

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES

FACULTAD DE TECNOLOGIA

CARRERA DE CONSTRUCCIONES CIVILES



**CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DOMICILIARIA DE AGUA
POTABLE PARA UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR EN LA
CIUDAD DE EL ALTO**

Examen de Grado

Trabajo de aplicación presentado para la obtención del Grado de Licenciatura

POR. CARLOS ENRIQUE CALDERON FERNANDEZ

LA PAZ – BOLIVIA

2023

Agradecimientos

A mi familia por su infinito amor y apoyo.

A la UMSA por haberme formado
como profesional.

TRABAJO DE APLICACIÓN DE EXAMEN DE GRADO

Cálculo de la instalación domiciliaria de agua potable para un edificio multifamiliar
en la ciudad de El Alto

Presentado por: Univ. Carlos Enrique Calderón Fernandez

Para optar al grado académico de: **Licenciado en Construcciones Civiles**

Nota numeral:

.....

Nota literal:

.....

Ha sido:

Director de Carrera de Construcciones Civiles

M. Sc. Ing. Carlos Méndez Cárdenas

Tribunal:

.....

Tribunal:

.....

Índice de Contenido

Introducción	1
1. Planteamiento del problema	1
2. Objetivos	1
2.1 Objetivo general	1
2.2 Objetivos específicos	1
3. Justificación	1
4. Métodos de investigación	2
Capítulo 1 Marco Teórico y Conceptual	3
1.1 Sistemas de abastecimiento de agua potable	3
1.2 Abastecimiento de agua fría	3
1.3 Tipos de sistema de abastecimiento	4
1.4 Sistema indirecto con bombeo	4
1.4.1 <i>Acometida y tubería de alimentación</i>	5
1.4.2 <i>Tanques de agua</i>	5
1.4.3 <i>Equipo de bombeo</i>	6
1.4.4 <i>Red de distribución interna</i>	7
1.5 Esquema de la red de distribución interna	7
1.6 Materiales	7
1.6.1 <i>Tuberías de PVC.</i>	8
1.6.2 Llaves y válvulas.	8
1.7 Lineamientos para el cálculo de redes de agua potable en edificios	9
Capítulo 2 Descripción del lugar de Emplazamiento	11
2.1 Localización	11
2.2 Ubicación geográfica (UTM – WGS84 – 19k)	11
2.3 Descripción del proyecto	12
Capítulo 3 Cálculo y Dimensionamiento de los Componentes del Sistema	13
3.1 Elección del tipo de sistema	13
3.2 Elección del tipo de esquema de instalación	14
3.3 Dotación diaria	14
3.4 Volumen de almacenamiento	15
3.5 Sistema de impulsión	16
3.6 Equipo de bombeo	17
3.7 Red de distribución interna	19
3.7.1 <i>Velocidad</i>	19
3.7.2 <i>Caudal máximo probable</i>	20
3.7.3 <i>Dímetros</i>	20
3.7.4 <i>Cuadros de cálculo</i>	21
Capítulo 4	24
Conclusiones y Recomendaciones	24
Bibliografía	25
Anexos	26

Índice de Tablas

Tabla 1, Dotación diaria	14
Tabla 2, Volumen de Almacenamiento	15
Tabla 3, Pérdidas en el tramo de succión	17
Tabla 4, Pérdidas en el tramo de impulsión	18
Tabla 5, Unidades de gasto por sub ramal y pisos	21
Tabla 6, Red de agua potable fría	21
Tabla 7, Pérdidas de carga localizadas, long eq. de accesorios y válvulas	22
Tabla 8, Cálculo de presiones	23

Índice de Figuras

Figura 1, Esquema general de acometida	5
Figura 2, Esquema de tanques de polietileno	6
Figura 3, Equipo de Bombeo conectado a tanque cisterna	6
Figura 4, Diagrama de flujo para el cálculo de sistema indirecto con bombeo	10
Figura 5, Vista satelital del predio	12
Figura 6, Distribución de tanques elevados y montantes	16
Figura 7, Vista isométrica de la ruta crítica	20

RESUMEN

El presente trabajo desarrolla el estudio y cálculo del suministro de agua potable en un edificio multifamiliar de la ciudad de El Alto, en la zona de Santiago II, edificio de 5 plantas, de las cuales la primera (planta baja) está destinada al alquiler de locales comerciales y dos departamentos, los 4 niveles superiores a un conjunto habitacional. El cálculo de la instalación se basa en el Reglamento Nacional de Instalaciones Domiciliarias RENISDA asimismo mediante la recopilación de diversa información técnica y analizando las características propias de esta infraestructura se desarrolla un trabajo estructurado en 4 capítulos que permiten una completa comprensión del sistema de agua potable para el mencionado edificio.

Se comienza el trabajo de aplicación con un capítulo destinado a la descripción de conceptos generales que permiten entender el funcionamiento de un sistema de agua potable en edificaciones, y al procedimiento de cálculo que se abordará para realizar el dimensionamiento de los componentes de la instalación, el segundo capítulo refiere a las características del lugar de emplazamiento del proyecto. Sigue luego un capítulo dedicado a la memoria de cálculo de los componentes del sistema de agua potable y finaliza con el capítulo 4 dedicado a conclusiones y recomendaciones.

Palabras clave: *Instalación domiciliaria, Edificios, Calculo, Agua Potable, Red de distribución interna.*

Introducción

1. Planteamiento del problema

¿De qué manera garantizar un óptimo funcionamiento de las instalaciones de agua potable en el edificio multifamiliar de la ciudad de el alto?

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Desarrollar el cálculo de las instalaciones de agua potable en el edificio multifamiliar para garantizar un óptimo funcionamiento del mismo.

2.2 Objetivos específicos

- Recopilar bibliografía y analizar los conceptos teóricos relacionados al diseño de abastecimiento de agua potable en edificios.
- Analizar la reglamentación vigente, las ecuaciones de diseño y los parámetros para instalaciones de agua potable.
- Realizar la descripción y análisis del lugar de emplazamiento del proyecto.
- Realizar los cálculos y planos correspondientes al abastecimiento de agua potable en el edificio.

3. Justificación

El sistema de red de distribución interna de agua potable es un tema por demás esencial en la construcción, dado que el sistema de agua potable en un edificio requiere ciertas características y parámetros para un correcto funcionamiento. Como ejemplo la velocidad, en rangos altos puede ser destructiva y producir vibraciones, por el contrario, si la misma es demasiado baja puede producirse sedimentación en las tuberías, y muchas otras consideraciones que podrían resultar en un mal funcionamiento de la red y generar gastos económicos a los usuarios, es por esto que el cálculo de la red de distribución debe estar basado en un correcto entendimiento del reglamento nacional vigente que asegure un correcto funcionamiento.

4. Métodos de investigación

Los métodos de investigación que se emplearan en el presente documento son:

- **Bibliográfico.** Recopilación de datos bibliográficos para desarrollar el tema de investigación
- **Inductivo - Deductivo.** Partiendo de datos teóricos específicos de aplicación se llega a conclusiones generales y obtener una idea particular para hacer el cálculo respectivo.

Capítulo 1

Marco Teórico y Conceptual

1.1 Sistemas de abastecimiento de agua potable

Las instalaciones urbanas de abastecimiento de agua, constan de una red integrada por diversos elementos de que inician con la captación de agua desde fuentes naturales ya sean subterráneas o superficiales, normalmente depósitos elevados, desde donde el fluido pasa a otros de reserva, tratamiento y regulación a partir de los cuales se organiza la red distribuidora o red pública de distribución de agua. tiene como finalidad primordial, la de entregar a los habitantes de una localidad, agua en cantidad y calidad adecuada para satisfacer sus necesidades.

1.2 Abastecimiento de agua fría

A partir del tramo de toma es donde comienza la instalación particular que constituye la red de abastecimiento del edificio. Dependiendo del tipo de sistema de abastecimiento interno puede incluir:

- El ramal de acometida.
- Tanques de Almacenamiento.
- Equipos de bombeo o hidroneumáticos.
- Red de distribución interna, que es la red de tuberías que llevan el agua a los puntos de consumo.

Esta instalación interna actualmente se rige en nuestro territorio por el Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias RENISDA, documento del Ministerio de Medio Ambiente y Agua (2011), cuya aplicación y conocimiento es obligatorio para este tipo de proyectos.

En función de la presión existente en la red de distribución de agua se define el esquema general de la instalación asegurando que el artefacto que tenga la ubicación más crítica, ya sea por longitud de tubería o nivel, tenga la presión mínima para su funcionamiento.

1.3 Tipos de sistema de abastecimiento

Como ya se mencionó anteriormente existen diversos tipos de sistemas para el abastecimiento de agua a los puntos de consumo, los más usuales en nuestro medio son:

- Sistema directo
- Sistema indirecto sin bombeo
- Sistema indirecto con bombeo
- Sistema indirecto hidroneumático
- Sistema mixto

Cada sistema es elegido a partir de ciertas consideraciones como ser la presión disponible en la red pública, la presión disponible en horas pico, disposición arquitectónica, presupuesto, etc.

El presente caso de estudio desarrolla el diseño de una red de distribución interna con el sistema indirecto con bombeo, la justificación para la elección de dicho sistema puede ser consultada en el capítulo 3 (**3.1 Elección del tipo de sistema**)

1.4 Sistema indirecto con bombeo

Esta alternativa es recomendable cuando la presión de agua de la red pública no es constante y no se puede abastecer directamente hasta los últimos pisos. Se compone de las siguientes partes:

- Acometida y alimentación
- Tanque cisterna
- Equipo de bombeo
- Tanque elevado

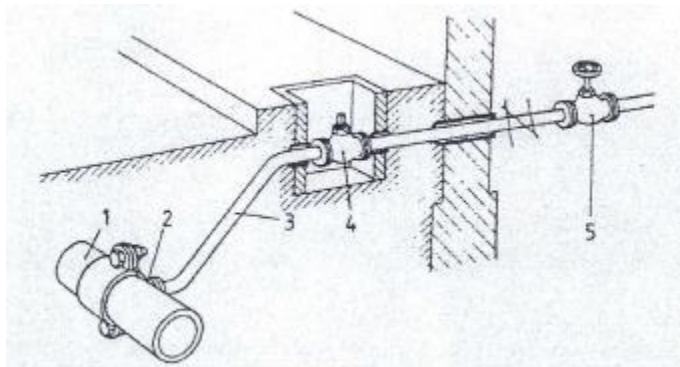
- Redes de distribución/montantes

El funcionamiento básicamente consiste en el almacenamiento de agua en un tanque cisterna, el cual es alimentado por la presión de la red pública, sigue después un equipo de bombeo que transporta el agua a un tanque elevado el cual alimenta por gravedad al sistema de distribución interna.

1.4.1 Acometida y tubería de alimentación

Es la tubería que enlaza la instalación general interior del inmueble con la tubería de la red de distribución exterior.

