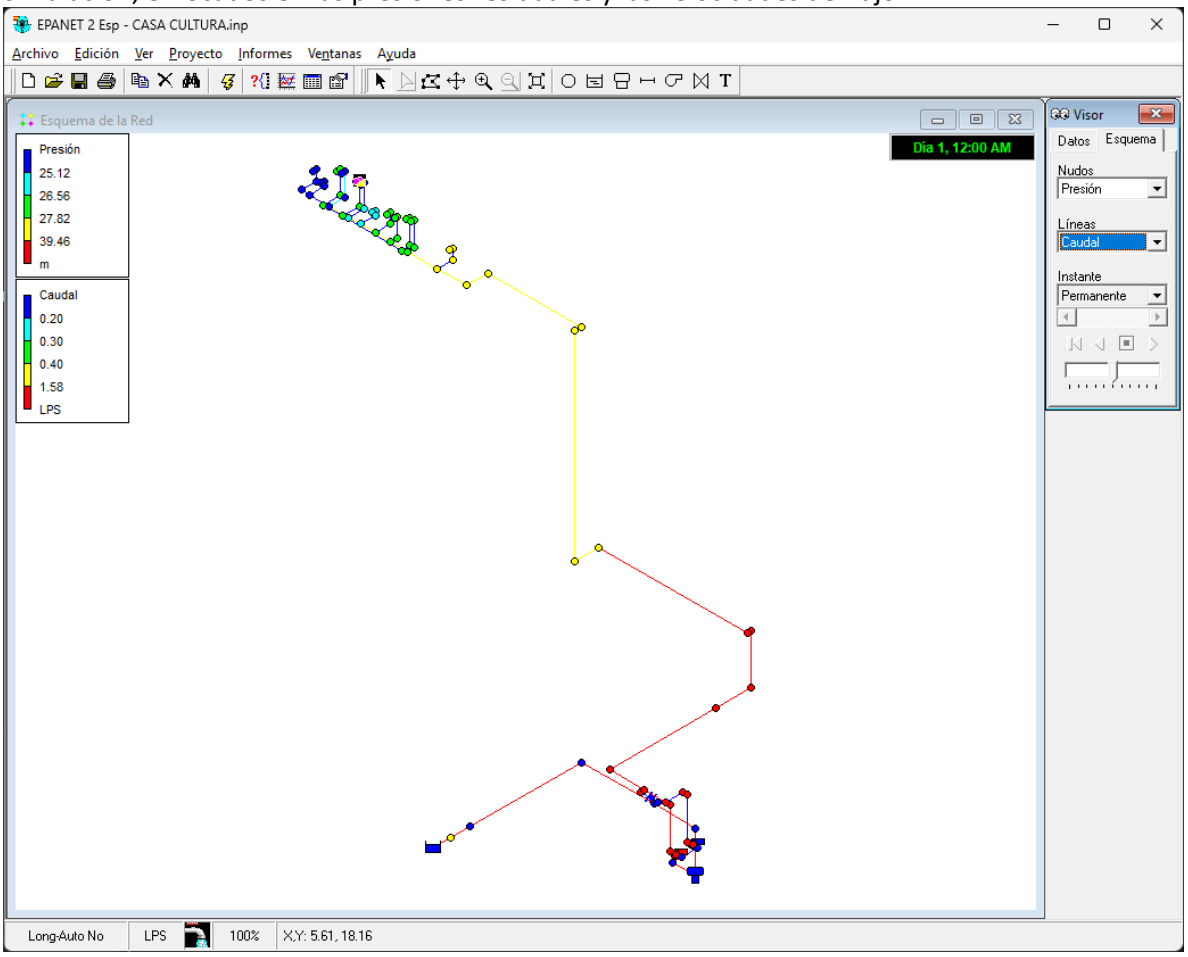


Figura 5 Modelo EPANET

En el modelo de Epanet, se muestra el apartamento de diseño, el más lejano del piso más alto, se muestra un reservorio simulando la conexión al sistema de acueducto, con la altura igual a la presión requerida según los cálculos, llenando el tanque, al cual se conectan dos bombas, de las cuales solo una está activa, conectado esta red con un bypass entre el llenado de tanques y la red de distribución, como se muestra figura anterior.

Como resultado de la modelación mostramos el valor de la presión residual en el aparato de diseño

Nudo de Caudal DUCHA

Propiedad	Valor
*ID Nudo de Caudal	DUCHA
Coordenada X	-9.89
Coordenada Y	16.49
Descripción	
Etiqueta	
*Cota	15.3
Demanda Base	0.2
Curva de Demanda	
Tipos de Demanda	1
Coeficiente del Emisor	
Calidad Inicial	
Intensidad de la Fuente	
Demanda Real	0.20
Altura Total	39.07
Presión	23.73
Calidad	0.00

Tabla 9 Presión residual en Ducha (EPANET)

La presión residual en la ducha es de 23.73m.c.a, presión adecuada y suficiente para garantizar el correcto funcionamiento del aparato de diseño (mínimo 15m.c.a Ver tabla 2).

ING JUAN JARIO MACIAS HENAO
DIRECTOR TECNICO
T.P 0523766500