

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



**CALCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA  
POTABLE DE VIVIENDA FAMILIAR**

“Trabajo de Aplicación de Examen de Grado para  
obtener el Título de Licenciatura”

**POR: KIMBERLY ADRIANA ENDARA CANDIA**

LA PAZ – BOLIVIA  
2023

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

**TRABAJO DE APLICACIÓN  
“CALCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE VIVIENDA  
FAMILIAR”**

**Presentado por:**

**Univ. Kimberly Adriana Endara Candia**

**Para obtener el grado académico de:**

**Licenciatura En Construcciones Civiles**

**Nota numeral: \_\_\_\_\_**

**Nota literal: \_\_\_\_\_**

**Ha sido: \_\_\_\_\_**

**Director de la Carrera de Construcciones Civiles: M.Sc. Ing. Carlos  
Méndez Cárdenas**

**Coordinador de área: Ing. Waldo Aliaga Aranda**

**Tribunal: Ing. Yris Vasquez Torrez**

**Tribunal: Ing. María Nadiesda Otero Valle**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a Dios por haberme dado la oportunidad de vivir y culminar esta etapa en mi vida.

El agradecimiento infinito a mis padres Teófilo y Elizabeth por ser mi inspiración y pilares fundamentales para que mis sueños sean una realidad, agradezco la dedicación, paciencia, fortaleza, pero por sobre todo el amor que día a día me dan cada uno en su esencia.

A mis hermanos Anely, Alexis, Alejandra y Eddy por su apoyo incondicional, por ser la fuerza que tengo día a día para seguir avanzando en mi camino, por haber compartido y vivido conmigo esta etapa de mi vida.

Aquellos amigos que se convierten en amigos de vida con los que compartimos momentos que se quedan en el corazón.

“Con los pies en la tierra, la mente y el corazón en el cielo”

## INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN .....	6
1. CAPITULO 1 .....	8
1.1. INTRODUCCION.....	8
1.2. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA.....	8
1.3 OBJETIVOS.....	8
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	8
1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	9
2. CAPITULO 2 .....	10
2.1 MARCO TEORICO .....	10
2.1.1 AGUA POTABLE .....	10
2.1.2 DOTACION DE AGUA POTABLE .....	10
2.1.2 SISTEMA DOMICILIARIO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE .....	12
2.1.3 SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA FRÍA.....	16
2.1.4 VELOCIDADES.....	19
2.1.5 PRESIONES .....	20
2.1.6 DIMENSIONAMIENTO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE FRÍA	20
3 CAPITULO 3 .....	24
3.1 DESARROLLO DEL PROYECTO.....	24
3.1.1 GENERALIDADES .....	24
3.1.2 DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN .....	24
3.2 MEMORIA DE CALCULO .....	25
3.2.1 ACCESIBILIDAD DE LOS SERVICIOS .....	25
3.2.1 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE .....	25
3.2.2 ALMACENAMIENTO DE AGUA .....	26
3.2.3 TIPO DE SISTEMA ADOPTADO.....	26
3.2.5 RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.....	29
4 CAPITULO 4 .....	34
4.1 CONCLUSIONES.....	34
BIBLIOGRAFIA.....	35
WEBGRAFIA.....	35

ANEXOS .....	36
--------------	----

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Dotaciones per cápita para vivienda urbana. Valores referenciales.	11
Tabla 2 Cuadro de dotaciones comerciales, publicas. Valores referenciales. .....	11
Tabla 3:Velocidades máximas admisibles en tuberías de agua potable.....	19
Tabla 4:Unidades de gasto por artefacto sanitario. Método Hunter .....	21
Tabla 5:Caudales máximos probables. Método de Hunter. ....	22
Tabla 6:Perdidas de carga localizadas - su equivalencia en metros de tuberías en PVC rígido o cobre.....	23
Tabla 7: Descripción de los ambientes contemplados en la edificación. ....	24
Tabla 8: Calculo de la demanda total diaria requerida.....	25
Tabla 9:Prevision de descarga de hidrantes domiciliarios. ....	27
Tabla 10 Análisis de Unidades de Gasto y Parámetros Hidráulicos en tramo. .....	30
Tabla 11: Análisis de pérdidas de Carga en Tuberías .....	31
Tabla 12:Análisis de Perdidas de Carga por Accesorios .....	32
Tabla 13: Análisis de Presiones Disponibles .....	33

## **INDICE DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1:Sistema Directo .....	13
Ilustración 2:Sistema Indirecto. Tanque elevado por alimentación directa y abastecimiento por gravedad.....	14
Ilustración 3:Sistema Indirecto. Cisterna equipo de bombeo y tanque de abastecimiento general.....	15
Ilustración 4: Sistema Indirecto. Cisterna, equipo de bombeo y tanque hidroneumático.....	15
Ilustración 5:Sistema Mixto. Cisterna, equipo de bombeo y tanque elevado, alimentación de agua directa y por gravedad.....	16
Ilustración 6:Instalación agua potable - Distribución ramificada.....	17
Ilustración 7: Instalación agua potable - Distribuidor múltiple (Manifold) .....	18
Ilustración 8: Instalación agua potable - Distribuidor múltiple localizado-Sistema Mixto .....	19

## **RESUMEN**

En el presente documento desarrollaremos el cálculo de la instalación de agua potable de una vivienda basándonos en el Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias a continuación describiremos brevemente el contenido de los capítulos desarrollados.

### **CAPITULO 1**

En el primer capítulo partimos planeando la problemática, objetivo general y objetivos específicos de dicho proyecto para poder direccionar el avance del proyecto.

### **CAPITULO 2**

Es necesario fundamentar teóricamente la conceptualización y la normativa vigente en la cual nos regimos para el cálculo de la instalación de agua potable en una vivienda por lo cual se desarrolla en este capítulo.

### **CAPITULO 3**

En este capítulo exponemos el proyecto, iniciando con una breve descripción y requerimientos mínimos que debe satisfacer esta instalación basándonos y citando los acápites en los que se fundamenta la memoria de cálculo.

Desarrollamos el capítulo con los cálculos necesarios hasta llegar a los resultados finales.

### **CAPITULO 4**

Una vez concluyendo y teniendo los resultados podemos llegar a una conclusión del proyecto logrando resultados óptimos para la problemática inicial.

## **1. CAPITULO 1**

### **1.1. INTRODUCCION**

El presente trabajo de aplicación tiene la finalidad de realizar el cálculo y diseño del sistema de agua potable para su eficiente funcionamiento en una vivienda familiar para cuatro personas.

Este proyecto está ubicado en la Zona de Achachicala del Departamento de La Paz. Para el cálculo y diseño del sistema de dotación de agua potable se basará en el Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias y Domiciliarias, el cual fue actualizado en el año 2011 (RENISDA) esto para garantizar la calidad y cantidad de agua potable en el edificio, así de esta manera prevenir futuras fallas o el mal funcionamiento del sistema de agua.

