

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
CARRERA DE CONSTRUCCIONES CIVILES**



**SISTEMA INDIRECTO DE AGUA POTABLE PARA UN
EDIFICIO DE 7 NIVELES**

**EXAMEN DE GRADO
TRABAJO DE APLICACIÓN
NIVEL LICENCIATURA**

POR: NATANIEL LUIS FLORES RAMOS

LA PAZ – BOLIVIA
2023

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE TECNOLOGIA
CARRERA DE CONSTRUCCIONES CIVILES

Trabajo Aplicativo:

**SISTEMA INDIRECTO DE AGUA POTABLE PARA UN EDIFICIO
DE 7 NIVELES**

Presentada por: Univ. Nataniel Luis Flores Ramos

Para optar el grado académico de **Licenciado en Construcciones Civiles**

Nota numeral:

Nota literal:

Director de carrera de Construcciones Civiles:

M.Sc. Ing. Carlos Méndez Cárdenas

Tribunal:

Ing. Edgar Salinas Fuentes

Tribunal:

Ing. María N. Otero Valle

CONTENIDO

1	GENERALIDADES	4
1.1	INTRODUCCION	4
1.2	JUSTIFICACION	4
1.3	OBJETIVOS.....	4
1.3.1	Objetivos generales	4
1.3.2	Objetivos específicos	5
2	MARCO TEORICO.....	5
2.1	EDIFICIO MULTIFAMILIAR.....	5
2.2	RED PUBLICA DE AGUA POTABLE	5
2.3	ACOMETIDA	5
2.4	SISTEMA DE AGUA POTABLE	6
2.4.1	SISTEMA INDIRECTO	6
2.4.2	SISTEMA INDIRECTO CON BOMBEO	7
2.5	MONTANTE	9
2.6	ECUACION DE HAZZEN WILLIAMS	10
3	MARCO PRACTICO.....	12
3.1	DATOS DEL PROYECTO	12
3.1.1	DESCRIPCION DE LA ARQUITECTURA.....	12
3.1.2	DEMANDA DE CAUDAL.....	13
3.1.3	DEMANDA DE PRESION	15
3.1.4	CALCULO DEL TANQUE ELEVADO	18
3.1.5	CALCULO DE TANQUE CISTERNA	19
3.2	ALTURA DE TANQUE ELEVADO.....	21
3.3	SISTEMA DE BOMBEO	23
3.3.1	IMPULSION	24
3.3.2	SUCCION	26
3.3.3	CALCULO DE LA BOMBA	27
4	CONCLUSIONES	28
5	BIBLIOGRAFÍA.....	28

INDICE DE IMÁGENES

<i>Ilustración 1 Sistema Indirecto sin Bombeo</i>	<i>7</i>
<i>Ilustración 2 Sistema Indirecto con Bombeo (Cisterna y Tanque Elevado).....</i>	<i>9</i>
<i>Ilustración 3 Montante de Agua.....</i>	<i>10</i>
<i>Ilustración 4 Ubicación del Domicilio.....</i>	<i>12</i>
<i>Ilustración 5 Vista Frontal.....</i>	<i>16</i>
<i>Ilustración 6 Isométrico Tanque Elevado.....</i>	<i>21</i>
<i>Ilustración 7 Tramo de Impulsión.....</i>	<i>24</i>
<i>Ilustración 8 Tramo de Succión.....</i>	<i>26</i>

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Las Construcciones Proyectadas</i>	12
<i>Tabla 2 Unidades de Gasto por Artefacto Sanitario Método de Hunter</i>	13
<i>Tabla 3 Calculo de Caudal</i>	13
<i>Tabla 4 Caudales Máximos Probables Método de Hunter</i>	14
<i>Tabla 5 Presión</i>	15
<i>Tabla 6 Dotación de Agua por Día</i>	17
<i>Tabla 7 Dotaciones per cápita para Vivienda Urbana Valores Referenciales</i>	17
<i>Tabla 8 Tasa de Ocupación de Edificios Públicos y Privados</i>	18
<i>Tabla 9 Dimensiones del Tanque Elevado</i>	19
<i>Tabla 10 Dimensiones del Tanque Cisterna</i>	20
<i>Tabla 11 Calculo de Diámetros y Perdida de Carga al Artefacto más Desfavorable</i> ...	22
<i>Tabla 12 Verificación del Diámetro OPTIMO</i>	23

1 GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCION

En la construcción pueden derivarse muchos aspectos importantes para la realización y ejecución de un proyecto, en los cuales pueden destacarse varios factores como: el factor económico, los análisis de los costos, un proceso constructivo, así también un buen control y la buena programación.

La instalación de tanque Cisterna así también el tanque elevado, como la estructura son necesarias para el proceso de distribución de agua potable, mediante la cual se puede llegar a regular o controlar el volumen y las reservas de agua para las horas de mayor consumo o cuando se requieran en situaciones de emergencia.

1.2 JUSTIFICACION

El proyecto aplicativo fue realizado con la finalidad de mejorar el abastecimiento de agua potable, ya que en la mayoría de los casos la escases de agua afecta en tiempos de menor reserva, así generando preocupación del usuario.

Por la altura de la vivienda multifamiliar y para satisfacer los caudales y presiones demandadas se pretende plantear un sistema indirecto de dotación de agua potable.

Por tal motivo es necesario la construcción e instalación de reservorios tanque elevado y Cisterna para prevenir la falta de agua, de tal manera disminuyendo la falta de este elemento tan requerido en nuestro planeta.

De esta manera realizamos el proyecto con la finalidad de un buen servicio al edificio multifamiliar y dotación de agua para sus diferentes niveles y requerimientos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivos generales

- ❖ Diseñar el sistema indirecto de agua potable para el edificio de 7 niveles.

1.3.2 Objetivos específicos

- ❖ Identificar si cumple los parámetros básicos para el diseño del sistema de agua potable del edificio de 7 niveles.
- ❖ Calcular la dotación para el edificio de 7 niveles.
- ❖ Calcular la altura del tanque elevado.
- ❖ Calcular el sistema de bombeo.

2 MARCO TEORICO

2.1 EDIFICIO MULTIFAMILIAR

Un edificio es un conjunto de cimientos, estructura, muros, paredes, tabiques, suelos, techos, cubiertas, etc., que forman el edificio designado en las Condiciones Particulares de la póliza, así como cuantas instalaciones fijas existan para su servicio, tales como las de agua, electricidad, gas, calefacción. (Construcción, 2012)

2.2 RED PUBLICA DE AGUA POTABLE

Son aquellas obras civiles de infraestructura, administradas, operadas y mantenidas, por la Entidad Competente, y que son componentes de un sistema público de abastecimiento de agua potable. Comprenden el conjunto de conductos o tuberías, plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, accesorios, dispositivos y conexiones domiciliarias que permiten el suministro de agua a los usuarios en forma continua, presión apropiada, cantidad suficiente y calidad adecuada para satisfacer sus necesidades domésticas.

2.3 ACOMETIDA

Se entiende por acometida, la tubería que enlaza la instalación interna de un inmueble, con la tubería de la red de distribución, tiende al mejoramiento de la calidad de vida de la población con la dotación y construcción de redes de agua potable.

Los usuarios recibirán el servicio de agua potable a través de una acometida desde la matriz hasta la línea de fábrica. (GOB.EC, 2021)

2.4 SISTEMA DE AGUA POTABLE

El diseño de la red de agua potable está basado en el Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias “RENISDA” del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, y disposiciones locales de la entidad competente.

Ya que la zona cuenta con red de agua potable y la presión de **20 m.c.a.** es garantizada, se instaló un sistema indirecto de alimentación, que atiende la demanda del edificio.

El sistema propuesto es el de tanque cisterna, alimentado de la tubería matriz del sistema público y del tanque cisterna, el agua se alimentará al sistema interno del inmueble, mediante una bomba y un tanque elevado ubicado en la planta del nivel terraza, parqueo del inmueble.

2.4.1 SISTEMA INDIRECTO

En este caso, el agua proviene de la red pública pero no llega a los equipos en forma directa: lo hace de forma indirecta a través de una cisterna desde la cual se envía agua al tanque elevado mediante una bomba. La ventaja radica en que se puede abastecer a pisos altos cuando se da el caso de que la presión de la red pública no es suficiente.

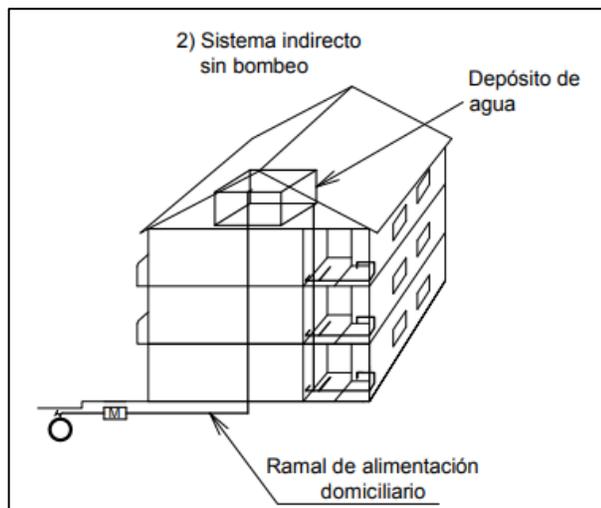
Es un sistema que se usa en muchos edificios multifamiliares por su eficiencia, y es ideal cuando se enfrentan frecuentes cortes de agua pues el tanque abastece como reserva.