Figura 1, Esquema general de acometida



Fuente: Manual de Instalaciones, Universidad Politécnica de Cartagena

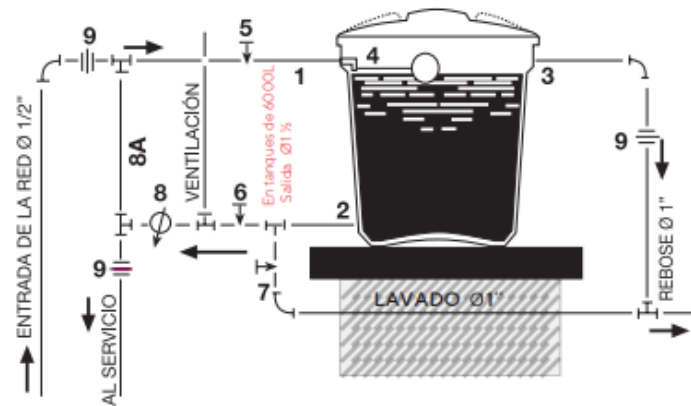
La tubería de alimentación por su parte inicia en la llave de corte general con la distribución interna del inmueble.

1.4.2 Tanques de agua

Su función se limita al almacenamiento ya sea el tanque cisterna o tanque elevado, a su vez puede ser de distintos materiales como ser hormigón armado, polietileno, etc.

Generalmente tiene la siguiente configuración:

Figura 2, Esquema de tanques de polietileno



Fuente: Catálogo de tanques ETERNIT

1.4.3 Equipo de bombeo

El equipo de bombeo es un transformador de energía mecánica que procede de un motor y convirtiendo así en energía fluida que adquiere presión y velocidad.

Figura 3, Equipo de Bombeo conectado a tanque cisterna



Fuente: Blog Laminas y Aceros

Este tipo de equipos tiene por objetivo elevar la presión del líquido (agua) para vencer la resistencia que pondrá el circuito en circulación. La correcta elección de la bomba se realiza a partir de las condiciones de operación y las condiciones físicas del lugar de bombeo siempre buscando la máxima eficiencia de operación posible.

1.4.4 Red de distribución interna

Es el conjunto de todas las tuberías (distribuidoras, montantes, ramales) y muebles sanitarios, que son alimentados por gravedad a través de los tanques elevados.

1.5 Esquema de la red de distribución interna

La distribución de agua fría responde a ajustes en la configuración interna en las siguientes situaciones.

- Medidor único y montantes múltiples
- Medidor único y montante único
- Medidores individuales centralizados
- Medidor individual en cada vivienda o local por planta

Cada sistema es elegido a partir de ciertas consideraciones como ser la disposición arquitectónica, presupuesto, etc.

El presente caso de estudio desarrolla el diseño de un esquema de medidores individuales centralizados, la justificación para la elección de dicho esquema puede ser consultada en el capítulo 3 (3.2 Elección del tipo de esquema de instalación)

1.6 Materiales

Los materiales para instalaciones hidro-sanitarias se clasifican, dependiendo de su comportamiento hidráulico, es decir, según la rugosidad interior de las paredes, en dos tipos:

- De pared lisa.
- De pared rugosa.

Esta diferencia se manifiesta en el material de cada tipo, generalmente metálica para paredes rugosas y plásticas para paredes lisas.

En el presente trabajo de aplicación se basará el cálculo en tuberías de pared lisa, PVC por consideraciones que serán detalladas en el siguiente subtítulo.

1.6.1 Tuberías de PVC.

En los últimos años se ha convertido en el material más usado en nuestro medio debido a la relación calidad/precio que ofrece entre otras características.

- Su gran ligereza
- Su gran conformidad en caliente que permiten de una forma rápida y sencilla adaptarse a cualquier trazado.
- Proporcionan una pérdida de carga muy pequeña, debido a su lisura interior.
- Tienen un buen comportamiento frente a las presiones usuales en las instalaciones de edificios
- Gran resistencia a los agentes químicos, y a las incrustaciones de impurezas del agua
- Buen aspecto y acabado.
- Se pueden fabricar con pigmentos que diferentes colores, evitando tener que pintarlas después

Como desventajas de estos materiales se podría decir:

- Tiene una falta de resistencia a temperaturas superiores de 60°C.(Punto crítico a 70°C).
- Pueden tener un envejecimiento prematuro en determinados medios
- Elevado coeficiente de dilatación.

1.6.2 Llaves y válvulas.

Son elementos intercalados en los conductos de la red de distribución para cortar, controlar y regular la corriente de agua en una tubería.

El material elegido para estos accesorios en el presente diseño será de PVC, cabe mencionar que los cálculos de pérdida de carga para estos accesorios están contemplados en el Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias.

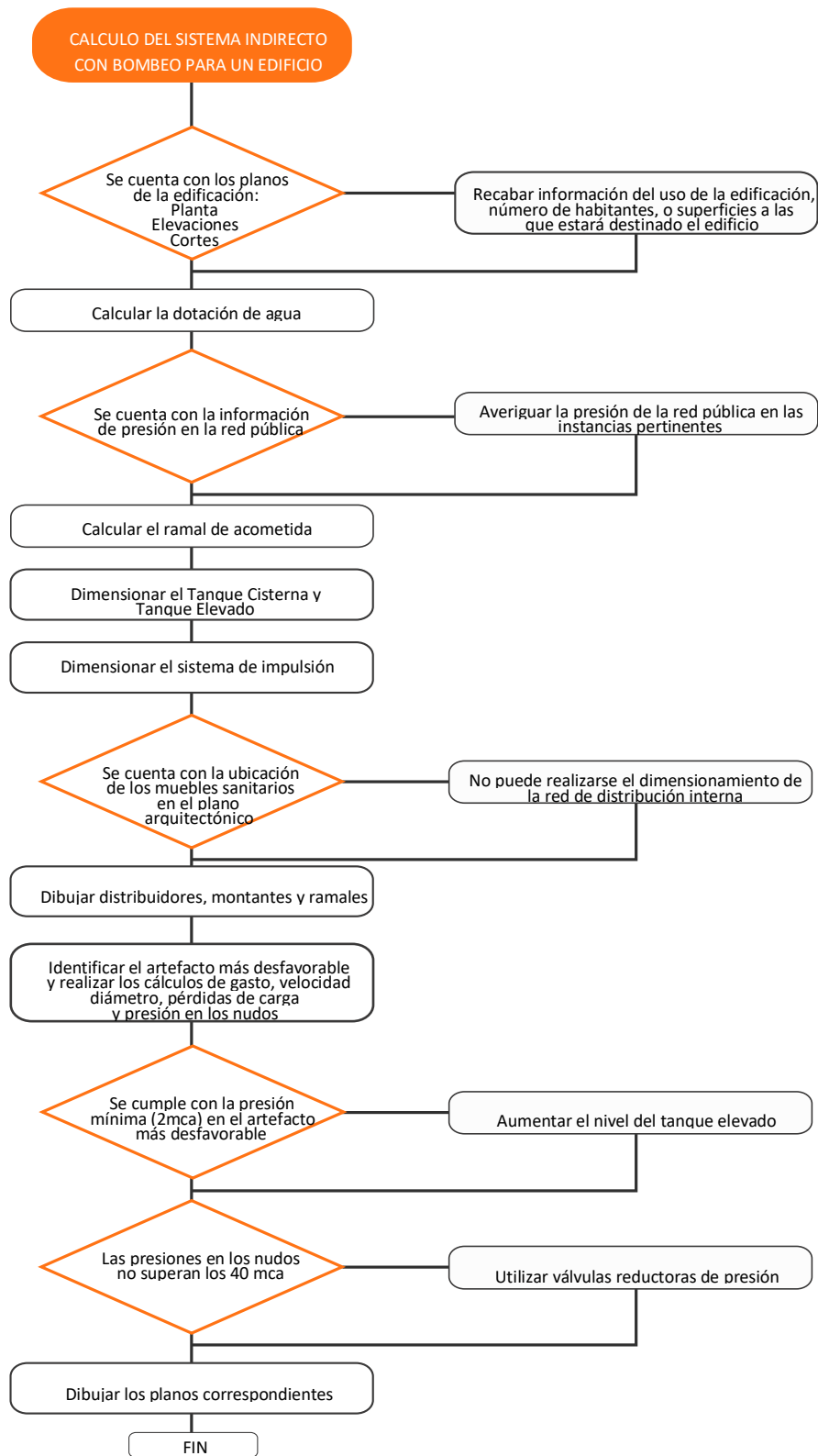
1.7 Lineamientos para el cálculo de redes de agua potable en edificios

En general para el cálculo del suministro de agua domiciliario se requieren los siguientes documentos y datos:

- Ubicación del proyecto
- Conocimiento del tipo de abastecimiento en la zona de proyecto
- Presión en la red pública en la ubicación del proyecto
- Planos arquitectónicos
- Ubicación de los muebles sanitarios en planta
- Planos de elevaciones
- Cortes

Al tenerse estos datos disponibles puede seguirse el siguiente diagrama de flujo (Ver figura 4) para el dimensionamiento del sistema de suministro de agua domiciliario.

Figura 4, Diagrama de flujo para el cálculo de sistema indirecto con bombeo



Elaboración Propia

Capítulo 2

Descripción del lugar de Emplazamiento

La zona en la que estará emplazada la edificación se encuentra en el distrito 2 de la Ciudad de El Alto, aproximadamente a medio kilómetro de 2 colegios y de la plaza principal de la zona, lo que supone un considerable flujo de vehículos y personas. El predio cuenta con acceso a todos los servicios básicos.