Desarrollaremos y plantearemos las instalaciones adecuadas bajo normativas para cumplir y garantizar el buen funcionamiento del sistema los resultados que serán obtenidos son los siguientes: a) Diámetro de las tuberías, el requerimiento diario de agua potable, dimensión del tanque cisterna, y otros cálculos estos datos nos garantizarán la buena toma de decisiones para el buen abastecimiento de agua potable para la vivienda.

### **1.2. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA**

La problemática de este trabajo de aplicación radica en que las viviendas familiares al no tener un diseño previo de las instalaciones de agua potable, puede ocurrir el sobredimensionamiento de las secciones de tuberías incrementando el presupuesto de la instalación; caso contrario puede realizarse la instalación de tuberías con dimensiones mínimas de las secciones provocando la disminución de la presión de agua ocasionando una menor oferta en el caudal que llega a los artefactos sanitarios en el momento que estos sean utilizados.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar el diseño de la Red de abastecimiento de agua potable en una



vivienda familiar

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Definir un sistema de agua potable adecuado para el buen abastecimiento y funcionamiento en la vivienda familiar.
- Determinar la Demanda total Diaria requerida según el Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias
- Definir el Sistema domiciliario de Abastecimiento de Agua adecuado para abastecer el requerimiento diario y suficiente para la vivienda en base al Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias.
- Determinar la Red de Distribución de Agua Potable en la Vivienda Familiar.

## **2. CAPITULO 2**

### **2.1 MARCO TEORICO**

#### **2.1.1 AGUA POTABLE**

Se denomina agua potable, al agua que puede ser consumida sin restricción debido a que gracias a su calidad no representa un riesgo para la salud.

El término se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgadas por las autoridades locales e internacionales.

Según las guías de la Organización Mundial de la Salud, se dice que el agua es potable si los componentes del mismo no suponen riesgo para la salud del consumidor si éste se bebe el agua durante toda su vida.

#### **2.1.2 DOTACION DE AGUA POTABLE**

Es la cantidad de agua en promedio que consume cada habitante y que comprende todos los tipos de consumo en un día promedio anual, incluyendo las pérdidas físicas en el sistema

Según el Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias La dotación per cápita neta, es el consumo medio diario que se le asigna a un habitante / usuario de un inmueble, para satisfacer sus necesidades domésticas de bebida, alimentación, lavado de ropa, lavado de utensilios, aseo (personal y

vivienda). Esta dotación se determinará mediante:

- Análisis de consumos de la Entidad Competente que deberá elaborar una dotación característica de acuerdo a las condiciones locales. Esta información deberá ser proporcionada al proyectista o usuario que lo solicite.
- En ningún caso la asignación de la dotación per cápita será superior a los máximos indicados en la Tabla 1, definidos para cada región o zona ecológica del país.

*Tabla 1 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			
LLANOS	100-500	1167	27.5				

*Fuente: Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias Tercera Revisión Noviembre 2011*

Ciudades Menores: 2 000 – 10 000 hab.

Ciudades Mayores: 100 000 – 500 000 hab.

Ciudades Intermedias: 10 000 – 100 000 hab.

Ciudades Metropolitanas: > 500 000 hab.

La tasa de ocupación en edificios de oficinas, comercio, etc. es determinada por la

normativa de construcción y/o edificación vigente. La Tabla 2 detalla valores de referencia de los locales comerciales y de oficinas más corrientes.

*Tabla 2 Cuadro de dotaciones comerciales, publicas. Valores referenciales.*

LOCAL	TASA DE OCUPACIÓN
CENTROS EDUCATIVOS, ESCUELA, COLEGIOS, UNIVERSIDADES Y OTROS SIMILARES, ALUMNADO EXTERNO	50 L/ALUMNO. DÍA
CENTROS EDUCATIVOS, ESCUELAS, COLEGIOS, UNIVERSIDADES Y OTROS SIMILARES, ALUMNADO INTERNO	120 L/ALUMNO. DÍA

EDIFICIOS DE OFICINAS, PERSONAL	50 L/PERSONA/2,5 DÍA O 6.0 L/M2.DÍA
PARQUEOS SIN LAVADO DE AUTOMÓVILES	2L/M2.DÍA
CENTRO DE SALUD, HOSPITALES, CLÍNICAS, PERSONAL PARAMÉDICO	50 L/PERSONA DÍA
CENTROS DE SALUD, HOSPITALES, CLÍNICAS, INTERNOS	400-600 L/CAMA DÍA
CENTROS DE SALUD, HOSPITALES, CLÍNICAS, PERSONAL DE OFICINAS, VISITAS	20 L/PERSONA DÍA
LOCALES INDUSTRIALES, DOTACIÓN POR OPERARIO O PERSONAL DE OFICINAS	50 L/PERSONA DÍA
LOCALES COMERCIALES, MERCADOS, SUPERMERCADOS, EMPLEADOS	20 L/EMPLEADO DÍA
LOCALES COMERCIALES, USO GENERAL	5 L/M2 DÍA
RIEGO DE JARDINES	2 L/M2 DÍA
MERCADOS, SUPERMERCADOS	10 L/M2 DÍA
RESTAURANTES, BARES Y SIMILARES	20 L/M2 DÍA
SALAS DE ESPECTÁCULOS SIN CONSIDERAR EQUIPOS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE	25 L/BUTACA DÍA
COLISEOS, GIMNASIOS, LOCALES DEPORTIVOS	1 L/ESPECTADOR DÍA
REGIMIENTOS Y CUARTELES	120 L/PERSONA DÍA
HOTELES Y SIMILARES	100-200 L/CAMA DÍA

*Fuente: Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias Tercera Revisión Noviembre 2011*

### **2.1.2 SISTEMA DOMICILIARIO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**

Toda instalación de un Sistemas domiciliario de agua potable comprende un sistema constituido por:

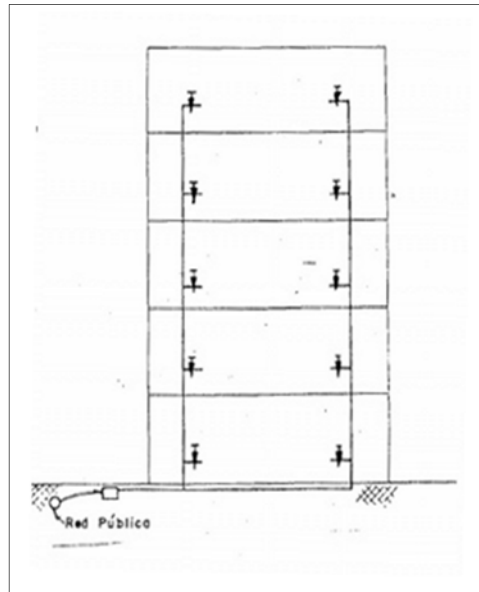
- La conexión domiciliaria o ramal externo,
- El ramal de alimentación domiciliaria
- El almacenamiento, si corresponde
- Red de distribución hacia los puntos de consumo o de utilización

Podemos destacar los siguientes sistemas extraídos del Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias:

### 2.1.2.1 SISTEMA DIRECTO

El Sistema Directo de Abastecimiento de Agua es aquel en el cual los puntos o artefactos sanitarios de utilización son conectados a una red de distribución alimentada directamente por la red pública de Agua potable.