En una variante, el agua entra a la cisterna desde la red pública, desde donde se eleva el agua hacia el tanque elevado mediante una bomba centrífuga. Luego se abastece a los distintos puntos por gravedad. (Arq.com.mx, 2023)

- 1) El Sistema Indirecto de Abastecimiento de Agua es aquel en el cual los puntos o artefactos sanitarios de utilización están abastecidos por una red de distribución alimentada por un sistema de almacenamiento de agua y/o sistemas hidroneumáticos.

- 2) Los sistemas indirectos se aplican cuando la presión y/o caudal de servicio de la red pública no es suficiente para abastecer en forma directa a los diferentes puntos de consumo de un inmueble o cuando el servicio es discontinuo en condiciones de caudal y presión.
- 3) De acuerdo a las condiciones de presión en la red, se podrá tener un sistema tipo indirecto sin bombeo, con bombeo, indirecto hidroneumático o del tipo combinado.

Ilustración 1 Sistema Indirecto sin Bombeo



Fuente: (RENISDA, 2011)

2.4.2 SISTEMA INDIRECTO CON BOMBEO

- 1) Este sistema consta de un ramal de alimentación domiciliaria, un tanque cisterna, una instalación de bombeo y un tanque elevado. El equipo de bombeo deberá estar provisto de un sistema eléctrico de control automático de niveles de operación (parada y arranque). El ramal domiciliario debe estar provisto de una válvula de flotador en la tubería de ingreso al tanque cisterna.
- 2) Para la determinación del ramal de alimentación domiciliaria al tanque cisterna, se podrán aplicar las fórmulas indicadas en el párrafo 1.7.1.1.

3) Los volúmenes de almacenamiento serán establecidos en función del consumo diario (CD) y de las necesidades de reserva contra incendios (VCI) y para otros usos, como aire acondicionado (VAC) y/o el consumo comercial.

4) Como volumen útil de almacenamiento se aceptará al menos un volumen igual al consumo diario distribuido 60% (3/5) en el tanque cisterna y 40% (2/5) en el tanque elevado. Los volúmenes se podrán calcular por las siguientes expresiones:

$$V_{TC} = 0,6 * C_D + (V_{CI} + V_{OU}) * 0,6$$

$$V_{TE} = 0,4 * C_D + (V_{CI} + V_{OU}) * 0,4$$

Donde:

CD: Consumo diario (L /d)

VTC: Volumen tanque cisterna (L)

VTE: Volumen Tanque Elevado (L)

VCI: Volumen contra incendios (L)

VOU: Volumen de otros usos (L), enfriamiento de aire acondicionado (L), etc.

5) En casos excepcionales, en áreas o centros urbanos donde el servicio es discontinuo, o para el caso de cortes de servicios programados, el volumen de almacenamiento podrá considerar el número de días carentes de servicio, no mayor a dos días, distribuido 60% (3/5) en el tanque cisterna y 40% (2/5) en el tanque elevado. Los volúmenes podrán calcularse por las siguientes expresiones.

$$V_{TC} = N_D * C_D * 0,60 + (V_{CI} + V_{OU}) * 0,60$$

$$V_{TE} = N_D * C_D * 0,40 + (V_{CI} + V_{OU}) * 0,40$$

Donde:

CD: Consumo diario (L)

VTC: Volumen tanque cisterna (L)

VTE: Volumen Tanque Elevado (L)

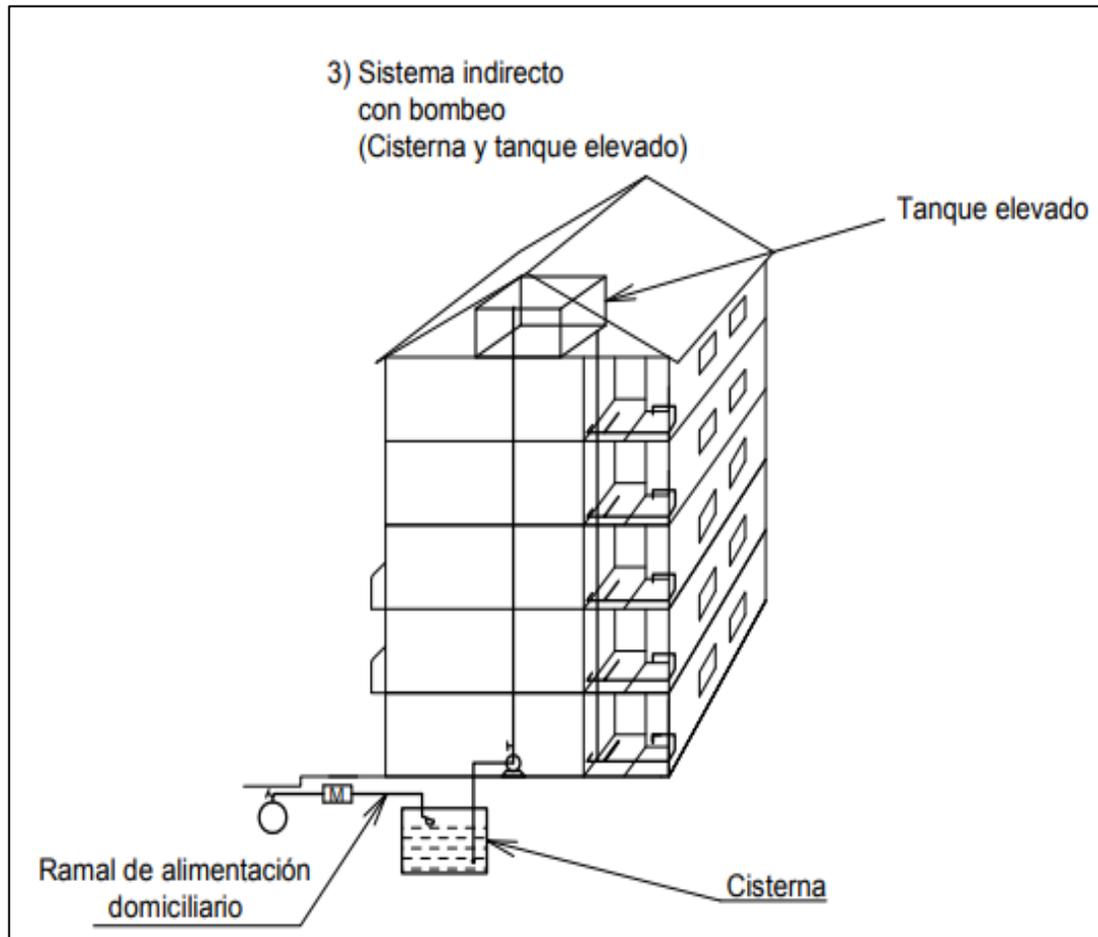
ND: Número de días sin servicio público, no mayor a dos días.

VCI: Volumen contra incendios (L)

VOU: Volumen de otros (L)

- 6) En función a la región (Altiplano, Valles, Llanos), al tamaño de la localidad y del inmueble, se deberá considerar un volumen adicional de reserva contra incendios y otros usos (aire acondicionado, hospitales, etc.).

Ilustración 2 Sistema Indirecto con Bombeo (Cisterna y Tanque Elevado)



Fuente: (RENISDA, 2011)

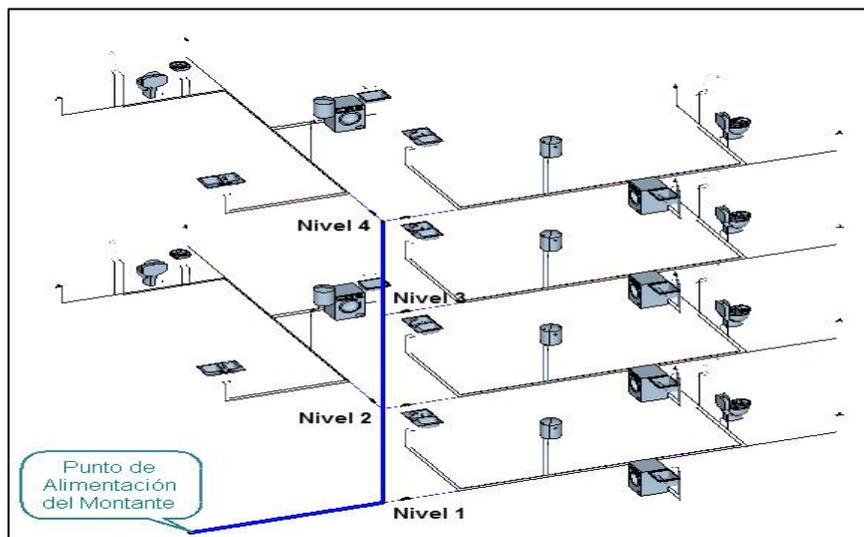
2.5 MONTANTE

La configuración más común para abastecer a las Instalaciones Sanitarias en Edificaciones de varios niveles, es la de utilizar un Montante de Distribución del tipo ascendente, es decir, la distribución del agua potable se realiza a través de una tubería vertical, desde la parte baja de la edificación (desde un tanque subterráneo y utilizando equipos de presión)

obligando el abastecimiento de “abajo hacia arriba” en lo que a elevación de las respectivas Instalaciones se refiere.