2.1 Localización

Departamento	La Paz
Provincia	Murillo
Municipio	El Alto
Distrito	Distrito 2 de la Ciudad de El Alto

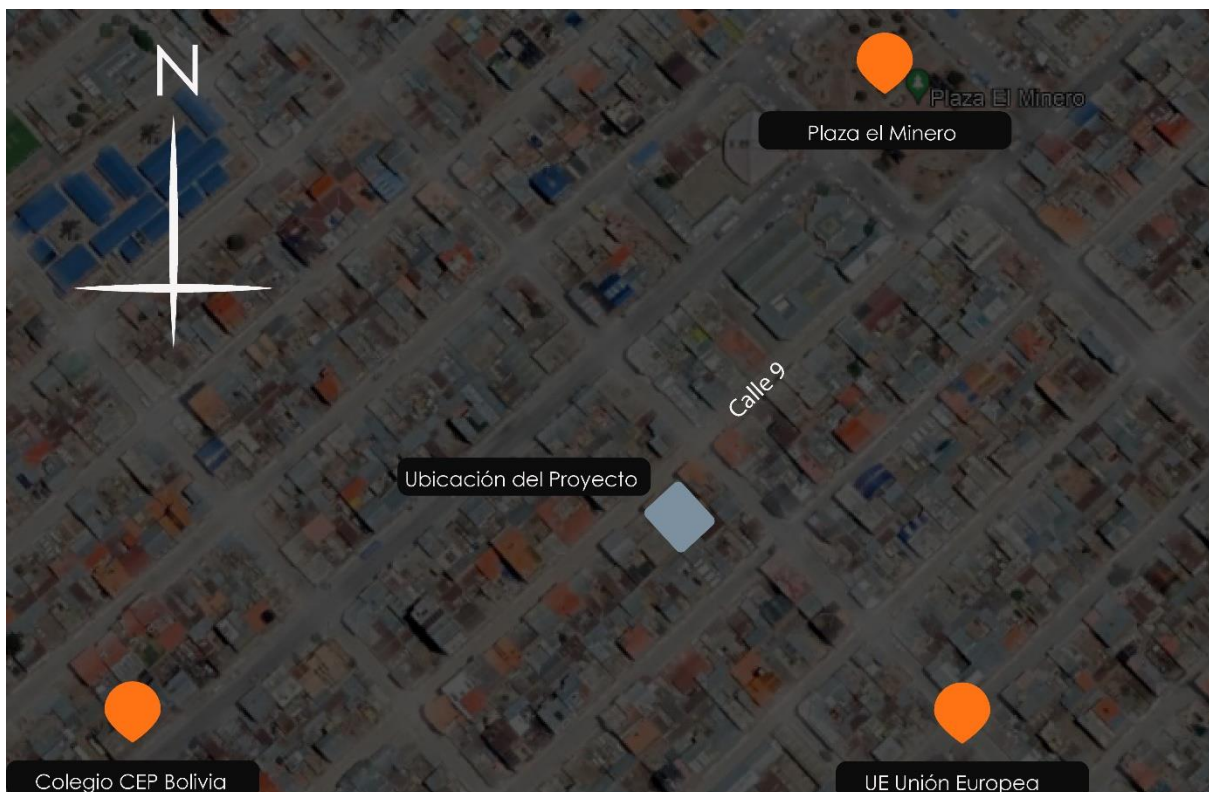
2.2 Ubicación geográfica (UTM - WGS84 - 19k)

Localización	Coord. Este	Coord. Norte	Elevación
Esquina Este del Frontis	587476.27	8171333.58	4023
Esquina Oeste del Frontis	587471.82	8171330.75	4023

Latitud -16.538528°

Longitud -68.180101°

Figura 5, Vista satelital del predio



Elaboración propia a partir de captura de Google Earth

2.3 Descripción del proyecto

El edificio objeto del presente trabajo de aplicación está pensado como un primer (de dos) bloques a ser construido, éste bloque está configurado de forma simétrica por lo que dividiéndolo longitudinalmente se tiene que el lado oeste es igual al lado este. **(Ver Anexo, Planos Arquitectónicos).**

La planta baja cuenta con 6 tiendas (cada una con baño propio) en el frente y dos departamentos de dos dormitorios cada uno en la parte posterior.

Las 4 plantas superiores tienen la misma distribución: 2 departamentos con 3 dormitorios cada uno y un mono-ambiente con baño propio.

Capítulo 3

Cálculo y Dimensionamiento de los Componentes del Sistema

3.1 Elección del tipo de sistema

El presente trabajo de aplicación desarrolla el cálculo de un sistema de abastecimiento de agua domiciliario de tipo mixto, debido a las siguientes consideraciones, supuestos y limitaciones:

3.1.1 La presión de la red pública

Se asume una presión de la red pública de 20 m.c.a. que es la mínima presión que la Empresa Pública Social de Agua y Saneamiento está obligada a brindar a los usuarios por normativa.

Bajo este criterio no puede adoptarse un sistema directo dado que, entre la altura del edificio y el recorrido horizontal, hasta el artefacto sanitario más alejado de la red pública, suma aproximadamente 35 metros (sin contar las pérdidas por rozamiento y pérdidas localizadas), por lo cual no podría abastecerse éste ni muchos otros puntos de consumo.

3.1.2 La configuración arquitectónica

Al descartar el sistema directo de abastecimiento, queda la opción de un sistema indirecto y se tiene en cuenta que es necesario el almacenamiento en un tanque cisterna, pero dada la disposición arquitectónica (Ver Anexo, Planta Baja) se puede verificar que no se cuenta con un espacio adecuado en planta baja para la ubicación del mismo por lo que dividir el almacenamiento con un tanque elevado resulta en una opción viable para este proyecto.

Es por estas consideraciones que en el presente trabajo de aplicación se opta por un sistema indirecto con tanque elevado.

3.2 Elección del tipo de esquema de instalación

El presente trabajo de aplicación desarrolla el cálculo de un esquema con medidores individuales centralizados dado que:

- El edificio es multifamiliar (tiene un total de 10 departamentos y 4 mono-ambientes) lo que supone no está destinado a un solo abonado, por lo que la medición del consumo debe ser individual para no incurrir en cobros injustos a los habitantes.
- No se puede instalar medidores en cada departamento, dado que el conducto de instalaciones se encuentra lejos del ingreso a los mismos, y tampoco se encuentra en una zona común en la que pueda realizarse una lectura cómoda.

Es entonces que se elige el esquema de medidores individuales los cuales serán centralizados en la terraza del edificio (Distribuidor múltiple).

3.3 Dotación diaria

Para el cálculo de la dotación diaria se consultó los siguientes criterios del Reglamento Nacional de Instalaciones Domiciliarias (2011):

- Artículo 1.6.1. Dos personas por dormitorio de tipo social, (pag. 114)
- Tabla 1.2 Dotaciones per cápita para vivienda urbana. Valores referenciales, (pag. 115)
- Tabla 1.3 Cuadro de dotaciones comerciales, públicas. Valores referenciales, (pag. 116)

Tabla 1, Dotación diaria

Nivel	Ambiente	Cantidad	Unidad	Nº de veces	Dotación	Unidad	Sub Total
Planta Baja	Local Comercial Tipo 1	18,879	m2	4	5	L/m2*día	377,58
Planta Baja	Local Comercial Tipo 2	22,301	m2	2	5	L/m2*día	223,01
Planta Baja	Departamento Tipo 1	4	hab.	2	120	L/hab*día	960
Pisos 1-4	Departamento Tipo 2	6	hab.	8	120	L/hab*día	5760
Pisos 1-4	Mono-Ambiente	2	hab.	4	120	L/hab*día	960
TOTAL							8280,59

3.4 Volumen de almacenamiento

Ambos tanques, cisterna y tanque elevado serán tanques de polietileno (plásticos) por lo que se adecuarán los volúmenes calculados a volúmenes disponibles comercialmente

Para el cálculo del volumen de los volúmenes del tanque cisterna y tanque de almacenamiento se seguirá el siguiente criterio.

Volumen Cisterna = 60% Volumen Total

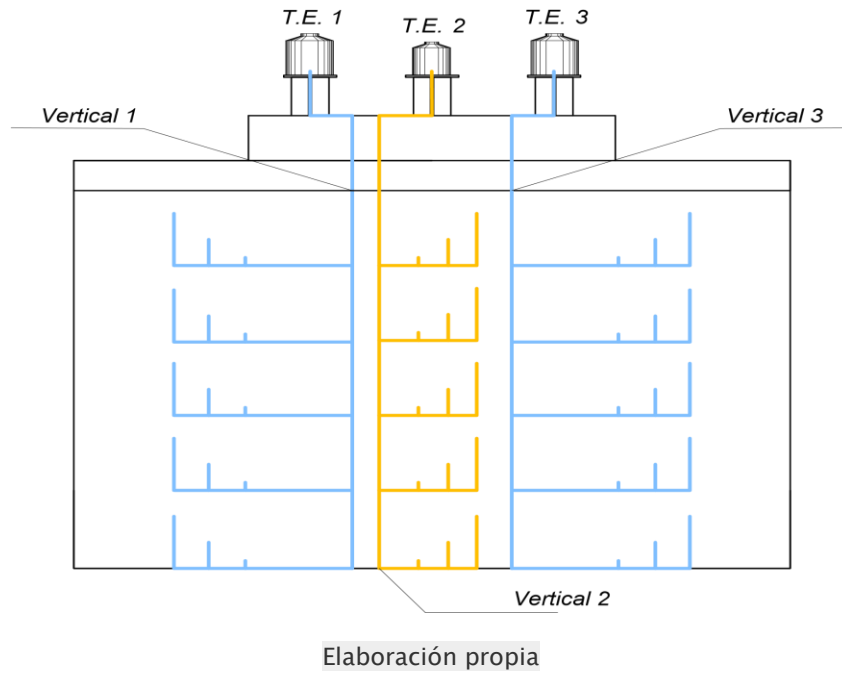
Volumen Tanque de Almacenamiento = 40% Volumen Total

Tabla 2, Volumen de Almacenamiento

	Volumen Calculado	Volumen Asumido	
Tanque Cisterna	4968,35	5000	
Tanque Elevado	3312,24	4000	2 Tanques de 1500 litros 1 Tanque de 1000 litros
TOTAL	8280,59	9000	

Para la ubicación de los tanques se aprovechará la simetría del edificio (Ver anexos, planos arquitectónicos). Dado que por planta se tienen 2 departamentos de igual geometría, disposición de ambientes y dotación, se alimentará cada vertical de departamentos con un tanque propio. Los mono-ambientes de igual forma serán abastecido con un tanque sobre la misma vertical.