*Ilustración 1: Sistema Directo*



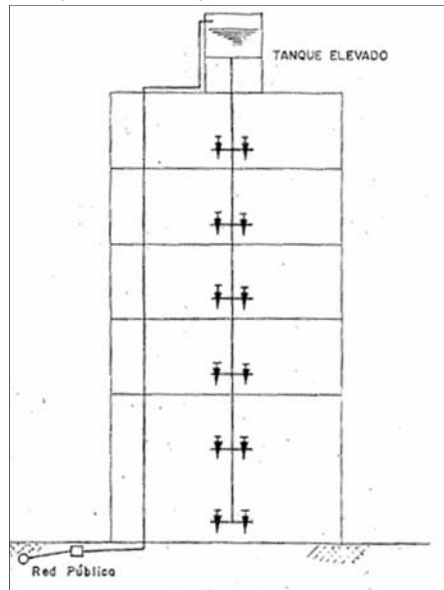
*Fuente: dokumen.tips. Instalaciones Sanitarias Domiciliarias-1*

### 2.1.2.2 SISTEMA INDIRECTO

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.

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.

*Ilustración 2: Sistema Indirecto. Tanque elevado por alimentación directa y abastecimiento por*



*Fuente: dokumen.tips. Instalaciones Sanitarias Domiciliarias-1*

### **2.1.2.3 SISTEMA INDIRECTO SIN BOMBEO**

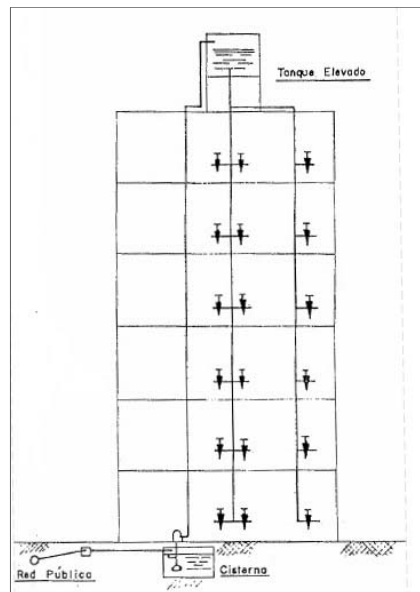
Este sistema consta de un tanque elevado que es abastecido directamente por la red pública de agua potable. En este sistema la red de distribución domiciliar es alimentada por gravedad desde el tanque elevado. Se aplica cuando las condiciones de presión y/o caudal de la red pública pueden ser discontinuas e insuficientes para abastecer a los diferentes puntos de consumo del inmueble.

### **2.1.2.4 SISTEMA INDIRECTO CON BOMBEO**

El sistema comprende un tanque cisterna, equipos de bombeo y un tanque elevado. En este sistema la red de distribución domiciliar es abastecida por gravedad desde el tanque elevado. Se aplica cuando las condiciones de presión y/o caudal de la red pública son insuficientes para alimentar a un tanque elevado en forma directa.

Para la selección de este sistema se deberá cumplir al menos con que la presión de servicio y el caudal de la red pública sean suficientes para satisfacer la demanda diaria requerida de almacenamiento del tanque cisterna.

Ilustración 3: Sistema Indirecto. Cisterna equipo de bombeo y tanque de abastecimiento general.



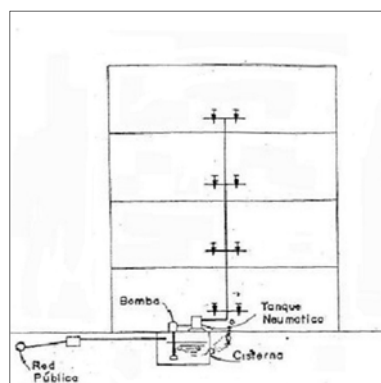
Fuente: dokumen.tips. Instalaciones Sanitarias Domiciliarias-1

### 2.1.2.5 SISTEMA HIDRONEUMÁTICO

Este sistema requiere de un tanque cisterna y un equipo hidroneumático.

La red de distribución domiciliar está presurizada a través de un sistema de tanques hidroneumáticos. Se aplica cuando las condiciones de presión y/o caudal de la red pública son insuficientes para abastecer a los puntos de consumo más alejados y elevados de la instalación domiciliar.

Ilustración 4: Sistema Indirecto. Cisterna, equipo de bombeo y tanque hidroneumático.

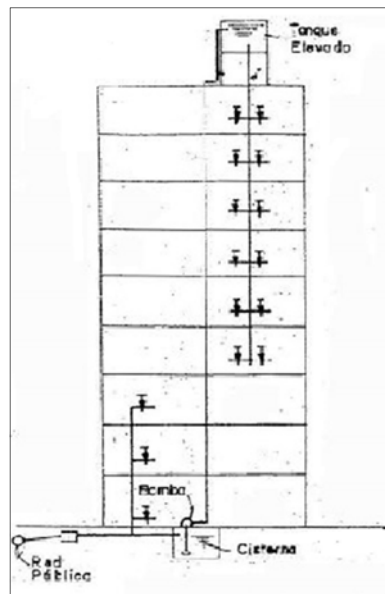


Fuente: dokumen.tips. Instalaciones Sanitarias Domiciliarias-1

### 2.1.2.6 SISTEMA MIXTO

El sistema mixto es una combinación del sistema directo e indirecto, en el cual algunos puntos de consumo son alimentados por un sistema de abastecimiento directo y otros por un sistema indirecto. El sistema de distribución puede ser alimentado directamente desde la red pública o por gravedad desde un tanque elevado.

*Ilustración 5: Sistema Mixto. Cisterna, equipo de bombeo y tanque elevado, alimentación de agua directa y por gravedad.*



*Fuente: dokumen.tips. Instalaciones Sanitarias Domiciliarias-1*

### 2.1.3 SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA FRÍA

El sistema de distribución de agua potable fría comprende las redes de tuberías y

elementos que conducen el agua potable desde un ramal de alimentación domiciliaria, un tanque cisterna, o desde un tanque elevado, hasta los puntos de

consumo o artefactos sanitarios de utilización.