Una opción menos frecuente es cuando se opta por la utilización de tanques elevados para el Abastecimiento de Agua Potable en las Instalaciones Sanitarias en Edificaciones de varios niveles, en cuyo caso se dice que el Montante de Distribución es del Tipo Descendente y el cual sigue siendo una tubería vertical en la que el sentido del flujo es de arriba hacia abajo. (SIMASCAS, 2012)

Ilustración 3 Montante de Agua



Fuente: <https://www.hidrasoftware.com/disenio-del-montante-de-distribucion-para-las-instalaciones-sanitarias-en-edificaciones-con-plumber/>

2.6 ECUACION DE HAZZEN WILLIAMS

- 1) Considera la aplicación de valores de “C” en términos de variabilidad de la rugosidad de la tubería por efectos de envejecimiento y cambios en la superficie interior del tubo por efectos de la calidad del agua como por ejemplo la dureza, la misma que dentro los rangos de potabilidad de las normas admite valores mayores permisibles hasta 500mg/lt como Ca CO_3 , considerados de dureza muy alta, por lo que en tanto los sistemas de agua potable no consideran la remoción de este indicador en términos de agua blanda, menores a 50mg/lt es más que probable la

existencia de agua dura en las redes de edificaciones y el consiguiente riesgo de incrustaciones.

- 2) Existen estudios que demuestran por ejemplo lo relativo de aplicación de las fórmulas, en forma indistinta, como es el estudio de “COMPARACION DE RESULTADOS DE LAS ECUACIONES DE PERDIDAS DE CARGA DE Darcy” Weisbach y Hazzen Williams.
- 3) Estudios comparativos del manual de hidráulica de Azevedo Netto definen las variaciones de resultados entre diferentes fórmulas.
 - Tomándose el resultado obtenido con la fórmula de Hazzen Williams = 100% como base de comparación.
 - Formula de Darcy 85%
 - Formula de Hazzen Williams 100%
 - Formula de Flamant 122%
- 4) Catálogos técnicos de tuberías PVC y PPR admiten pérdida de capacidad hidráulica de las tuberías en función de los años y también en función de las temperaturas, por lo tanto, no es correcto en el caso de estas tuberías considerar en los cálculos valores de 150, pues corresponden a valores de tubería “nueva”.
- 5) La ecuación de Hazzen Williams del modo como concepciona el valor de “C” expuesto en la fórmula de mejor selección y que deja abierto a posibilidad de ir definiendo los valores de “C” recomendados en el tiempo de la fórmula de Hazzen Williams constituyen un referente para definir valores de “C” en tubería de PVC y PPR.

3 MARCO PRACTICO

3.1 DATOS DEL PROYECTO

La propiedad de la familia se encuentra ubicada en la ciudad de El Alto, avenida Ladislao Cabrera, calle 134.

Ilustración 4 Ubicación del Domicilio



Fuente: <https://www.google.com/maps>

La superficie del terreno es de 260 m² y construida de 1859 m².

3.1.1 DESCRIPCION DE LA ARQUITECTURA

Tabla 1 Las Construcciones Proyectadas

PLANTA	AMBIENTES
Planta baja	Consta de 6 tiendas.
planta piso 1	Consta de un patio de comidas.
Planta tipo piso 2 y 4	Consta de 1 depto. De 5 dormitorios.
Planta tipo piso 3 y 5	Consta de 2 depts. De 2 Dor. Y 4 Dor.
Planta piso 6	Consta de 1 departamento de 3 dormitorios.
Cubierta	Losa inaccesible.

Fuente: Elaboración propia

3.1.2 DEMANDA DE CAUDAL

CAUDAL REQUERIDO

EDIFICIO DE 7 NIVELES

ALTURA DE 23,24M

URINARIOS E INODOROS NORMALES

Tabla 2 Unidades de Gasto por Artefacto Sanitario Método de Hunter

Tabla 1.8. Unidades de Gasto por artefacto sanitario*. Método de Hunter

Artefacto Sanitario	Viviendas Unifamiliares o de dos Deptos.			Edificios Multifamiliares, con 3 o más Deptos.			Edificios públicos, comerciales.			Edificios de alta ocupación: Teatros, Stadiums, escuelas y similares		
	Unidades de Gasto (UG)			Unidades de Gasto (UG)			Unidades de Gasto (UG)			Unidades de Gasto (UG)		
	Total	Fria	Caliente	Total	Fria	Caliente	Total	Fria	Caliente	Total	Fria	Caliente
Tina de baño o tina con ducha	4,0	3,0	3,0	3,5	2,6	2,6	4,0	3,0	3,0			
Bidet	1,0	0,8	0,8	0,5	0,4	0,4						
Lavadora automática (doméstica)	4,0	3,0	3,0	2,5	1,9	1,9	4,0	3,0	3,0			
Máquina automática de lavar platos (doméstico)	1,5		1,5	1,0		1,0	1,5		1,5			
Bebedero							0,5	0,5		0,8	0,8	
Grifo de riego	2,5	2,5		2,5	2,5		2,5	2,5				
Grifo de riego adicional, por c/ Unid. añadida	1,0	1,0		1,0	1,0		1,0	1,0				
Lavaplatos o pileta de cocina	1,5	1,1	1,1	1,0	0,8	0,8	1,5	1,1	1,1			
Lapaplatos o pileta de cocina exclusivo**	3,0	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	4,0	3,0	3,0			
Lavandería o pileta de lavado	2,0	1,5	1,5	1,0	0,8	0,8	2,0	1,5	1,5			
Lavamanos o Lavatorio	1,0	0,8	0,8	0,5	0,4	0,4	1,0	0,8	0,8	1,0	0,8	0,8
Pileta de servicio							3,0	2,3	2,3			
Ducha individual	2,0	1,5	1,5	2,0	1,5	1,5	2,0	1,5	1,5			
Ducha de uso continuo							5,0	3,8	3,8	5,0	3,8	3,8
Urinario c/válvula de descarga de 3.75 L							4,0	4,0		5,0	5,0	
Urinario, c/válvula de descarga > a 3.75 L							5,0	5,0		6,0	6,0	
Inodoro c/tanque de descarga de 6 L	2,5	2,5		2,5	2,5		2,5	2,5		4,0	4,0	
Inodoro c/ tanque de hidropresión de 6 L	2,5	2,5		2,5	2,5		2,5	2,5		3,5	3,5	
Inodoro, c/válvula de descarga de 6 L	5,0	5,0		5,0	5,0		5,0	5,0		8,0	8,0	
Inodoro, c/ tanque de descarga de 13 L.	3,0	3,0		3,0	3,0		5,5	5,5		7,0	7,0	
Inodoro, c/válvula de descarga de 13 L	7,0	7,0		7,0	7,0		8,0	8,0		10,0	10,0	
Tina de hidromasaje	4,0	3,0	3,0	4,0	3,0	3,0						

* Fuente: National Standard Plumbing Code 2006 ** En cocinas que no cuentan con máquina de lavar platos

Fuente: (RENISDA, 2011)

Tabla 3 Calculo de Caudal

ARTEFACTOS	Nº DE ARTEFACTOS	UG	TOTAL, UG
INODOROS	23	2,5	57,50
LAVAMANOS	21	0,5	10,50
DUCHAS	13	2	26,00
LAVAPLATOS	9	1	9
LAVANDERIA	6	1	6
		TOTAL	109,00

Para 109 UG, se tiene un caudal de 1,61L/s
Se requiere un diámetro de 1 1/2"

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4 Caudales Máximos Probables Método de Hunter