Figura 6, Distribución de tanques elevados y montantes



3.5 Sistema de impulsión

a) Caudal de bombeo (Q_b)

$$Q_b = \frac{Cd}{3600 * N}$$

Para Volumen de Tanque Elevado: 4000 litros

$Q_b(\text{m}^3/\text{seg}): 0,0002778$

b) Cálculo de la Tubería de Impulsión

Nº de Horas de Bombeo: 4 (3 veces al día)

$$D_b = 1,30x^{1/4} \sqrt{Q_b}$$

Diámetro de la tubería de bombeo (m): 0,013

Diámetro de la tubería de bombeo (plg): 0,54

Diámetro adoptado = ¾ plg

c) *Tubería de Succión*

El diámetro de la tubería de succión debe ser igual o el inmediato superior al diámetro de la tubería de impulsión, por lo tanto:

Diámetro adoptado = 1 plg

3.6 Equipo de bombeo

a) *Cálculo de la altura manométrica de succión*

Altura de succión Hs (m): 2,50m

Pérdida de carga según Flamant

C (PVC): 0,0001

$$J = \frac{6,1 * C * Q^{1,75}}{D^{4,75}}$$

J=0,015 (m/m)

Tabla 3, Pérdidas en el tramo de succión

Tramo	Tipo de Pérdida	Longitud Equivalente (m)	Nº de Unidades	J (m/m)	Hf (m)
Tubería de Succión	Longitud	2,50	1	0,015	0,0375
	Válvula de retención de pie con criba	13,30	1		0,1995
	Cambio de dirección (codo 90°)	1,50	2		0,045
					0
				(hfls+hfas)	0,282

Altura manométrica de succión AMS: 2,78m

b) *Cálculo de la altura manométrica de impulsión*

Altura de impulsión Hs (m): 34,80 m

Pérdida de carga según Flamant

$$J = \frac{6,1 * C * Q^{1,75}}{D^{4,75}}$$

$$J=0,058 \text{ (m/m)}$$

Tabla 4, Pérdidas en el tramo de impulsión

Tramo	Tipo de Pérdida	Longitud Equivalente (m)	Nº de Unidades	J (m/m)	Hf (m)
Tubería de Impulsión	Longitud	34,80	1	0,058	2,018
	Válvula de compuerta abierta	0,20	1		0,012
	Válvula de retención	2,70	1		0,157
	Cambio de dirección (codo 90°)	1,20	7		0,487
	Te salida bi-lateral	2,40	1		0,139
	Salida de Tubería	0,90	1		0,052
				(hfls+hfas)	2,865

Altura manométrica de impulsión AMI: 37,67m

c) Cálculo de la carga dinámica total

AMS (m): 2,78

AMI (m): 37,67

HDT(m): 40,45

d) Cálculo de la potencia de la bomba

$$P_b = \frac{\gamma Q_b * H_m}{75n}$$

Qb (l/s): 0,2778

HDT (m): 40,45

n: 0,60

P (HP): 0,25

e) Potencia Instalada

Para motor MONOFÁSICO se mayor por 1,5

Pmotor (HP): 0,37

Se adopta un motor de: 0,5 HP

f) Conclusiones de diseño

Qb (l/s)	0,2778
Hdt (m)	40,45
P motor (HP)	0,500
Tipo de motor	Monofásico

3.7 Red de distribución interna

El cálculo de la red de distribución interna se realiza de forma que se garantice la presión mínima en el artefacto más desfavorable. El artefacto más desfavorable se elige siguiendo el siguiente criterio: el artefacto más alejado horizontalmente y cercano verticalmente al nivel más bajo del espejo de agua en el tanque elevado. Es bajo este criterio que se eligió la ducha más alejada de la vertical 1.

Puede consultarse los planos y vistas isométricas en los anexos del presente documento, asimismo, para el cálculo de la red de agua potable fría se utilizarán las siguientes ecuaciones:

3.7.1 Velocidad

- Se calcula con la siguiente fórmula y dentro de los rangos de Tabla 1.5 *Velocidades máximas admisibles en tuberías de agua potable (pag. 124)*, Reglamento Nacional de Instalaciones Domiciliarias (2011)

$$v = \frac{6,2 * Q}{\pi * D^2}$$

Donde:

- V = velocidad (m/s)
- Q = caudal (l/s)

- D = Diámetro de la tubería (pulgadas)

3.7.2 Caudal máximo probable

- Se calcula con las fórmulas de: 1.13.4 *Caudal máximo probable* (pag. 129), Reglamento Nacional de Instalaciones Domiciliarias (2011)

3.7.3 Diámetros

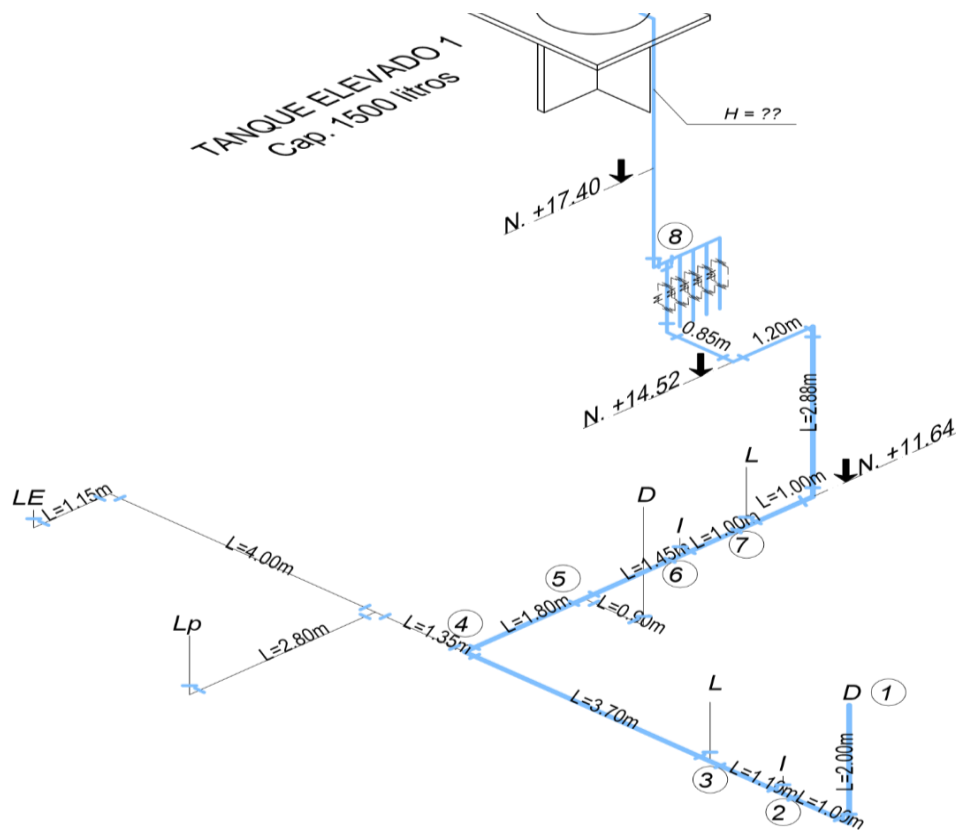
- Se calcula con la siguiente fórmula:

$$D = 1,4166\sqrt{Q}$$

Donde:

- D = diámetro (pulgadas)
- Q = caudal (l/s)

Figura 7, Vista isométrica de la ruta crítica



Elaboración propia

3.7.4 Cuadros de cálculo

Tabla 5, Unidades de gasto por sub ramal y pisos

BLOQUE			TIPO							No						Nº Unidades de Gasto		GASTOS (LT/SEG)	
			D	L	I	LV	Lp	LE	Gr	D	L	I	LV	Lp	LE	Gr	TOTAL		ACUM
Piso	De	A	3,5	0,5	3	1	3	2,5	2,5										
PB			1	4	4		1			3,5	2	12	0	3	0	0	20,5	20,5	0,510
1ºP			2	2	2		1	1		7	1	6	0	3	2,5	0	19,5	19,5	0,491
2ºP			2	2	2		1	1		7	1	6	0	3	2,5	0	19,5	19,5	0,491
3ºP			2	2	2		1	1		7	1	6	0	3	2,5	0	19,5	19,5	0,491
4ºP	1	2	1							3,5	0	0	0	0	0	0	3,5	3,5	0,161
4ºP	2	3			1					0	0	3	0	0	0	0	3	6,5	0,226
4ºP	3	4		1						0	0,5	0	0	0	0	0	0,5	7	0,237
4ºP	4	5					1	1		0	0	0	0	3	2,5	0	5,5	12,5	0,352
4ºP	5	6	1							3,5	0	0	0	0	0	0	3,5	16	0,423
4ºP	6	7			1					0	0	3	0	0	0	0	3	19	0,482
4ºP	7	8		1						0	0,5	0	0	0	0	0	0,5	19,5	0,491
T	8	TE															79	98,5	1,497

Tabla 6, Red de agua potable fría

BLOQUE			GASTOS (LT/SEG)	DIAMETRO (PULG)	D adoptado	Valor	VELOCIDAD	LONGITUD			PERDIDA DE CARGA		DESNIVEL (M)	PRESION RESIDUAL (M)	NUDO
							m/seg	NETA	EQUIV	TOTAL	UNITARIA	TOTAL			
Piso	De	A													
PB			0,510	1,012	1"	1	1,007	13,12	23,50	36,62	0,0531	1,95	19,90	12,148	PB
1ºP			0,491	0,993	1"	1	0,969	10,24	27,70	37,94	0,0495	1,88	17,02	11,215	1ºP
2ºP			0,491	0,993	1"	1	0,969	7,36	27,70	35,06	0,0495	1,74	14,14	10,213	2ºP
3ºP			0,491	0,993	1"	1	0,969	4,48	27,70	32,18	0,0495	1,59	11,26	9,068	3ºP
4ºP	1	2	0,161	0,569	1/2"	0,5	1,273	3,00	2,20	5,20	0,1843	0,96	2,00	2,000	1
4ºP	2	3	0,226	0,674	3/4"	0,75	0,794	1,00	2,40	3,40	0,0479	0,16	0,00	4,958	2
4ºP	3	4	0,237	0,690	3/4"	0,75	0,832	3,70	2,60	6,30	0,0522	0,33	0,00	5,121	3
4ºP	4	5	0,352	0,841	1"	1	0,695	1,80	2,70	4,50	0,0267	0,12	0,00	5,450	4
4ºP	5	6	0,423	0,921	1"	1	0,834	1,45	3,10	4,55	0,0375	0,17	0,00	5,571	5
4ºP	6	7	0,482	0,983	1"	1	0,950	1,00	3,10	4,10	0,0477	0,20	0,00	5,741	6
4ºP	7	8	0,491	0,993	1"	1	0,969	10,51	23,50	34,01	0,0495	1,68	0,00	5,937	7
												3,62		7,62	9
T	8	TE	1,497	1,733	2"	2	0,738	1,00	47,80	48,80	0,0133	0,60	8,30	6,24	8