El sistema está conformado por:

- Ramales principales
- Ramales secundarios
- Montantes de agua

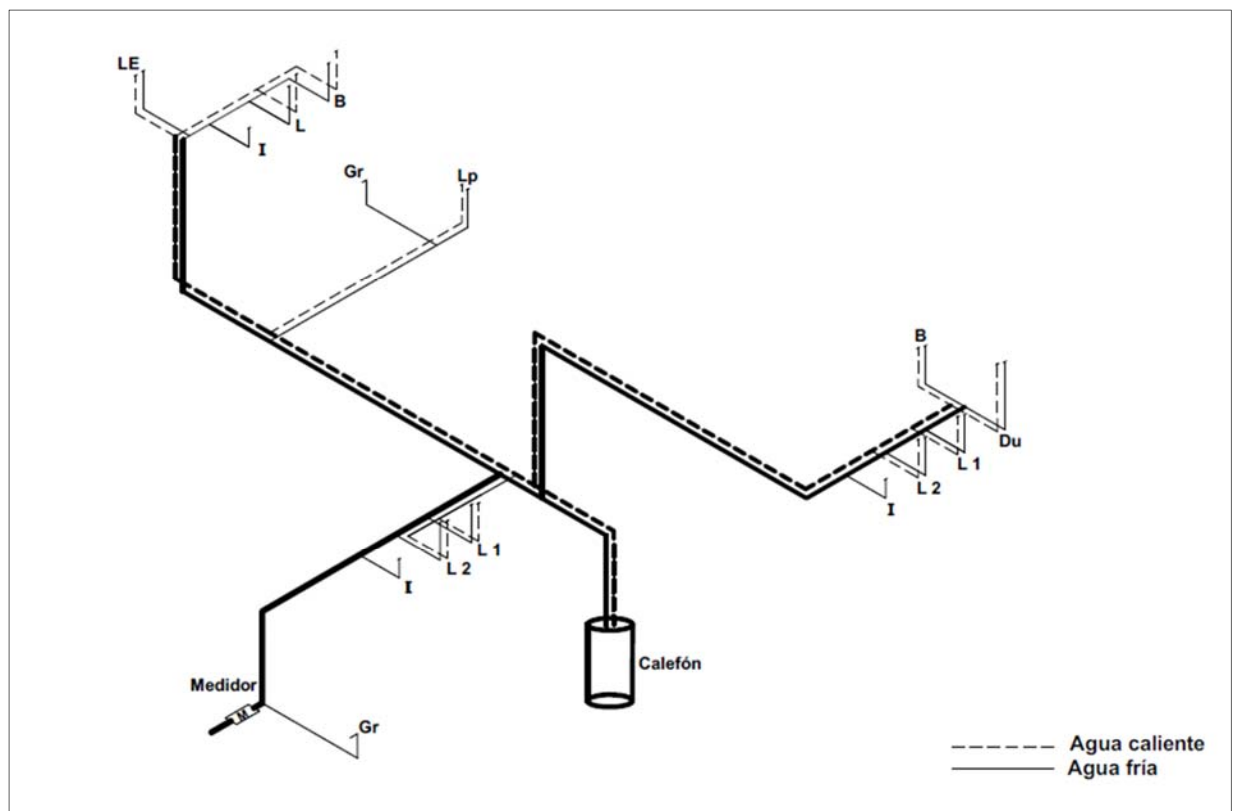


Los tipos de sistemas señalados en el Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias son:

### 2.1.3.1 SISTEMA RAMIFICADO

Los sistemas de distribución de tipo ramificado consisten en una sola red de tuberías interconectadas unas con otras, partiendo de un ramal principal. Este ramal principal puede estar conectado a una tubería de alimentación domiciliar o a una montante de agua. Del ramal principal se derivan los ramales secundarios que abastecen a un conjunto de puntos de consumo.

*Ilustración 6: Instalación agua potable - Distribución ramificada*



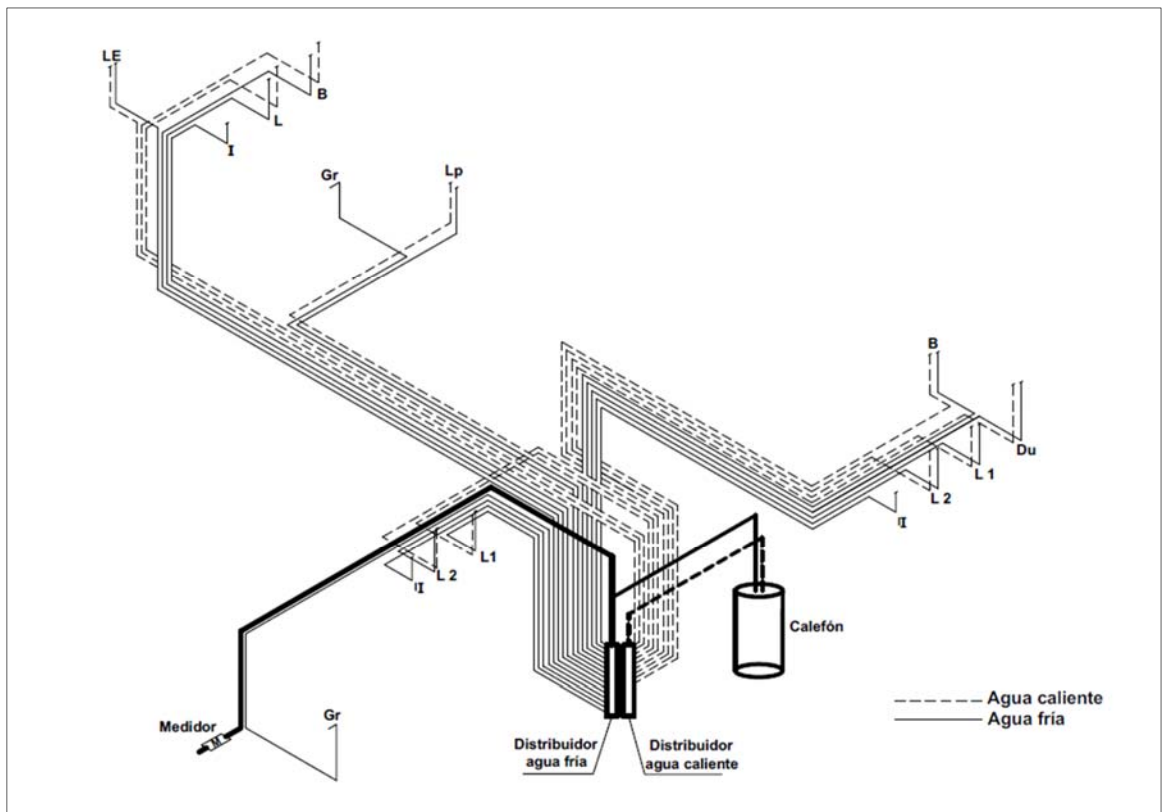
Fuente: <https://www.uns.edu.pe/recursos/investigaciones/85.pdf>

### 2.1.3.2 SISTEMA CON DISTRIBUIDOR MÚLTIPLE

Consiste en una red paralela de tuberías que nacen de un distribuidor múltiple (Manifold), que comprende una tubería principal y laterales, donde cada punto de consumo tiene una tubería de alimentación exclusiva.