Tabla 1.10. Caudales máximos probables. Método de Hunter

U.GASTO	TANQUE	VÁLVULA	U. GASTO	TANQUE	VÁLVULA	U. GASTO	TANQUE	VÁLVULA
1,00			51,00	1,02	1,79	110,00	1,61	2,43
2,00			52,00	1,03	1,81	120,00	1,68	2,50
3,00	0,15		53,00	1,04	1,82	130,00	1,75	2,58
4,00	0,17		54,00	1,06	1,84	140,00	1,82	2,66
5,00	0,19	0,85	55,00	1,07	1,85	150,00	1,89	2,73
6,00	0,22	0,87	56,00	1,08	1,87	160,00	1,96	2,80
7,00	0,24	0,90	57,00	1,10	1,88	170,00	2,03	2,88
8,00	0,26	0,92	58,00	1,11	1,90	180,00	2,10	2,95
9,00	0,28	0,95	59,00	1,12	1,91	190,00	2,17	3,02
10,00	0,30	0,97	60,00	1,14	1,93	200,00	2,24	3,09
11,00	0,32	1,00	61,00	1,15	1,94	210,00	2,31	3,16
12,00	0,34	1,02	62,00	1,16	1,95	220,00	2,39	3,23
13,00	0,36	1,04	63,00	1,17	1,97	230,00	2,46	3,30
14,00	0,38	1,07	64,00	1,18	1,98	240,00	2,53	3,37
15,00	0,40	1,09	65,00	1,20	1,99	250,00	2,60	3,43
16,00	0,42	1,11	66,00	1,21	2,01	260,00	2,67	3,50
17,00	0,44	1,14	67,00	1,22	2,02	270,00	2,73	3,56
18,00	0,46	1,16	68,00	1,23	2,03	280,00	2,80	3,63
19,00	0,48	1,18	69,00	1,24	2,04	290,00	2,87	3,69
20,00	0,50	1,20	70,00	1,25	2,06	300,00	2,94	3,75
21,00	0,52	1,23	71,00	1,26	2,07	310,00	3,01	3,81
22,00	0,54	1,25	72,00	1,27	2,08	320,00	3,08	3,88
23,00	0,56	1,27	73,00	1,28	2,09	330,00	3,15	3,93
24,00	0,58	1,29	74,00	1,29	2,10	340,00	3,22	3,99
25,00	0,59	1,31	75,00	1,30	2,11	350,00	3,29	4,05
26,00	0,61	1,33	76,00	1,31	2,12	360,00	3,36	4,11
27,00	0,63	1,35	77,00	1,32	2,13	370,00	3,43	4,17
28,00	0,65	1,37	78,00	1,33	2,14	380,00	3,49	4,22
29,00	0,67	1,40	79,00	1,34	2,15	390,00	3,56	4,28
30,00	0,68	1,42	80,00	1,35	2,16	400,00	3,63	4,33
31,00	0,70	1,44	81,00	1,36	2,17	410,00	3,70	4,38
32,00	0,72	1,46	82,00	1,37	2,18	420,00	3,77	4,44
33,00	0,74	1,48	83,00	1,38	2,19	430,00	3,83	4,49
34,00	0,75	1,49	84,00	1,39	2,20	440,00	3,90	4,54
35,00	0,77	1,51	85,00	1,40	2,21	450,00	3,97	4,59
36,00	0,79	1,53	86,00	1,40	2,22	460,00	4,04	4,64
37,00	0,80	1,55	87,00	1,41	2,23	470,00	4,11	4,69
38,00	0,82	1,57	88,00	1,42	2,24	480,00	4,17	4,74
39,00	0,84	1,59	89,00	1,43	2,24	490,00	4,24	4,78
40,00	0,85	1,61	90,00	1,44	2,25	500,00	4,31	4,88
41,00	0,87	1,62	91,00	1,44	2,26	510,00	4,40	4,92
42,00	0,88	1,64	92,00	1,45	2,27	520,00	4,46	4,97
43,00	0,90	1,66	93,00	1,46	2,27	530,00	4,51	5,02
44,00	0,91	1,68	94,00	1,46	2,28	540,00	4,57	5,06
45,00	0,93	1,69	95,00	1,47	2,29	550,00	4,63	5,11
46,00	0,94	1,71	96,00	1,48	2,29	560,00	4,68	5,16
47,00	0,96	1,73	97,00	1,48	2,30	570,00	4,74	5,20
48,00	0,97	1,74	98,00	1,49	2,31	580,00	4,80	5,25
49,00	0,99	1,76	99,00	1,50	2,31	590,00	4,85	5,30
50,00	1,00	1,78	100,00	1,54	2,35	600,00	4,91	5,34

NOTA 1.- Los gastos están en lt/s y corresponden a un ajuste de la tabla original del Método Hunter.

Fuente: (RENISDA, 2011)

3.1.3 DEMANDA DE PRESION

Tabla 5 Presión

<i>PRESIÓN: (SISTEMA DIRECTO)</i>	
<i>Altura desde el ingreso al nivel 7</i>	<i>23,24</i>
<i>Altura de la ducha</i>	<i>2,1</i>
<i>Presión de salida en la Ducha</i>	<i>2</i>
<i>Perdida de presión entre el ingreso y ducha (Aprox. 15% de la altura geométrica)</i>	<i>3,49</i>
<i>TOTAL</i>	<i>30,83</i>

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 5 Vista Frontal



Fuente: Diseño Arquitectónico AutoCad

Por los resultados mostrados vemos que la presión supera a la presión obtenida por la red pública por tal motivo se plantea un sistema indirecto empleando un sistema de tanque cisterna bomba y tanque elevado.

PLANILLA DE CALCULO – DOTACION DE AGUA POR DIA

Tabla 6 Dotación de Agua por Día

NIVEL	TIPO			DOTACION (lts/hab. día)	DOTACION TOTAL (lts/hab. día)
PLANTA BAJA	LOCALES COMERCIALES	40,41/2,5	16	80	1280
		20,21/2,5	8	80	640
		19,60/2,5	7	80	560
		22,01/2,5	8	80	640
PLANTA 1	RESTAURANT	23,46/1,5	20	80	1600
PLANTA 2	DORMITORIOS		5	80	400
PLANTA 3	DORMITORIOS		6	80	480
PLANTA 4	DORMITORIOS		5	80	400
PLANTA 5	DORMITORIOS		6	80	480
PLANTA 6	DORMITORIOS		3	80	240
CUBIERTA					
				TOTAL	6720

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7 Dotaciones per cápita para Vivienda Urbana Valores Referenciales

Tabla 1.2. Dotaciones per cápita para vivienda urbana. Valores referenciales

Región	Altitud media msnm	Precipitación media anual (mm)	Temp. Media (°)	Tamaño de localidad Dotación (L / hab. día)			
				Menor	Intermedia	Mayor	Metropolitana
Altiplano	3600 - 4000	402	11	70- 80	80 - 100	80 - 100	80 - 120
Valles	500 - 3600	496	16	70-100			100 - 120
Llanos	100 - 500	1167	27.5				

Ciudades Menores: 2 000 – 10 000 hab.
Ciudades Metropolitanas: > 500 000 hab

Ciudades Mayores: 100 000 – 500 000 hab.
Ciudades Intermedias: 10 000 – 100 000 hab.

Fuente: (RENISDA, 2011)

Tabla 8 Tasa de Ocupación de Edificios Públicos y Privados

Tabla 1.1. Tasa de Ocupación de edificios públicos y privados

Local	Tasa de ocupación
Bancos	1 persona /5,0 m2
Oficinas	1 persona / 6,0 m2
Locales comerciales. Planta Baja	1 persona /2,5 m2
Locales comerciales. Pisos superiores	1 persona / 5,0 m2
Museos y bibliotecas	1 persona / 5,5 m2
Shopping center	1 persona / 5,0 m2
Salas de hoteles	1 persona /5,5 m2
Restaurantes	1 persona / 1,50 m2
Supermercados	1 persona / 2,5 m2
Teatros, cines, auditorios	1 silla / 0,70 m2

Fuente: (RENISDA, 2011)

Se adopta 2 tanques tipo campeón de 3500 litros, con las siguientes dimensiones

Htotal=190cm = 1,90m.

Diametro=179cm = 1,79m.

3.1.4 CALCULO DEL TANQUE ELEVADO

Tanque elevado prefabricado

SELECCIÓN TIPO DE TANQUE ELEVADO “PREFABRICADO”

Tabla 9 Dimensiones del Tanque Elevado



CAPACIDAD (Lts)	PESO (Kg)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	ESPESOR (mm)
300	7	71	77	5
450	10	81	94	6
600	13	89	104	6.5
650	13	92	111	6.5
900	18	103	129	7
1200	23	119	148	7.7
1600	32	131	160	9
2300	45	139	165	10.5
2700	50	152	180	11
3000	50	157	172	11.5
3500	70	179	190	12
5000	110	187	223	13
7500	190	220	255	15
10000	270	238	260	18
20000	450	300	325	22

Fuente: Distribuidora Campeón

Seleccionamos el tanque de capacidad de 3500 lts. por ser el más cercano y comercial.

3.1.5 CALCULO DE TANQUE CISTERNA

Tanque cisterna prefabricado.