La pérdida de carga Hf determinará la altura a la que debe colocarse el tanque elevado. Para el caso del presente cálculo:

$$H_f \text{ total: } 3,62 + 0,60 = 4,22\text{m}$$

$$\frac{P1}{\gamma} + \frac{V1^2}{2g} + Z1 = \frac{P2}{\gamma} + \frac{V2^2}{2g} + Z2 + Hf$$

$$Z1 = H = 8,22$$

La altura requerida desde el nudo 7 es de 8,22m, el tanque se instalará a 8,30m

Tabla 7, Pérdidas de carga localizadas, long eq. de accesorios y válvulas

BLOQUE			DIAMETRO ADOPTADO	VELOCIDAD	J PERDIDA DE CARGA	CODO			TEE SALIDA BILATERAL			VALVULA CORTINA			VALVULA GLOBO			LONG EQUIV TOTAL
Piso	De	A				Cant.	Leq	Total	Cant.	Leq	Total	Cant.	Leq	Total	Cant.	Leq	Total	
PB	0	0	1"	1,0072	0,05314	3	1,5	4,5	1	3,1	3,1	3	0,3	0,9	1	15	15	23,50
1ºP	0	0	1"	0,9693	0,04950	3	1,5	4,5	1	7,3	7,3	3	0,3	0,9	1	15	15	27,70
2ºP	0	0	1"	0,9693	0,04950	3	1,5	4,5	1	7,3	7,3	3	0,3	0,9	1	15	15	27,70
3ºP	0	0	1"	0,9693	0,04950	3	1,5	4,5	1	7,3	7,3	3	0,3	0,9	1	15	15	27,70
4ºP	1	2	1/2"	1,2727	0,18433	2	1,1	2,2			0			0			0	2,20
4ºP	2	3	3/4"	0,7941	0,04792			0	1	2,4	2,4			0			0	2,40
4ºP	3	4	3/4"	0,8316	0,05220			0	1	2,4	2,4	1	0,2	0,2			0	2,60
4ºP	4	5	1"	0,6948	0,02673			0	1	2,4	2,4	1	0,3	0,3			0	2,70
4ºP	5	6	1"	0,8341	0,03749			0	1	3,1	3,1			0			0	3,10
4ºP	6	7	1"	0,9503	0,04771			0	1	3,1	3,1			0			0	3,10
4ºP	7	8	1"	0,9693	0,04950	3	1,5	4,5	1	3,1	3,1	3	0,3	0,9	1	15	15	23,50
T	8	TE	2"	0,7384	0,01330	2	3,4	6,8	1	3,1	3,1			0	1	37,9	37,9	47,80

Tabla 8, Cálculo de presiones

BLOQUE			DESNIVEL	PERDIDA DE CARGA		Presion residual	nudo	CALCULO DE PRESIONES
PISO	DE	A		TRAMOS	VALOR			EN LOS NUDOS
4ºp	1	2	2,00	0,96	2	1	$\left(\frac{P_B}{\delta}\right) = \left(\frac{P_A}{\delta}\right) + hf$	
4ºp	2	3		0,16	4,96	2		
4ºp	3	4		0,33	5,12	3		
4ºp	4	5		0,12	5,45	4		
4ºp	5	6		0,17	5,57	5		
4ºp	6	7		0,20	5,74	6		
4ºp	7	9		1,68	5,94	7		
Techos				3,62	7,62	8		
T	8	9	8,30	0,60	7,71	TE	Presión Disponible	

Puede verificarse que la presión en el tanque elevado es superior a la presión requerida en el nudo 8 por lo que puede garantizarse la presión mínima de 2mca en el artefacto más desfavorable.

Asimismo, los resultados de los cálculos del presente capítulo pueden apreciarse de forma esquemática a través de los planos correspondientes en la sección de Anexos.

Capítulo 4

Conclusiones y Recomendaciones

- Se realizaron los cálculos basados en los parámetros de la reglamentación nacional, y apoyados en una correcta revisión bibliográfica, por lo que puede concluirse que los resultados pueden garantizar un correcto funcionamiento del sistema de abastecimiento para el edificio multifamiliar.
- Se optó por un sistema indirecto con bombeo para todo el conjunto habitacional y sistema directo para los locales comerciales, asimismo por un esquema de medidores individuales centralizados. Ambas elecciones al adecuarse a la distribución arquitectónica, sin embargo, la altura en tanques elevados para garantizar la presión en todos los artefactos sanitarios estuvo dentro de un rango aceptable.
- Para una implementación del presente trabajo de aplicación se recomienda la aplicación obligatoria de los materiales con los que se realizó el cálculo: Tuberías de PVC, Tanques de polietileno, accesorios y válvulas de PVC, etc. Dado que los parámetros de diseño y coeficientes están adecuados a estos materiales, para un cambio de los mismos se debe volver a realizar un nuevo cálculo y verificar que los resultados estén enmarcados en el Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias.

Bibliografía

- M Sc Perez Morales Guillermo (2010). *Apuntes de Instalaciones Hidraulicas y Sanitarias en Edificios*.
- Vasquez Arenas Gemma (2011). Manual de Instalaciones de fontanería, evacuación y saneamiento Cartagena, México: UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CARTAGENA.
- (2014). Normas Tecnicas Complementarias para el Diseño y Ejecucion de Obras e Instalaciones Hidraulicas. México DF, Gobierno del Distrito Federal
- (2011). Reglamento de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, La Paz: VICEMINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA

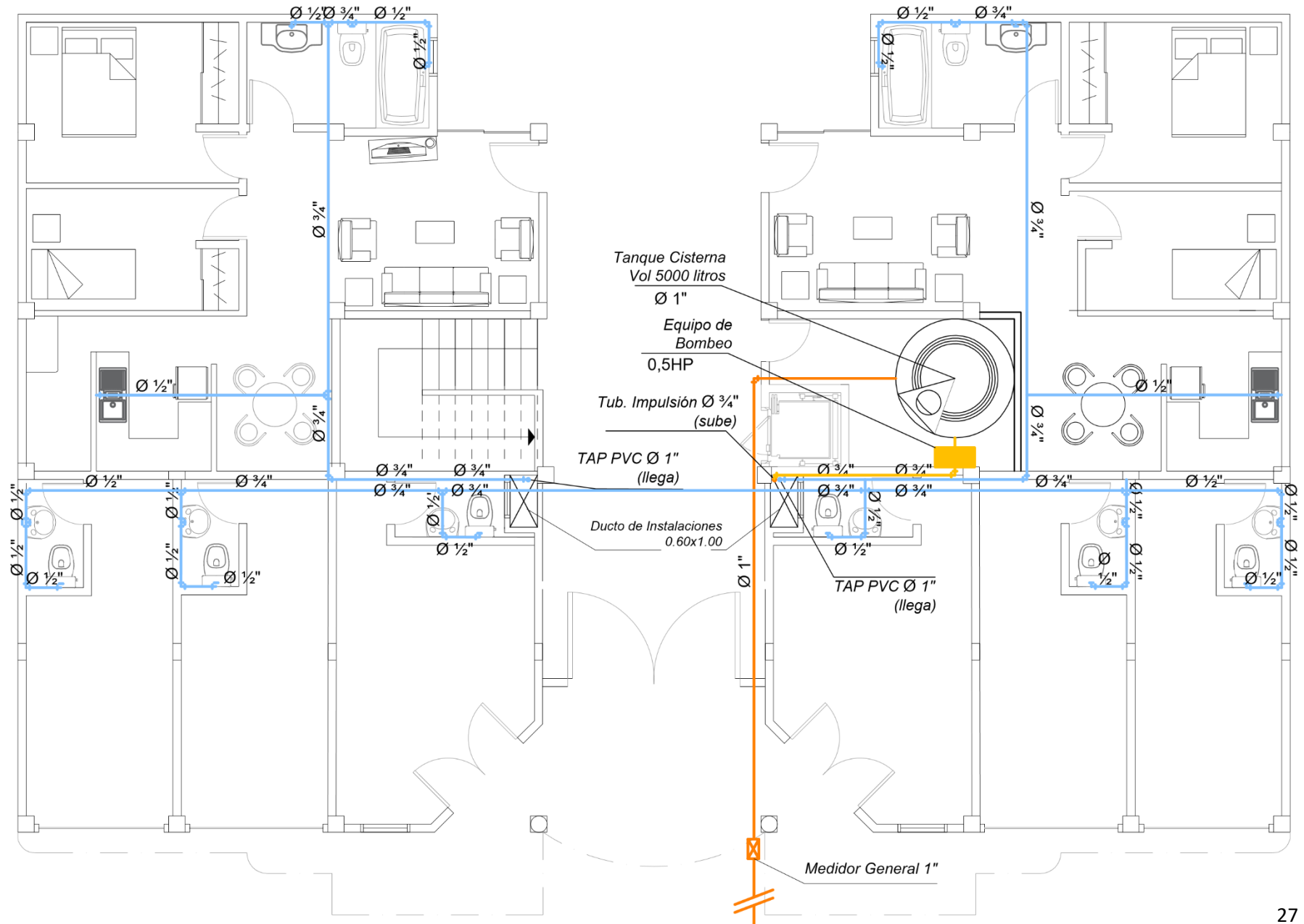
Anexos

- Plano de Instalación Hidráulica – Planta Baja
- Plano de Instalación Hidráulica – Plantas 1-4
- Plano de Sitio y Techos
- Corte A-A'
- Detalle Medidores Individualizados
- Vista Isométrica Tuberías Alimentación, Succión e Impulsión
- Vista Isométrica Vertical 1
- Vista Isométrica Vertical 2

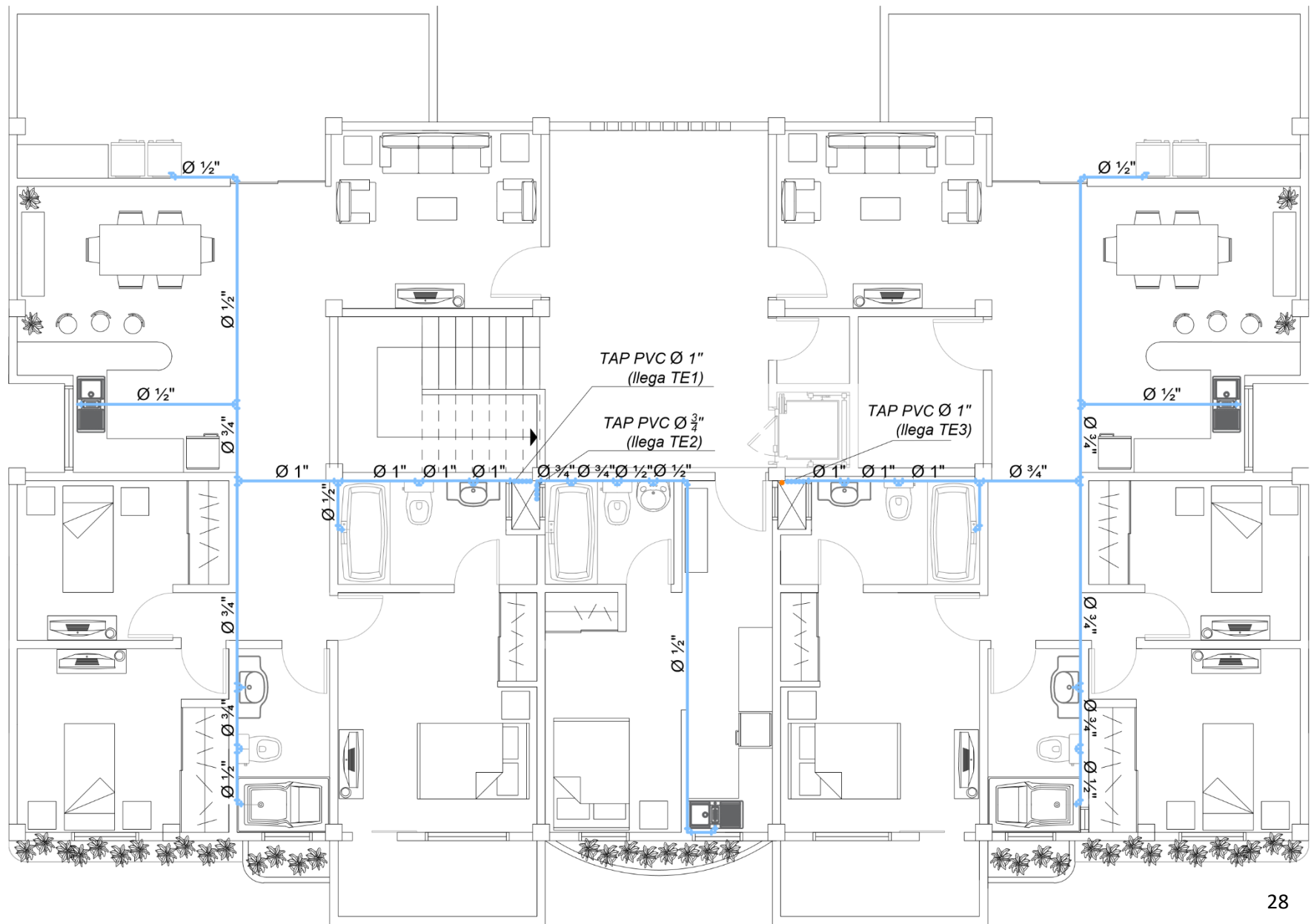
(Para una mejor comprensión se dividió la vista isométrica de los montantes de la vertical 1, vertical 2 y tuberías de alimentación a tanque cisterna y elevados)