En este sistema todos los puntos de consumo o utilización son abastecidos desde el distribuidor múltiple. Por la menor pérdida de carga que generan se emplean para mejorar las condiciones de presión y caudales de salida en los artefactos sanitarios, reduciendo los diámetros de las líneas de distribución y uniformando las presiones en condiciones de operación simultánea de los artefactos sanitarios. Se emplean también como reguladores de caudal y en instalaciones especiales donde se requiere minimizar los riesgos de interrupción del servicio (caudal, presión).

*Ilustración 7: Instalación agua potable - Distribuidor múltiple (Manifold)*



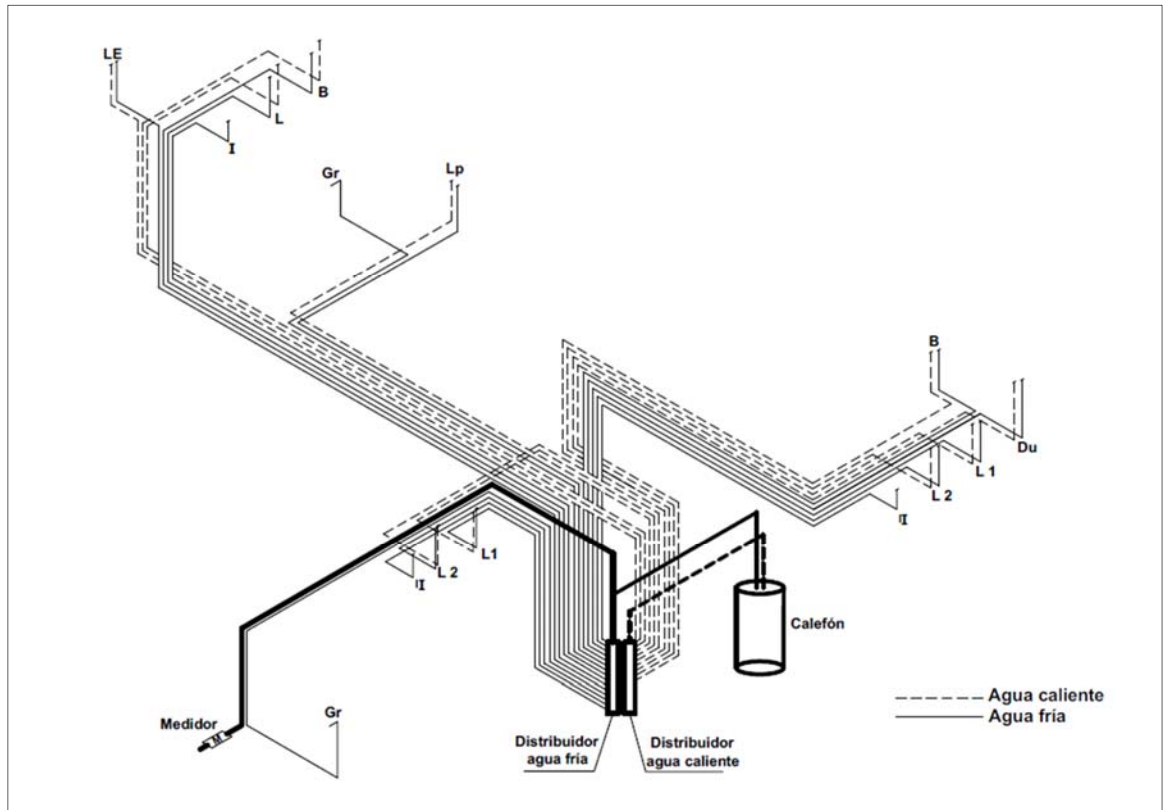
*Fuente: <https://www.uns.edu.pe/recursos/investigaciones/85.pdf>*

### 2.1.3.3 SISTEMA MIXTO

Es un sistema en el cual los ramales principales son del tipo ramificado y se emplean distribuidores múltiples para un conjunto o grupo de puntos de utilización de artefactos sanitarios.

Los distribuidores múltiples se ubican en baños, cocinas, lavandería y otros donde son alimentados por un ramal secundario derivado de un ramal principal.

*Ilustración 8: Instalación agua potable - Distribuidor múltiple localizado-Sistema Mixto*



Fuente: <https://www.uns.edu.pe/recursos/investigaciones/85.pdf>

#### 2.1.4 VELOCIDADES

A objeto de limitar la generación de ruidos y sedimentación de sólidos en las tuberías, la velocidad de flujo en los conductos o tuberías de distribución de agua no deberá ser mayor a las indicadas en la Tabla 3, para las condiciones de máxima demanda probable. Dicha tabla indica las velocidades máximas admisibles y caudales máximos en función al diámetro de la tubería.

*Tabla 3: Velocidades máximas admisibles en tuberías de agua potable.*

DIÁMETRO NOMINAL	VELOCIDAD MÁXIMA	CAUDAL MÁXIMO
mm	m/s	l/s
15	1.6	0.2
20	2.0	0.6
25	2.3	1.2

40	2.5	4.0
50	2.5	5.7
60	2.5	8.9
75	2.5	12.0
100	2.5	18.0

*Fuente: Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias Tercera Revisión Noviembre 2011*

### **2.1.5 PRESIONES**

Para fines de diseño, la presión de trabajo, o presión dinámica mínima, no deberá ser menor a los 2 mca (20 kPa) para todos los puntos de utilización, salvo lo

recomendado por los proveedores. En el caso de artefactos con válvulas de descarga para inodoros y/o tanques de hidropresión la presión dinámica mínima en condiciones de operación o funcionamiento será fijada por el proveedor.

### **2.1.6 DIMENSIONAMIENTO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE FRÍA**

Las redes de distribución de agua deberán ser diseñadas para satisfacer la demanda máxima probable de los diferentes puntos de consumo o utilización.

#### **2.1.6.1 ESTIMACIÓN DE CONSUMO MÁXIMO PROBABLE**

Las redes domiciliarias de agua potable, se diseñarán para la demanda máxima

probable aplicando el método probabilístico de Hunter, considerando que no todos

los puntos de consumo de una red se encuentran en plena utilización ni en funcionamiento continuo. El método de Hunter asigna un peso específico, unidades de gasto (UG), a cada artefacto sanitario operando en forma intermitente, considerando su efecto en el funcionamiento de la red en términos de caudal y consumo.