SELECCIÓN TIPO DE TANQUE ELEVADO “PREFABRICADO”

Tabla 10 Dimensiones del Tanque Cisterna



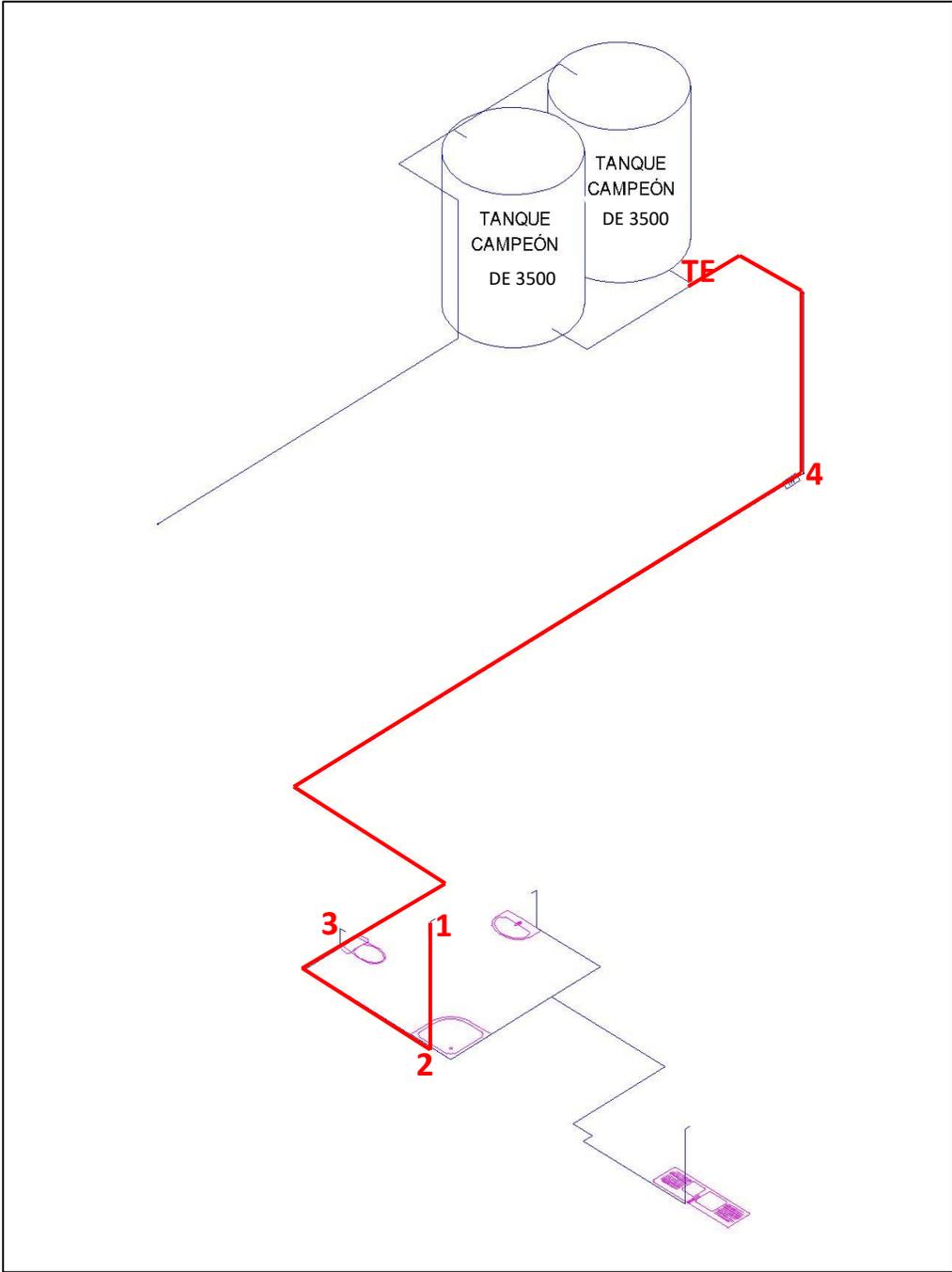
CAPACIDAD (Lts)	PESO (Kg)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	Largo (cm)	ESPESOR (mm)
1000	35	115	125	135	3,5 – 4
1500	48	125	135	160	5
2000	85	105	112	180	8

Fuente: Distribuidora Campeón

Seleccionamos 2 tanques cisternas de capacidad de 2000 lts por ser el más cercano y comercial.

3.2 ALTURA DE TANQUE ELEVADO

Ilustración 6 Isométrico Tanque Elevado



Fuente: Elaboración Propia AutoCAD

Tabla 11 Calculo de Diámetros y Perdida de Carga al Artefacto más Desfavorable

RED DE AGUA POTABLE FRIA EDIFICIO MULTIFAMILIAR
CALCULO DE DIAMETROS Y PERDIDA DE CARGA AL ARTEFACTO MAS DESFAVORABLE

C= 140

H= 6,8

BLOQUE			ARTEFACTO		N° DE UNIDADES			GASTOS		DIAM.	D.CAL.	D.CAL.	VELOC.		LONGITUD(m)			PERDIDA DE CARGA		PRESION		
PISO	DE	A	TIPO	N°	PARC.	TOTAL	ACUM.	TANQUE	VALVULA	PULG.			m/s	VERIFICACION	NETA	EQUIV.	TOTAL	UNIT.	TOTAL	DESNIVEL	RESIDUAL	VERIFICACION
6	1	2	D	1	2	2	2	0,13	NO	1/2	0,52	1/2	1,03	0,6 a 1,6 OK	2,1	1,2	3,3	0,12378	0,40847726	2,1	2,00	2mca a 40mca OK
6	2	3	L-Lv	1-1	0,5-1	1,5	3,5	0,16	NO	1/2	0,58	1/2	1,26	0,6 a 1,6 OK	2,59	3,4	5,99	0,18175	1,28862617	0	4,51	2mca a 40mca OK
6	3	4	I	1	2,5	2,5	6	0,22	NO	3/4	0,68	3/4	0,77	0,6 a 2 OK	12,39	4,8	17,19	0,04548	0,78172167	0	5,80	2mca a 40mca OK
6	4	TE	D-L-I-Lp-Lv	22-20-12-8-6	2-0,5-2,5-1-1	98	104	1,56	NO	1 1/2	1,80	2"	1,37	0,6 a 2,5 OK	6,8	7,6	14,4	0,05829	0,18651283	0	6,58	2mca a 40mca OK
																			2,67	0,03		

PARA LOS DEMAS BLOQUES SE UTILIZO EL NUMERO DE ARTEFACTOS PARA DIMENSIONAMIENTO DE DIAMETROS

REGLA PARA ADOPTAR DIAMETROS :

- 1/2" HASTA 5 UG
- 3/4" HASTA 25 UG
- 1" HASTA 65 UG
- 1 1/2" HASTA 450 UG

CALCULO PRESION ARTEFACTO MAS DESFAVORABLE DUCHA "1" PISO 6

PRESION EN DUCHA "1" = 2,00 (mca)

altura geometrica a ducha "1" = 20,54+2,1= 22,64 (mca)

perdida de carga por friccion de tuberias= 2,67 (mca)

ALTURA DE TANQUE= 27,31 (mca)

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + H_f$$

$$H = 2mca + 0 + 2,1m + 2,67$$

$$H = 6,77$$

Fuente: Elaboración propia

3.3 SISTEMA DE BOMBEO

Tiempo de alimentación del volumen total t=3 horas

$$Q_D = \frac{C_D}{T} = \frac{7000}{3 * 3600} = 0,648 \left[\frac{Lts}{S} \right]$$