- Plano Arquitectónico – Planta Baja
- Plano Arquitectónico – Plantas 1-4
- Elevación Frontal

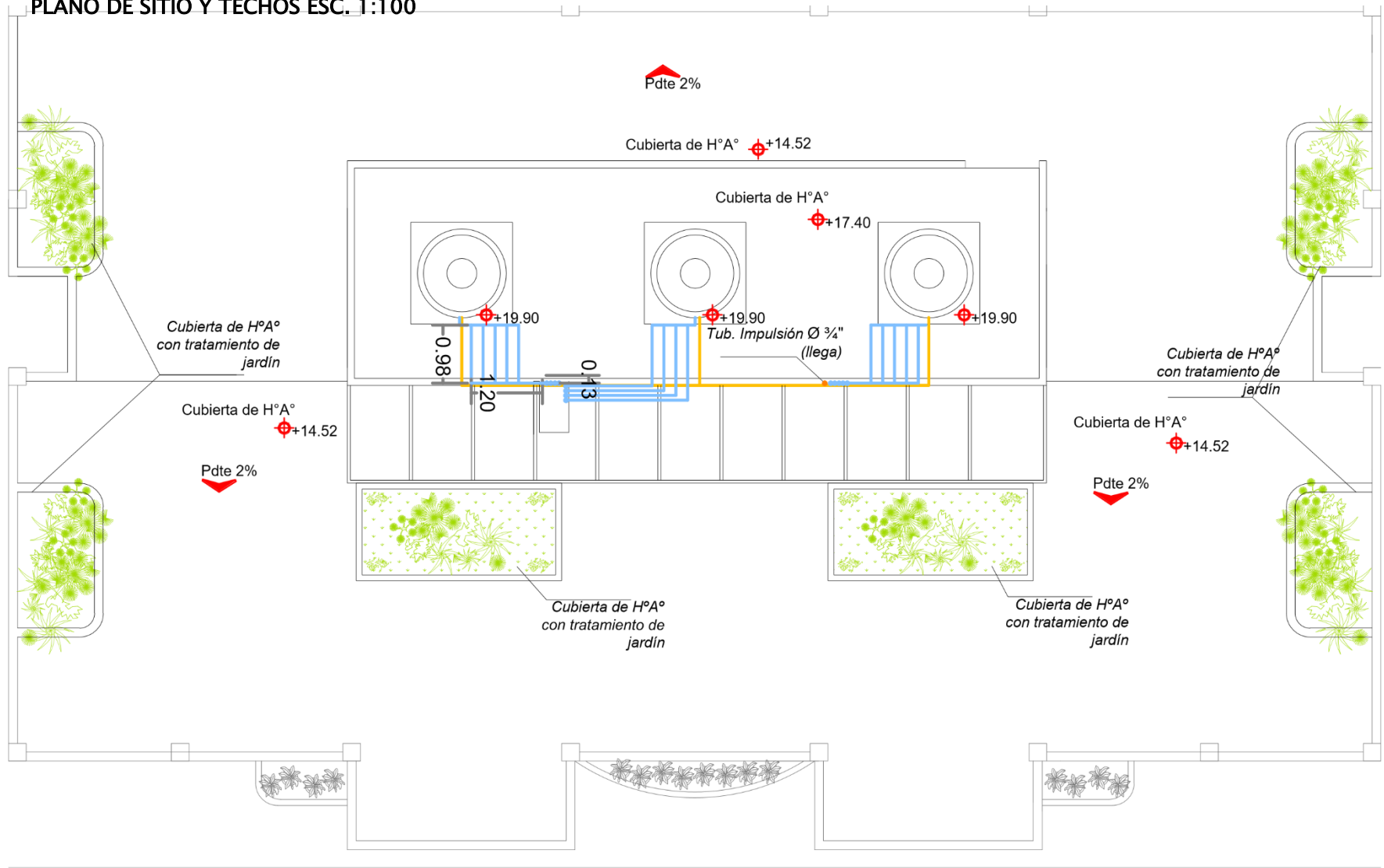
INSTALACIÓN HIDRAULICA - PLANTA BAJA ESC 1:100



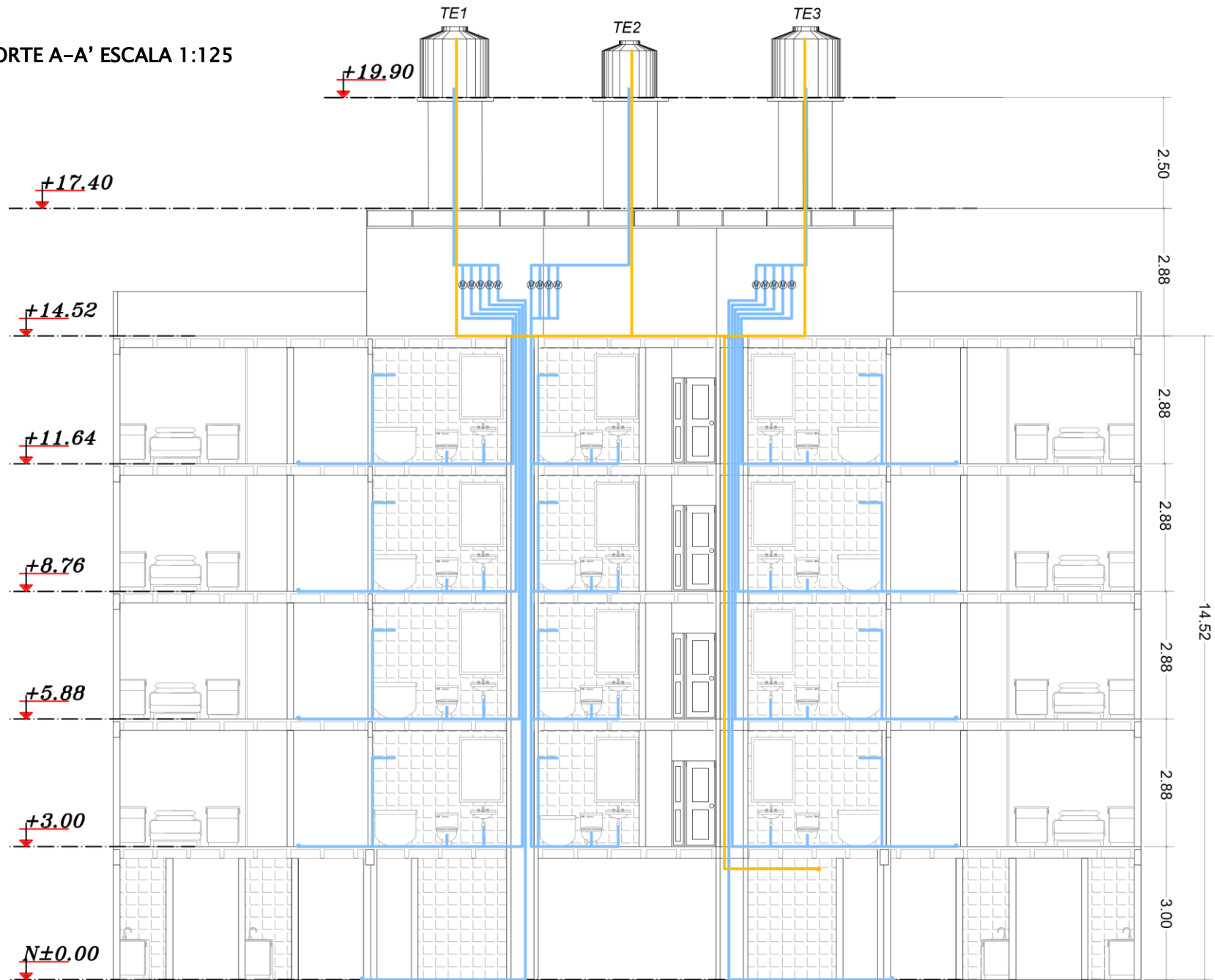
INSTALACION HIDRAULICA - PLANTAS 1-4 ESC. 1:100