Dos o más artefactos sanitarios podrán sumarse en sus unidades de gasto para determinar su efecto combinado en el sistema de distribución domiciliaria.

Con las UG encontradas se podrán determinar los caudales máximos

probables en cada punto de la red.

La siguiente tabla es una actualización del Método Hunter que introduce el empleo de artefactos de bajo consumo y diferentes categorías de inmuebles de acuerdo al grado de utilización de los artefactos sanitarios.

*Tabla 4: Unidades de gasto por artefacto sanitario. Método Hunter*

ARTEFACTO SANITARIO	VIV. UNIFAMILIARES O DE 2 DPTOS.			EDIF. MULTIFAMILIARES CON 3 O MÁS DPTOS.			EDIF. PÚBLICOS, COMERCIALES			EDIF. DE ALTA OCUPACION: TEATROS ESTADIOS, 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 (DOMESTICA)	4.0	3.0	3.0	2.5	1.9	1.9	4.0	3.0	3.0			
MAQUINA AUTOMÁTICA DE LAVAR PLATOS (DOMESTICO)	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			
LAVAPLATOS O PILETA DE COCINA EXCLUSIVO**	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	2.0	4.0	3.0	3.0			
LAVAPLATOS 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: Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias Tercera Revisión Noviembre 2011*

Tabla 5: 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

Fuente: Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias Tercera Revisión Noviembre 2011

### 2.1.6.2 PÉRDIDAS DE CARGA EN ACCESORIOS

La presión mínima en cualquier punto de consumo no deberá ser menor a los 2 mca (20 kPa), la presión máxima estática no deberá superar los 40 mca (400 kPa).

Tabla 6: Pérdidas de carga localizadas - su equivalencia en metros de tuberías en PVC rígido o cobre.

DIAMETRO NOMINAL mm	CODO 90°	CODO 45°	CURVA 90°	CURVA 45°	TE DIRECTA	TE 90° SALIDA LATERAL	TE 90° SALIDA BILATERAL	ENTRADA NORMAL	ENTRADA DE BORDE	SALIDA DE CANAL	VÁLVULA DE PIE C/CRIVA	VÁLVULA DE RETENCIÓN		LLAVE DE PASO GLOBO	LLAVE COMPUESTA ABIERTA	LLAVE ÁNGULO ABIERTO
												TIPO LIVIANO	TIPO PESADO			
DN																
15	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3	2,3	0,3	0,9	0,8	8,1	2,5	3,6	11,1	0,1	5,9
20	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4	2,4	0,4	1,0	0,9	9,5	2,7	4,1	11,4	0,2	6,1
25	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1	3,1	0,5	1,2	1,3	13,3	3,8	5,8	15,0	0,3	8,4
40	3,2	1,3	1,2	0,6	2,2	7,3	7,3	1,0	2,3	3,2	18,3	6,8	9,1	35,8	0,7	17,0
50	3,4	1,5	1,3	0,7	2,3	7,6	7,6	1,5	2,8	3,3	23,7	7,1	10,8	37,9	0,8	18,5
60	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8	7,8	1,6	3,3	3,5	25,0	8,2	12,5	38,0	0,9	19,0
75	3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8,0	8,0	2,0	3,7	3,7	26,8	9,3	14,2	40,0	0,9	20,0
100	4,3	1,9	1,6	1,0	2,6	8,3	8,3	2,2	4,0	3,9	28,6	10,4	16,0	42,3	1,0	22,1
150	5,4	2,6	2,1	1,2	3,8	11,1	11,1	2,8	5,6	5,5	43,4	13,9	21,4	56,7	1,2	28,9

Fuente: Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias Tercera Revisión Noviembre 2011



### 3 CAPITULO 3

#### 3.1 DESARROLLO DEL PROYECTO

##### 3.1.1 GENERALIDADES

El presente proyecto de Instalación de agua Potable se ha efectuado en base a los planos Arquitectónicos del proyecto de construcción que corresponde a una Vivienda Familiar, habiéndose previsto el abastecimiento de agua potable y poder satisfacer las necesidades básicas en esta vivienda, acorde con la evaluación de accesibilidad de servicios existentes.

Para el diseño y cálculo se ha considerado los parámetros y recomendaciones del “Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias” (RENISDA 2011) del Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico de Bolivia.

##### 3.1.2 DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN

Proyecto: Vivienda Familiar

Dirección: Avenida Final Chacaltaya No 25

Zona: Achachicala

Ciudad: La Paz

Numero de plantas: Cuatro plantas

Superficie real: 200 m<sup>2</sup>

Superficie construida: 103.70 m<sup>2</sup>

Tipo de uso: Vivienda -Comercial

Los ambientes contemplados en cada nivel son los siguientes:

*Tabla 7: Descripción de los ambientes contemplados en la edificación.*

PLANTA O NIVEL	AMBIENTE
Planta baja	Hall de ingreso-Garaje -Tienda -Deposito- Baño
Planta 1	Sala de estar- 2 Dormitorios-Cocina -Baño
Planta 2	Sala de estar- 2 Dormitorios-Cocina -Baño
Terraza	Lavandería-Parrillero

*Fuente: Elaboración propia*



## 3.2 MEMORIA DE CALCULO

### 3.2.1 ACCESIBILIDAD DE LOS SERVICIOS

Para el abastecimiento de agua potable, se considera la conexión a la matriz de suministro de agua potable que se encuentra sobre la Avenida Chacaltaya, perteneciente a la Empresa Pública Social de Agua y Saneamiento (EPSAS). La presión mínima en la red pública que se considerará para el diseño del sistema de distribución de agua potable es de 20 [m.c.a.], en conformidad a las normas de diseño vigentes en nuestro país.

### 3.2.1 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

Para el análisis de la dotación de agua se consideran las recomendaciones descritas en el acápite 1.6 "Dotación de Agua" del Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias (RENISDA), Sección III, Capítulo 1.

La Tasa de Ocupación que se adopta es de 120 (l/habitante Día) valor que es asignado a cada habitante de un inmueble. (Tabla 1 Dotaciones per cápita para vivienda urbana. Valores referenciales)

La Tasa de Ocupación de Locales Comerciales descritos en Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias (RENISDA), (Tabla 2 Tasa de Ocupación de edificios públicos y privados) es de 5 (l/m<sup>2</sup>. Día) asumiremos este valor ya que el local comercial se encuentra en la planta baja de la edificación.