$$D = 1.4166\sqrt{Q} = 1.4166\sqrt{0.648} = 1,14''$$

$$J = \frac{\left(100 * \frac{Q}{C}\right)^{1,85}}{D^{4,87}} \times 0,3437$$

Tabla 12 Verificación del Diámetro OPTIMO

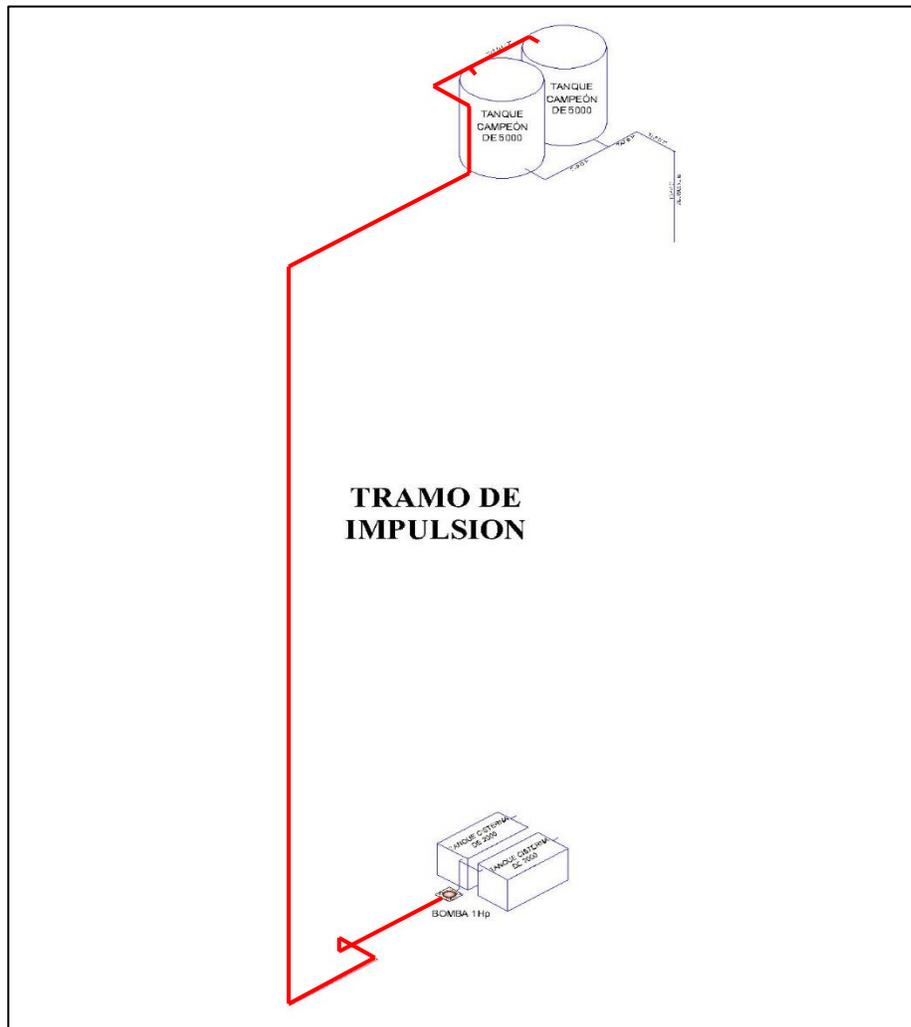
DIAMETRO (pulg)	Q (l/s)	J	V (m/s)	VERIFICACION
½	0,648	2,417	5,11	NO CUMPLE
¾	0,648	0,335	2,27	CUMPLE
1	0,648	0,082	1,27	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

Adoptamos el **D=3/4"**

3.3.1 IMPULSION

Ilustración 7 Tramo de Impulsión



Fuente: Elaboración propia

- 1) Cálculo del caudal de bombeo t=2 horas

$$Q = \frac{Vt}{t} = \frac{7000}{2 * 3600} = 0,972 \left[\frac{Lts}{S} \right]$$

2) Cálculo tubería de impulsión según "Bresse"(pre diseño)

$$D = 1,2\sqrt{Q} = 1,2\sqrt{0,972} = 1,01''$$

D= 1.5"

3) Cálculo de las pérdidas en el tramo de impulsión (Método Hazen Williams)

$$J = \frac{\left(100 * \frac{Q}{C}\right)^{1,85}}{D^{4,87}} \times 0,3437$$

$$J = \frac{\left(100 * \frac{0,972}{140}\right)^{1,85}}{1,5^{4,87}} \times 0,3437$$

$$J = 0,024$$

$L_{impulsion}=37,50m$

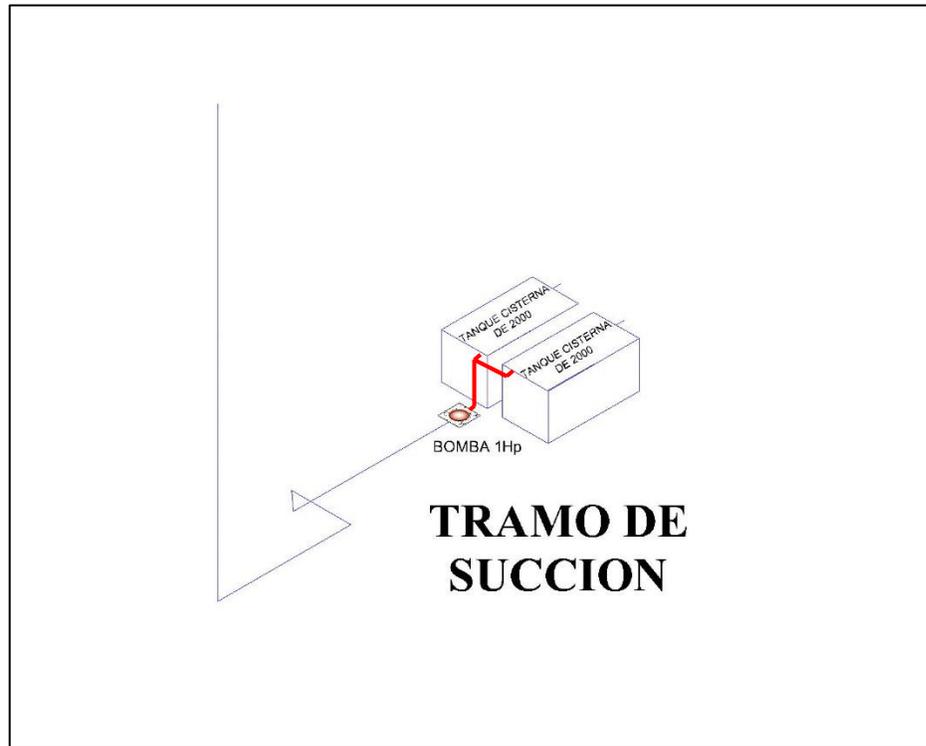
$L_{perdida}=29,67m$ (perdida por accesorios) 9codos + 1tee + 2llaves de paso

$$Hf(imp.) = Lt * J = (37,50 + 29,67) * 0,024 = 1,61m$$

$$Hf(imp.) = 1,61m$$

3.3.2 SUCCION

Ilustración 8 Tramo de Succión



Fuente: Elaboración Propia

- 1) Cálculo de la tubería de succión "recomendable diámetro superior de la tubería de impulsión"

D= 1.5"

- 2) Cálculo de las perdidas en el tramo de succión

$$J = \frac{\left(100 * \frac{Q}{C}\right)^{1,85}}{D^{4,87}} \times 0,3437$$

$$J = \frac{\left(100 * \frac{0,972}{140}\right)^{1,85}}{1,5^{4,87}} \times 0,3437 = 0,024$$

$$L_{\text{SUCCION}}=2,56\text{m}$$

$$L_{\text{SUCCION}}=13,70\text{m (Perdidas por accesorios)}$$

$$H_f(\text{suc.}) = L_t * J = (2,56 + 13,70) * 0,024 = 0,39\text{m}$$

$$H_f(\text{suc.}) = 0,39\text{m}$$

3.3.3 CALCULO DE LA BOMBA

1) Cálculo de la altura manométrica

$$H_{\text{suc.}}=1,2 \text{ m}$$

$$H_{\text{imp.}}=27,31\text{m}$$

$$H_{\text{fsuc.}}=0,39\text{m}$$

$$H_{\text{fimp.}}=1,61 \text{ m}$$

$$P_{\text{tanque}}=2\text{m}$$

$$H_m = H_{\text{suc.}} + H_{\text{imp.}} + H_{\text{fsuc.}} + H_{\text{fimp.}} + P_{\text{tanque}} = 32,46\text{m}$$

2) potencia de la bomba

$$P = \frac{\gamma \times Q \times H_m}{\mu \times 75} = \frac{1000 * 0,000972 * 32,46}{75 * 0,60} = 0,70$$

- POTENCIA INSTALADA DE LA BOMBA H_p :

$$P = P_{\text{inst.}} * 1,5 = 1,05 \text{ Hp}$$

P=1.5 HP

4 CONCLUSIONES

El sistema indirecto de agua potable cumple con los cálculos realizados establecidos por el reglamento con tanque elevado y tanque cisterna.

El sistema indirecto así también cumple con las disposiciones en el último piso haciendo un cálculo de acuerdo al reglamento de instalaciones sanitarias de agua potable (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, RENISDA 2011)

5 BIBLIOGRAFÍA

(s.f.). Obtenido de <https://www.pinterest.es/pin/2814818509294255/>

Arq.com.mx. (mayo de 2023). Obtenido de <https://noticias.arq.com.mx/Detalles/15703.html>

Catalogo Corporativo, GWE-Tubomin. (2023). Obtenido de <https://www.gwe-tubomin.com>

Construcción, A. (12 de 2012). Obtenido de <https://www.arqhys.com/construccion/quees-edificio.html>

FESMEX.FLUID EQUIPMENT SUPPLY. (2023). Obtenido de <https://www.fesmex.com.mx/article/perdidas-por-friccion-en-tuberias/>

GOB.EC. (25 de 6 de 2021). Obtenido de GOB.EC: <https://www.gob.ec/gadmcruminahui>

Iglesias, M. S. (s.f.). Obtenido de <https://www.eadic.com/wp-content/uploads/2016/06/Foto213.jpg>

Nava, E. (2023). *Aprende INSTITUTE*. Obtenido de Aprende INSTITUTE: <https://aprende.com/blog/oficios/plomeria/que-es-la-tuberia-de-succion/>

Perez Porto, J. G. (11 de MAYO de 2010). VIVIENDA. *DEFINICION.DE*.