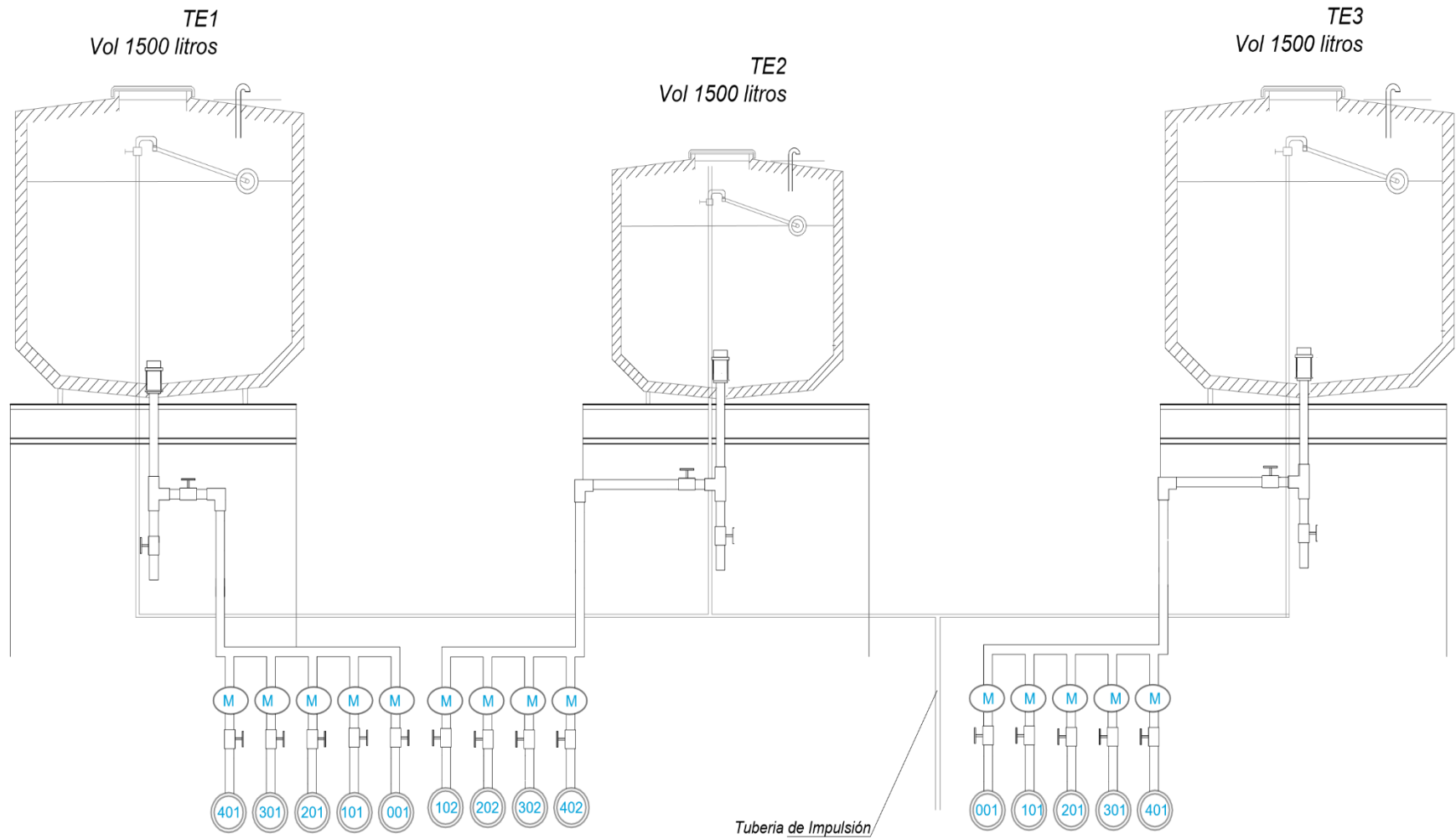
PLANO DE SITIO Y TECHOS ESC. 1:100



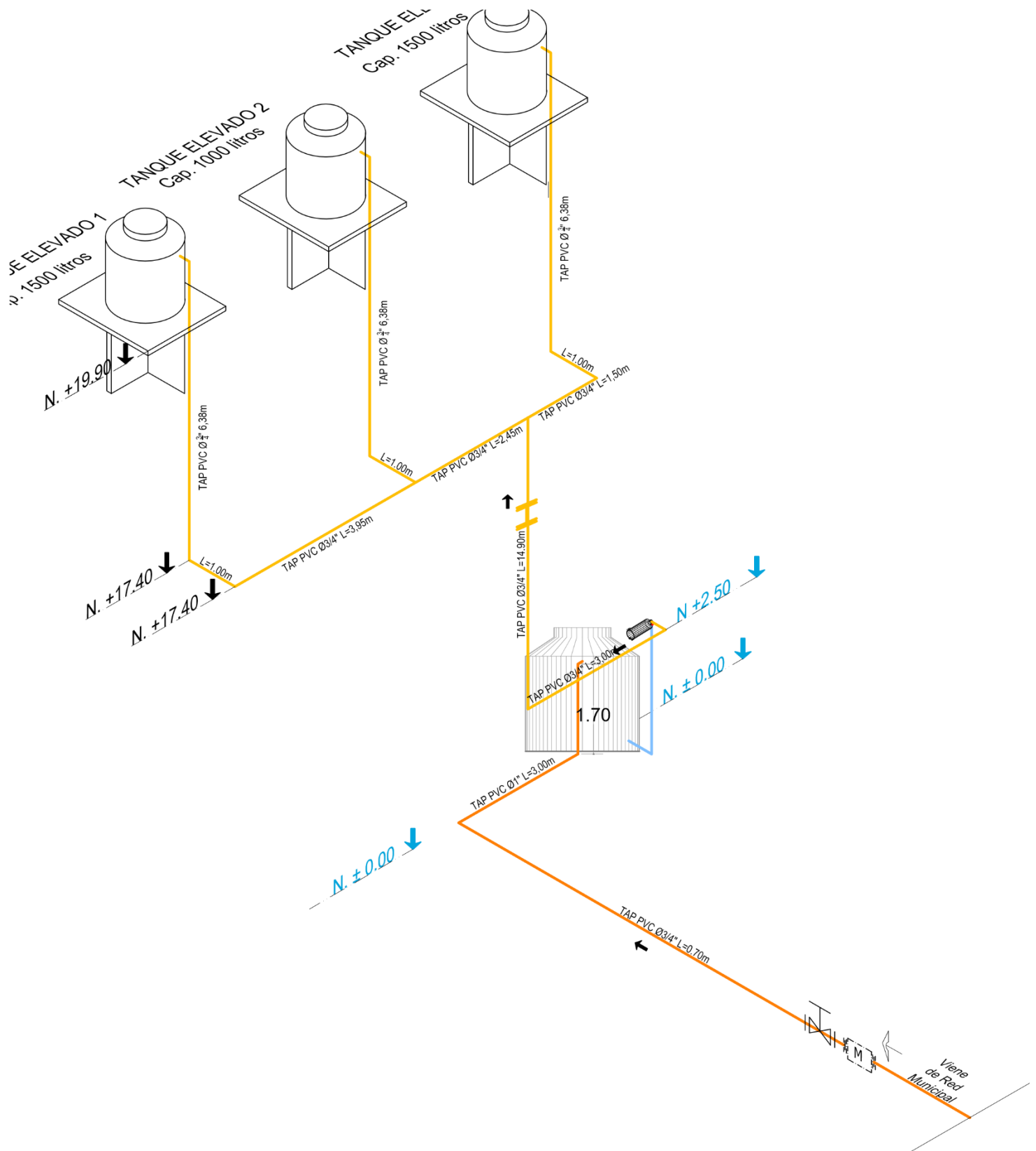
CORTE A-A' ESCALA 1:125



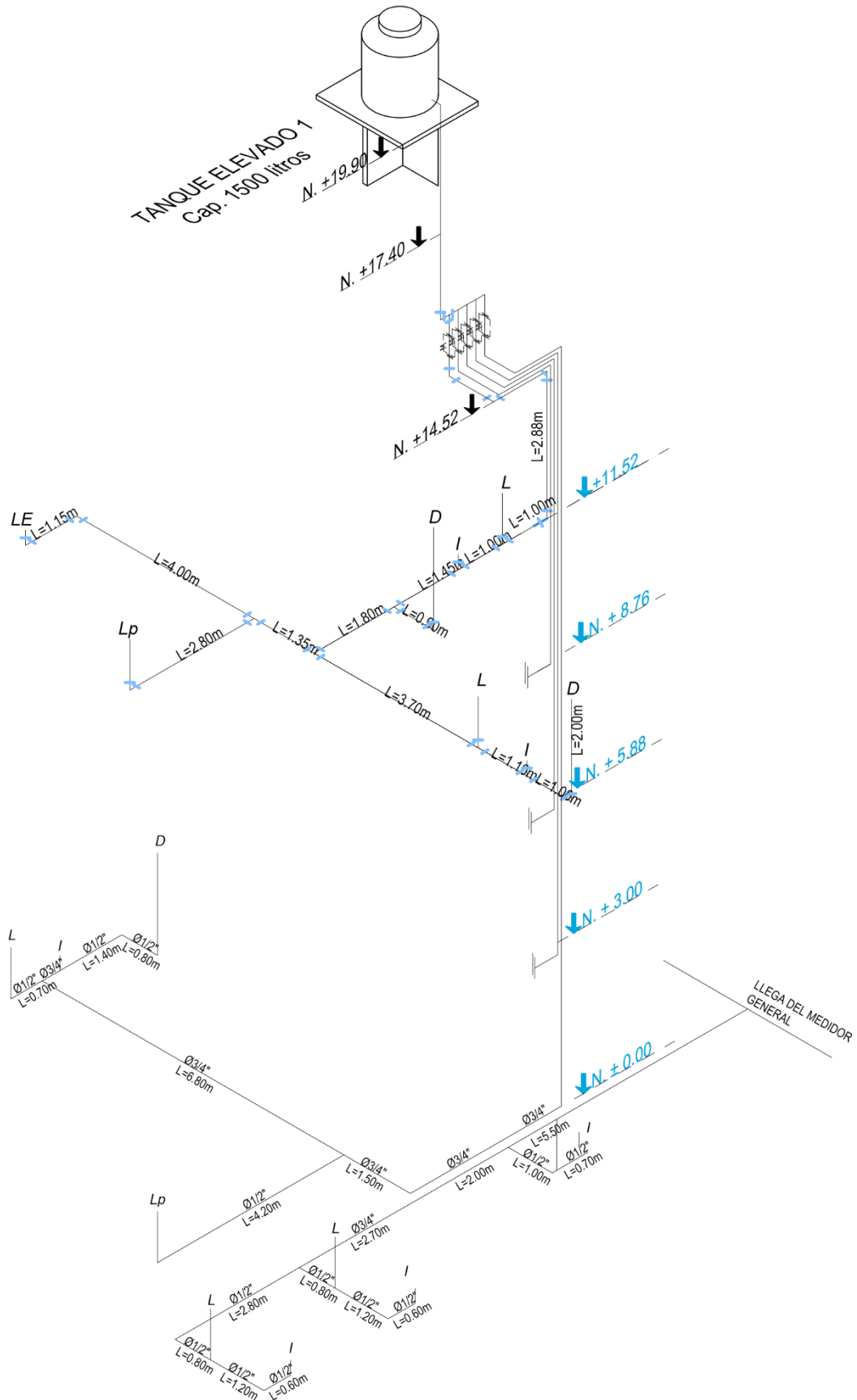
DETALLE MEDIDORES



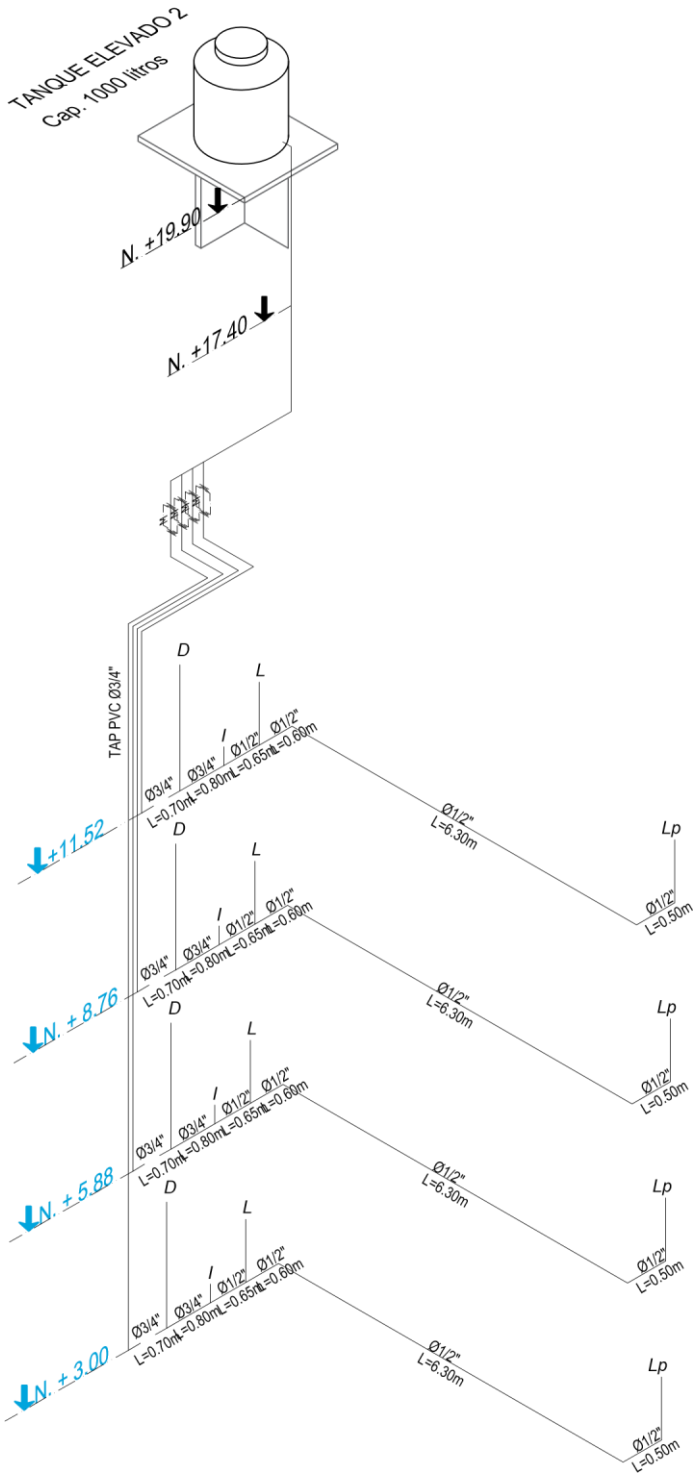
VISTA ISOMÉTRICA TUBERIAS DE ACOMETIDA, SUCCIÓN E IMPULSIÓN ESC. 1:100