Analizando la dotación de acuerdo a la superficie de los ambientes se tiene:

*Tabla 8: Calculo de la demanda total diaria requerida.*

PLANTA NIVEL	DESCRIPCIONES AMBIENTES	ÁREA	OCUPACIÓN	DOTACIÓN DIARIA	DEMANDA DIARIA
		m <sup>2</sup>	No personas		lt/día
PLANTA BAJA	Garaje	15	-	2 (l/m <sup>2</sup> .día)	30
	Tienda	19	-	5 (l/m <sup>2</sup> .día)	95
	Deposito	7	-	5 (l/m <sup>2</sup> .día)	35
	Baño	-	1	120 (l/habitante día)	120
PLANTA 1	Departamento 1	-	3	120 (l/habitante día)	360

PLANTA 2	Departamento 2	-	2	120 (l/habitante día)	240
TERRAZA	Lavandería	-	1	120 (l/habitante día)	120
DEMANDA TOTAL DIARIA DE AGUA (l/día)					1000

*Fuente: Elaboración propia*

Dotación diaria total adoptada "CD" = 1000.00 [l/día]

### 3.2.2 ALMACENAMIENTO DE AGUA

El volumen de almacenamiento de agua se calcula de acuerdo con las recomendaciones descritas en el Acápito 1.7. "Tanque de Almacenamiento" del Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias (Sección III, Capítulo 1).

### 3.2.3 TIPO DE SISTEMA ADOPTADO

Tipo de Sistema Adoptado: Indirecto sin bombeo

Descripción del Sistema: " En este sistema la Red de Distribución de Agua Potable es abastecida por gravedad desde el tanque elevado hacia las diferentes salidas y artefactos sanitarios. Se aplica cuando las condiciones de presión y/o caudal de la red pública se consideran suficientes o adecuadas para alimentar a un tanque elevado en forma directa."

### 3.2.4 VOLUMEN DEL TANQUE ELEVADO

Para hallar el volumen del tanque elevado nos basaremos en a la siguiente ecuación descrito en el Acápito 1.7.1 "Sistema indirecto sin bombeo"

$$V_t = C_d + V_{ci} + V_{ou}$$

Donde:

V<sub>t</sub>: Volumen útil del tanque (L)

C<sub>d</sub>: Consumo diario (L)

V<sub>ci</sub>: Volumen contra incendios (L)

V<sub>ou</sub>: Volumen de otros usos (L)

Inicialmente debemos hallar el Volumen contra incendios y el Volumen de otros usos basándonos en las siguientes ecuaciones:

#### 3.2.4.1 VOLUMEN CONTRA INCENDIOS

El acápite 1.16 Instalaciones de protección y extinción de incendios menciona lo siguiente: "Todo inmueble residencial de tipo multifamiliar, tipo comercial, industrial, institucional, sean de carácter público o privado, deberán contar con reserva de agua como medida de prevención contra incendios y serán complementarias a otras medidas de extinción de incendios. ". Tomando la cuenta siguiente tabla asumimos los siguientes valores

*Tabla 9: Prevision de descarga de hidrantes domiciliarios.*

CLASE DE INMUEBLE	DESCARGA MÁXIMA (L/MIN)
RESIDENCIAS, OFICINAS, ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS Y SIMILARES	250
CENTROS COMERCIALES, FABRICAS, ALMACENES, DEPÓSITOS Y SIMILARES	500

*Fuente: Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias Tercera Revisión Noviembre 2011*

Aplicamos la ecuación:

$$Vi = 3.6 * Qi * Ti$$

Donde:

Vi: Volumen contra incendios (Lt)

Qi: Caudal contra incendios (250 Lt/min)

Ti: Tiempo de duración de un incendio (0.5 Hrs)

Reemplazando:

El volumen contra incendios es igual a 450.00 Litros

### **3.2.4.2 VOLUMEN DE OTROS USOS**

El volumen de otros usos va destinado a enfriamiento de aire acondicionado en el caso de esta vivienda no se contará con este servicio es por ello que no consideraremos dicho valor para realizar el cálculo del proyecto.

Teniendo ya los valores de el Volumen contra incendios y el Volumen de otros usos podemos aplicar la ecuación del Volumen para el Tanque elevado:

El Tanque elevado a 1450.00 Litros → Adoptaremos 1500 Litros

### 3.2.4.3 TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN DOMICILIARIA AL TANQUE ELEVADO

Aplicamos la siguiente ecuación mencionada en el Acápite 1.7.1.1 del Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitaria Domiciliarias.

$$Qd = \frac{Cd}{T * 3600}$$

Donde:

Qd= Caudal de diseño (L/s)

Cd=Volumen de consumo diario (L)

T=Tiempo de llenado del tanque (hrs), se recomienda  $\leq 6$  (hrs.  $\rightarrow$  Asumiremos 1 (hr)

Reemplazando:

El caudal de diseño es igual a 0.28 (lt/s)

Para hallar el diámetro de la tubería aplicamos la siguiente expresión:

$$D = 1.4166\sqrt{Q}$$

Donde:

D=Diámetro de la tubería (plg)

Q=Caudal de diseño (lt/s)

El diámetro de la tubería es igual a 0.74 (plg) asumiremos 3/4 (plg)

Desarrollamos la siguiente expresión para hallar la velocidad:

$$V = \frac{6.20 * Q}{3.1416 * D^2}$$

Donde:

V=Velocidad (m/s)

Q= Caudal de diseño (lt/s)

D=Diámetro de la tubería (plg)

La velocidad en la tubería calculada con la anterior expresión es 0.98 (m/s), la cual cumple la condición mencionada en el acápite 1.7.1.1 Ramal de alimentación domiciliar al tanque elevado del Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias 0.6 m/s -1 m/s.

Bajo estos parámetros adoptamos los diámetros de tuberías para la Impulsión

de Ø 3/4" y para la succión de Ø 3/4",

### 3.2.5 RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

El dimensionamiento de las redes de distribución se estima mediante la asignación de Unidades de Gasto (UG) por el método de Hunter.

A continuación, se presenta el análisis de presiones para el artefacto más desfavorable de acuerdo a las características de la red de distribución de agua potable propuesta.

### 3.2.6 ANÁLISIS DE UNIDADES DE GASTO Y PARAMETROS HIDRAULICOS EN TRAMO

En base a la Tabla N 4 asignamos unidades de gasto según los artefactos sanitarios requeridos en la vivienda.

Las expresiones que permiten determinar el caudal en el tramo son:

$$0 < UG < 100 ; Q \left( \frac{L}{S} \right) = 0.083373 + 0.022533 * UG - 8.31 * E^{-5} * UG^2$$

$$100 \leq UG < 500 ; Q \left( \frac{L}{S} \right) = 0.814228 + 0.007263 * UG - 5.55 * E^{-7} * UG^2$$

El dimensionamiento de las redes de distribución se estima mediante la asignación de Unidades de Gasto (UG) por el método de Hunter Que se muestra en la Tabla N°4.