Pérez, L. R. (2020). *sswm.info*. Obtenido de *sswm.info*: <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/tanque-de-almacenamiento#:~:text=Las%20instalaciones%20de%20almacenamiento%2C%20conocidas,cantidad%20y%20calidad%20del%20agua.>

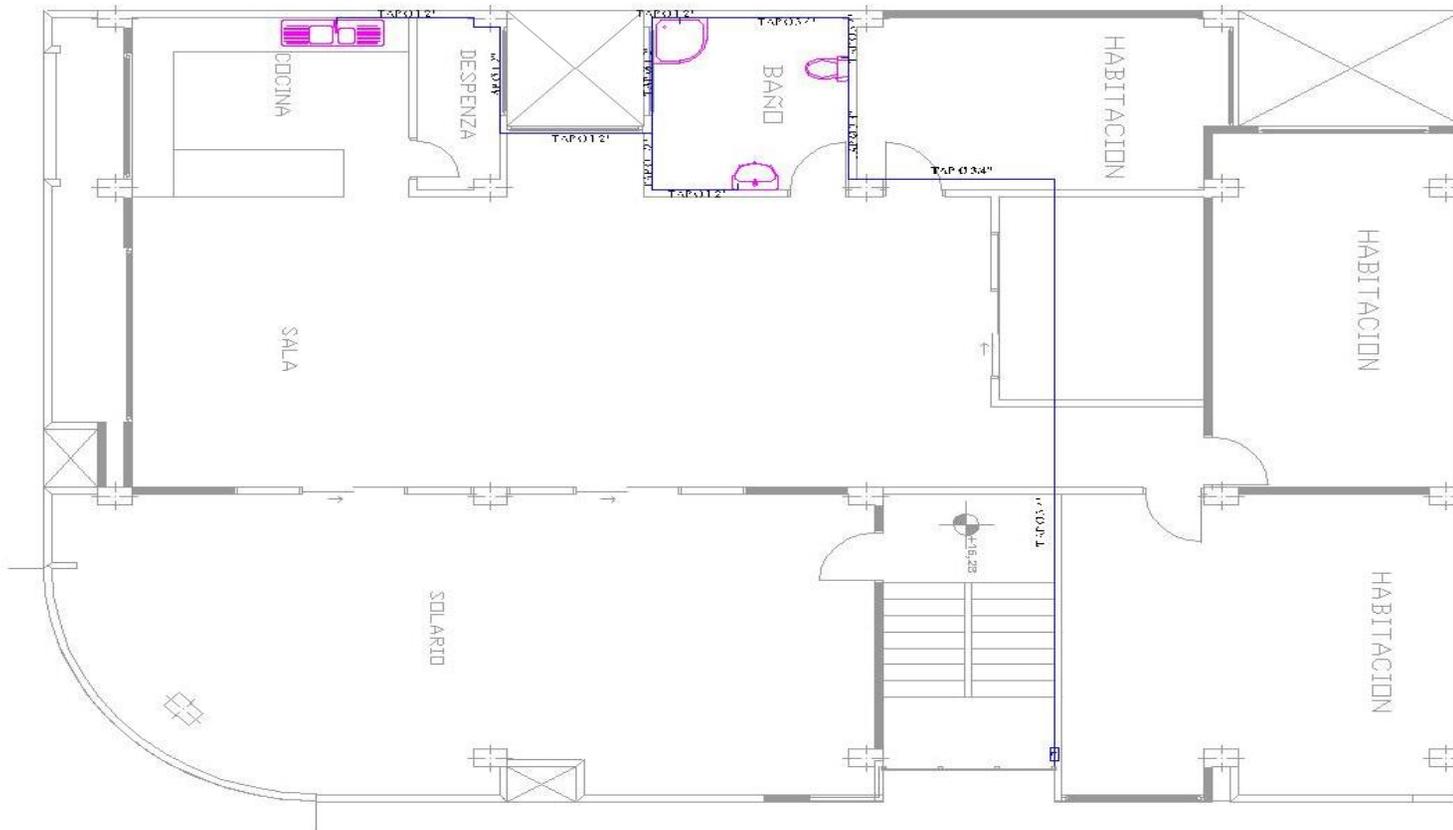
RENISDA. (2011). *RENISDA*. LA PAZ: MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA (MMAyA).

SIMASCAS, J. (2012). *SOFTWARE HIDRA*. Obtenido de *SOFTWARE HIDRA*: <https://www.hidrasoftware.com/>

ANEXOS Y PLANOS

SISTEMA DE REDES DE AGUA POTABLE

PISO 6
ESC 1:75



NOTA:
TODAS LAS TUBERIAS DE Agua Potable (agua fria), SERAN DE MATERIAL PVC

SIGLA	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
I	INÓDORO	
Lp	LAPLATOS	
Lv	LAVANDERIA	
L	LAVAMANDOS	
Du	DUCHA	
M	MEDIDOR DE AGUA PÓTABLE	
Lip	LLAVE DE PASO	
T	TEE	
Y	YEE	
C 90	CODO DE 90°	
TAP PVC Ø "	TUBERÍA DE AGUA POTABLE Ø	



UNIVERSIDAD MAYOR
DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
CONSTRUCCIONES CIVILES

TRABAJO APLICATIVO NIVEL LICENCIATURA

SISTEMA INDIRECTO DE AGUA POTABLE
PARA UN EDIFICIO DE 7 NIVELES

SISTEMA DE REDES AGUA POTABLE

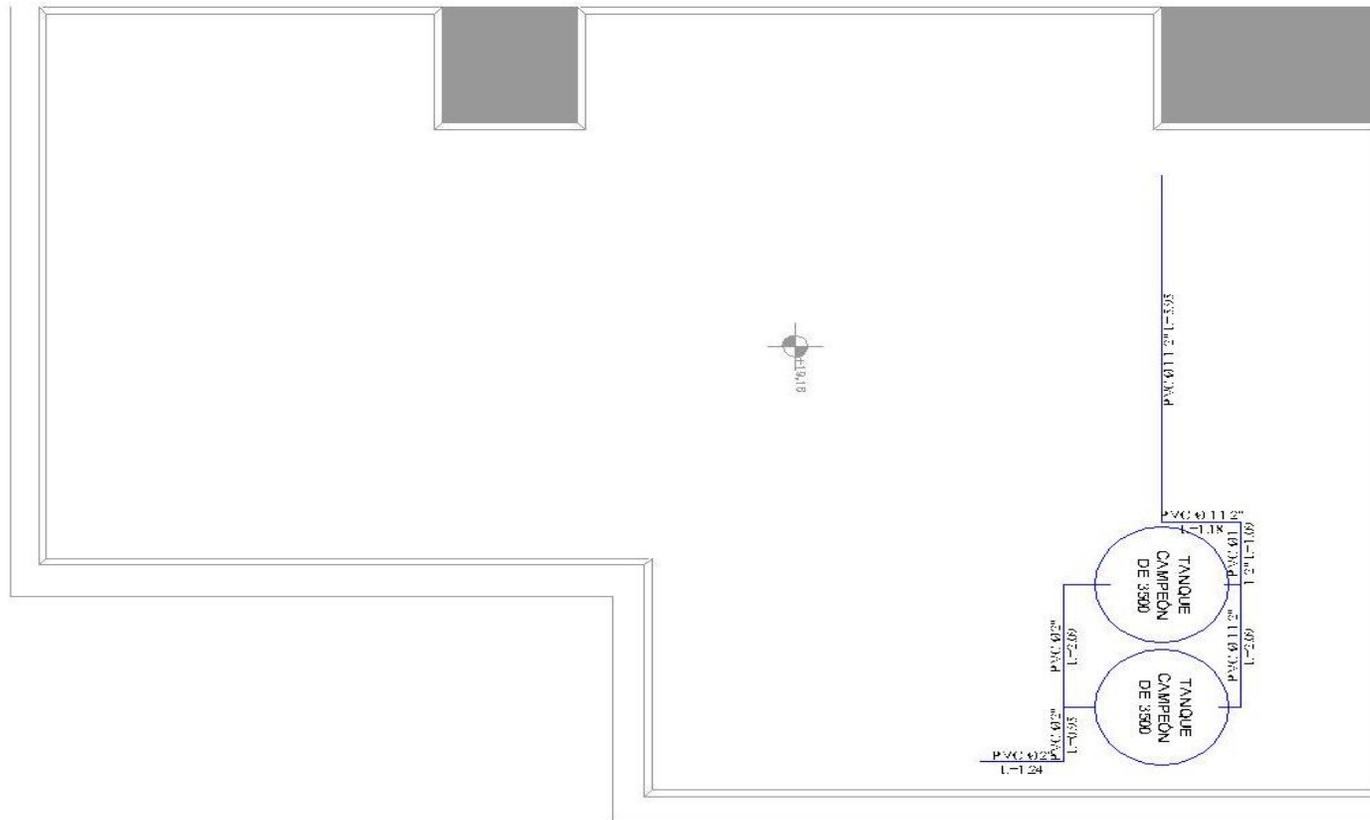
POR: NATANIEL LUIS FLORES RAMOS
FECHA: AGOSTO-2023