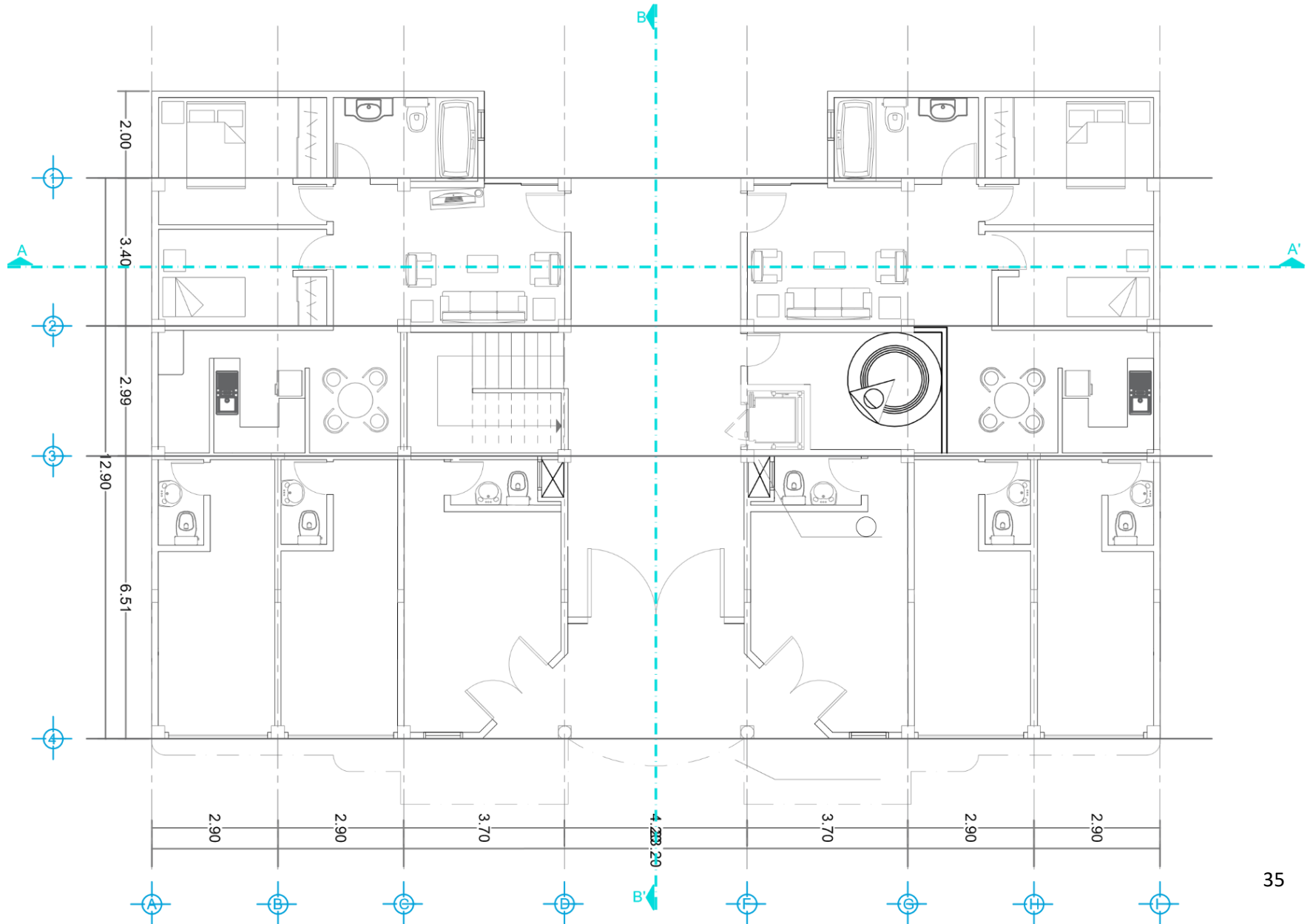
VISTA ISOMÉTRICA "VERTICAL 1" ESC 1:120



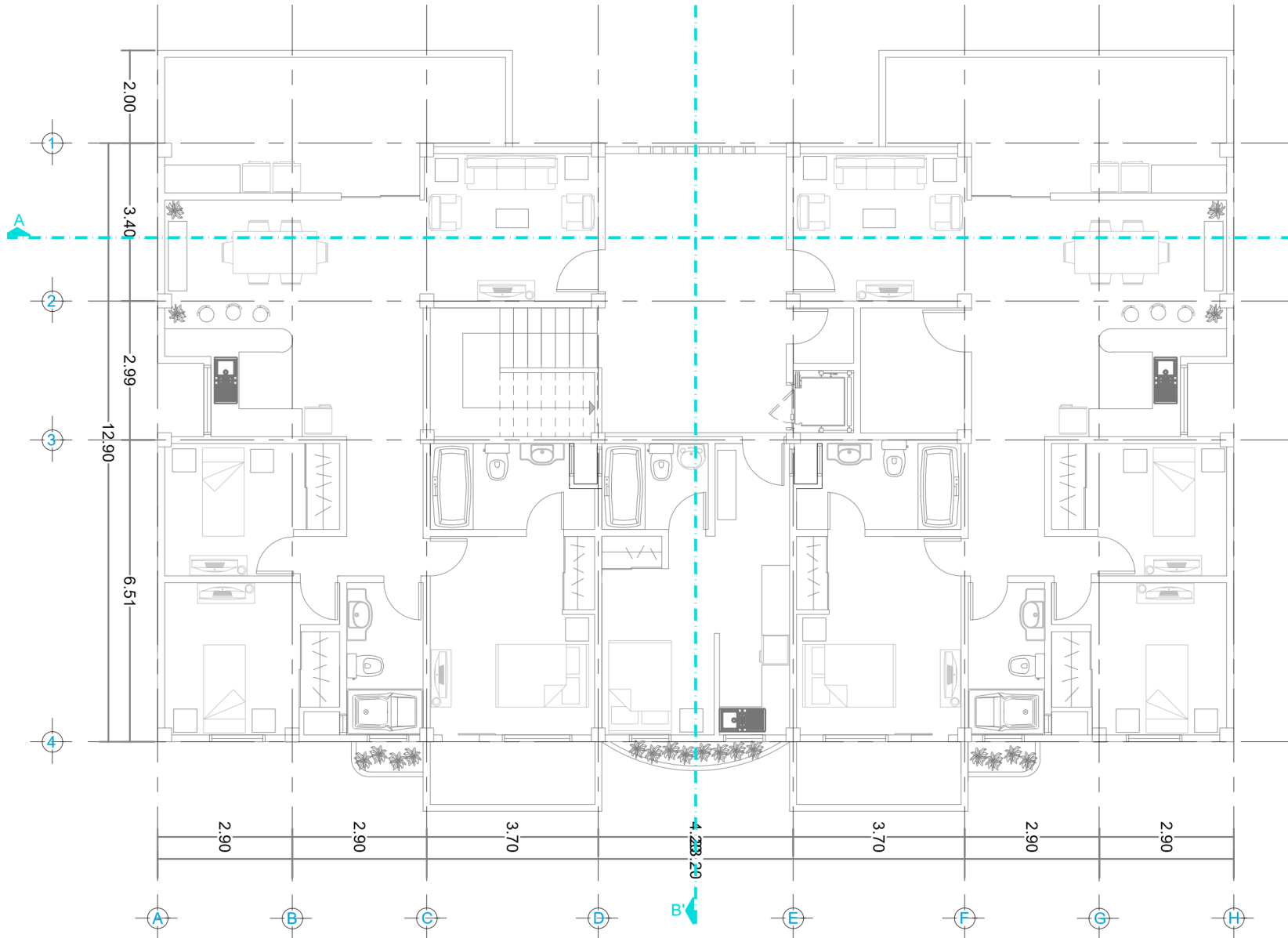
VISTA ISOMÉTRICA "VERTICAL 2" ESC 1:120



PLANO ARQUITECTÓNICO PLANTA BAJA SIN ESCALA



PLANO ARQUITÉCTONICO PLANTA TIPO PISOS 1-4 SIN ESCALA



ELEVACIÓN FRONTAL SIN ESCALA