N° PLANO

1/4

ESC. 1:75

SISTEMA DE REDES DE AGUA POTABLE



TECHO
ESC 1:75

NOTA:
TODAS LAS TUBERIAS DE Agua Potable (agua fria), SERAN DE MATERIAL PVC

SIGLA	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
I	INODORO	
Lp	LAPLATOS	
Lv	LAVANDERIA	
L	LAVAMANOS	
Du	DUCHA	
M	MEDIDOR DE AGUA POTABLE	
Lip	LLAVE DE PASO	
T	TEE	
Y	YEE	
C 90	CÓDIGO DE 90°	
TAP PVC Ø"	TUBERÍA DE AGUA POTABLE Ø	



UNIVERSIDAD MAYOR
DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
CONSTRUCCIONES CIVILES

TRABAJO APLICATIVO NIVEL LICENCIATURA

SISTEMA INDIRECTO DE AGUA POTABLE
PARA UN EDIFICIO DE 7 NIVELES

SISTEMA DE REDES AGUA POTABLE

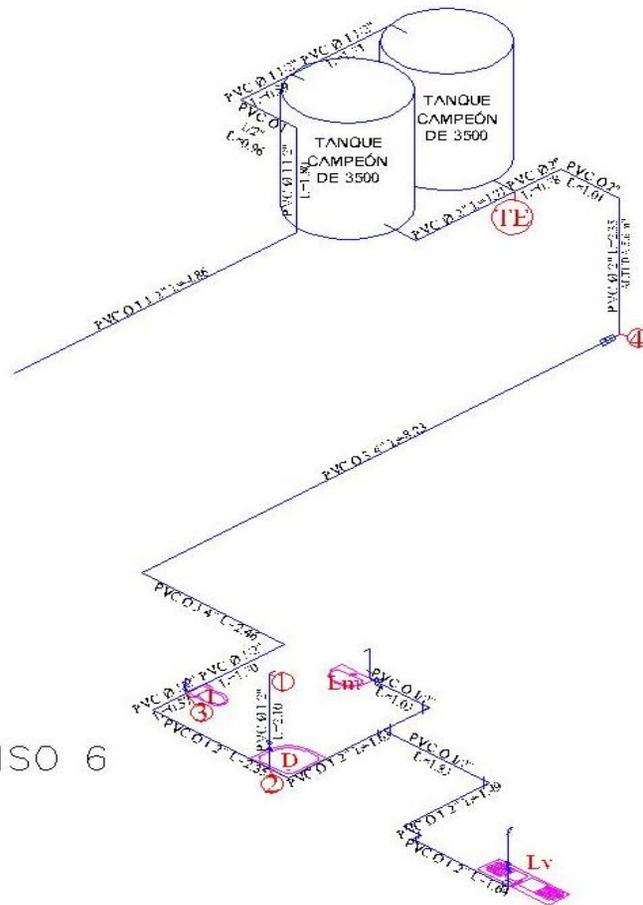
POR: NATANIEL LUIS FLORES RAMOS
FECHA: AGOSTO-2023

N° PLANO

2/4

ESC. 1:75

SISTEMA DE REDES DE AGUA POTABLE



ISOMETRICO PISO 6
ESC 1:75

NOTA:
TODAS LAS TUBERIAS DE Agua Potable (agua fria),SERAN DE MATERIAL PVC

SIGLA	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
I	INÓDORO	
Lp	LAPLATOS	
Lv	LAVANDERIA	
L	LAVAMANDOS	
Du	DUCHA	
M	MEDIDOR DE AGUA POTABLE	
Llp	LLAVE DE PASO	
T	TEE	
Y	YEE	
C 90	CODO DE 90°	
TAP PVC Ø"	TUBERÍA DE AGUA POTABLE Ø	



UNIVERSIDAD MAYOR
DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
CONSTRUCCIONES CIVILES

TRABAJO APLICATIVO NIVEL LICENCIATURA

SISTEMA INDIRECTO DE AGUA POTABLE
PARA UN EDIFICIO DE 7 NIVELES

SISTEMA DE REDES AGUA POTABLE

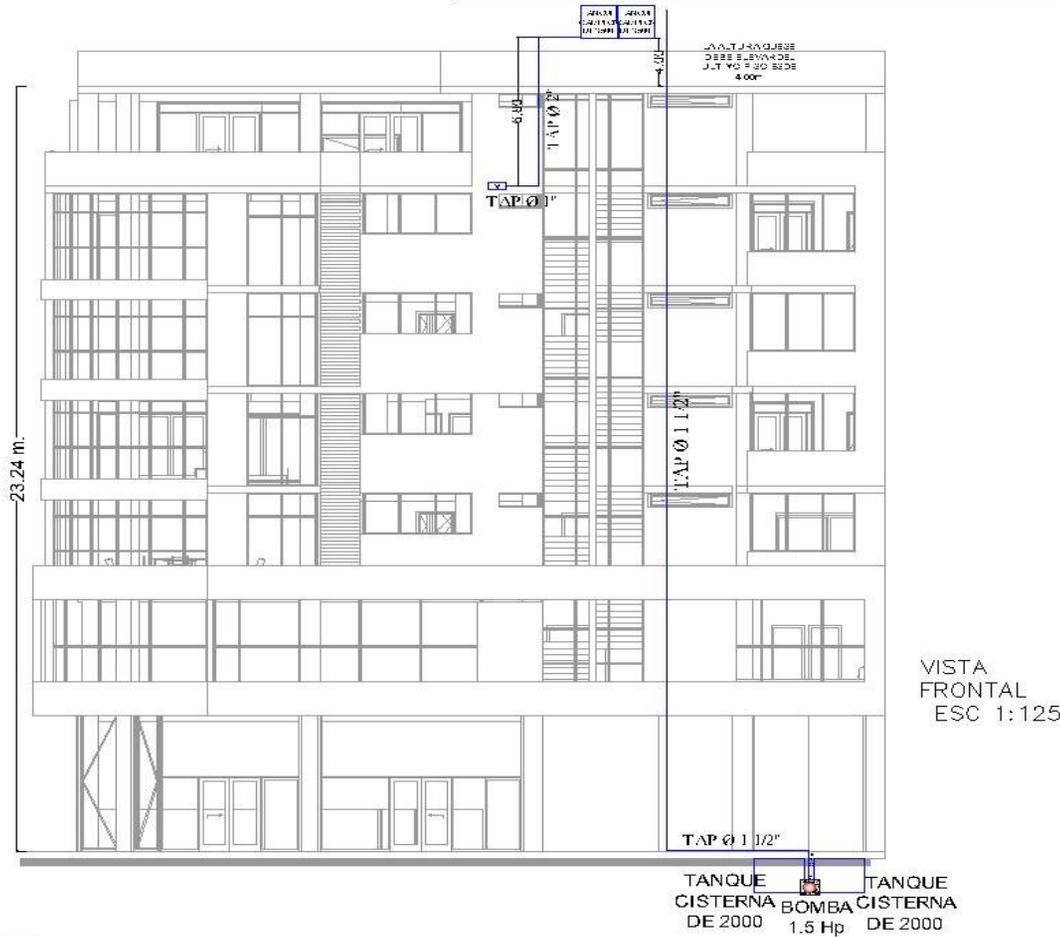
POR: NATANIEL LUIS FLORES RAMOS
FECHA: AGOSTO-2023

N° PLANO

3/4

ESC. 1:75

SISTEMA DE REDES DE AGUA POTABLE



NOTA:
TODAS LAS TUBERIAS DE Agua Potable (agua fria) SERAN DE MATERIAL PVC

SIGLA	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
I	VALVULO	
Lp	VALVULO	
Lv	VALVULO	
L	VALVULO	
Du	VALVULO	
M	VALVULO	
Lp	VALVULO	
T	VALVULO	
Y	VALVULO	
C 90	VALVULO	
1/2"	VALVULO	



UNIVERSIDAD MAYOR
DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
CONSTRUCCIONES CIVILES

TRABAJO APLICATIVO NIVEL LICENCIATURA

SISTEMA INDIRECTO DE AGUA POTABLE
PARA UN EDIFICIO DE 7 NIVELES

SISTEMA DE REDES AGUA POTABLE

POR: NATANIEL LUIS FLORES RAMOS
FECHA: AGOSTO-2023

N° PLANO

4/4

ESC. 1:125