### 3.2.7 VELOCIDAD EN TUBERIAS

La expresión que se emplea para el cálculo de la velocidad de flujo en tuberías es:

$$V = \frac{Q}{A}$$

Donde:

V=Velocidad de flujo (m/s)

Q: Caudal de Agua en la Tubería (m3/s)

A: Área de la sección de la tubería ( $A = \pi * D^2 / 4$ ) (m2)

D: Diámetro de la Tubería (m)

De acuerdo al Reglamento Nacional de instalaciones Sanitarias Domiciliarias, se tienen las siguientes características de flujo de acuerdo al diámetro de la tubería adoptada de la Tabla N° 3.

### 3.2.8 GRADIENTE HIDRÁULICO

Se define como la pérdida de carga por unidad de longitud recorrida. Hallamos la gradiente hidráulica bajo la siguiente ecuación:

$$S\% = 10.6744 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} * D^{-4.8704} * 1000$$

Donde:

S%=Gradiente hidráulica (%)

Q=Caudal de agua en la tubería (m3/s)

C=Coficiente de fricción (C=140-50 para PVC)

D=Diámetro de la tubería (m)

Tabla 10 Análisis de Unidades de Gasto y Parámetros Hidráulicos en tramo.

TRAMO DE - A	ARTEFACTO SANITARIO		UNIDAD DE GASTO (UG)		CAUDAL		DIAMETRO		VELOCIDAD		GRADIENTE	
	DESCRIPCION	ARTEFACTO	ACUMULADO	Q (LT/S)	D (MM)	D (PULG)	V (M/S)	S (%)				
10-11	LAVADORA AUTOMATICA(DOMESTICA)	4,00	4,00	0,17	15,00	1/2	0,97	81,36				
11-12			4,00	0,17	15,00	1/2	0,97	81,36				
12-13	LAVAPLATOS	1,50	1,50	0,12	15,00	1/2	0,66	39,77				
13-16			5,50	0,20	15,00	1/2	1,16	112,18				
16-17	DUCHA INDIVIDUAL	2,00	2,00	0,13	15,00	1/2	0,72	47,06				
17-18			7,50	0,25	15,00	1/2	1,40	159,56				
18-19	INODORO C/ TANQUE DE DESCARGA	2,50	2,50	0,14	15,00	1/2	0,79	54,87				
19-20			10,00	0,30	15,00	1/2	1,70	228,07				
20-21	LAVAMANOS O LAVATORIO	1,00	1,00	0,11	15,00	1/2	0,60	33,03				
21-23			11,00	0,32	15,00	1/2	1,82	258,16				
23-24	LAVAPLATOS	1,50	1,50	0,12	15,00	1/2	0,66	39,77				
24-27			12,50	0,35	15,00	1/2	1,99	305,99				
27-28	DUCHA INDIVIDUAL	2,00	2,00	0,13	15,00	1/2	0,72	47,06				
28-29			14,50	0,39	15,00	1/2	2,22	374,49				
29-30	INODORO C/ TANQUE DE DESCARGA	2,50	2,50	0,14	15,00	1/2	0,79	54,87				
30-31			17,00	0,44	20,00	3/4	1,41	115,07				
31-32	LAVAMANOS O LAVATORIO	1,00	1,00	0,11	20,00	3/4	0,34	8,14				
32-34			18,00	0,46	20,00	3/4	1,47	124,70				
34-35	LAVAPLATOS	1,50	1,50	0,12	20,00	3/4	0,37	9,80				
35-39			19,50	0,49	20,00	3/4	1,56	139,65				
39-40	INODORO C/ TANQUE DE DESCARGA	2,50	2,50	0,14	20,00	3/4	0,44	13,52				
40-41			22,00	0,54	20,00	3/4	1,72	165,81				
41-42	LAVAMANOS O LAVATORIO	1,00	1,00	0,11	20,00	3/4	0,34	8,14				
41-43			23,00	0,56	20,00	3/4	1,78	176,68				

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.9 PERDIDAS DE CARGA EN TUBERIAS

Para la Pérdidas de Carga en tuberías se emplea la fórmula de Hazen - Williams.

$$hf_{TUB} = \frac{L(m) * S(\%^0)}{1000}$$

Donde:

HfTUB=Perdida de Carga en tuberías (m)

S%<sup>0</sup>=Gradiente Hidráulico (%)

L=Longitud de tramo de análisis (m)

Tabla 11: Análisis de pérdidas de Carga en Tuberías

TRAMO	CAUDAL	DIAMETRO		VELOCIDAD	GRADIENTE	LONGITUD	PERD. CARGA
	Q (LT/S)	D (MM)	D (PULG)	V (M/S)	S (%)	L (M)	h <sub>fTUB</sub> (M)
DE - A							
1-2	0,28	20,00	3/4	0,89	49,32	8,39	0,41
2-3	0,28	20,00	3/4	0,89	49,32	12,52	0,62
3-4	0,28	20,00	3/4	0,89	49,32	0,48	0,02
4-5	0,28	20,00	3/4	0,89	49,32	1,54	0,08
6-7	0,28	20,00	3/4	0,89	49,32	0,20	0,01
7-8	0,28	20,00	3/4	0,89	49,32	0,48	0,02
8-9	0,28	20,00	3/4	0,89	49,32	4,30	0,21
9-10	0,28	15,00	1/2	1,58	200,23	1,22	0,24
9-14	0,28	20,00	3/4	0,89	49,32	3,70	0,18
10-11	0,17	15,00	1/2	0,97	81,36	0,90	0,07
11-12	0,17	15,00	1/2	0,97	81,36	3,05	0,25
12-13	0,12	15,00	1/2	0,66	39,77	0,90	0,04
14-15	0,20	15,00	1/2	1,16	112,18	1,10	0,12
15-16	0,20	15,00	1/2	1,16	112,18	0,50	0,06
16-17	0,13	15,00	1/2	0,72	47,06	2,00	0,09
17-18	0,25	15,00	1/2	1,40	159,56	1,00	0,16
18-19	0,14	15,00	1/2	0,79	54,87	0,40	0,02
19-20	0,30	15,00	1/2	1,70	228,07	0,82	0,19
20-21	0,11	15,00	1/2	0,60	33,03	0,90	0,03
21-22	0,11	15,00	1/2	0,60	33,03	3,05	0,10
22-23	0,32	15,00	1/2	1,82	258,16	0,98	0,25
23-24	0,12	15,00	1/2	0,66	39,77	0,90	0,04
14-25	0,28	20,00	3/4	0,89	49,32	2,70	0,13
25-26	0,35	15,00	1/2	1,99	305,99	0,55	0,17
26-27	0,35	15,00	1/2	1,99	305,99	0,50	0,15
27-28	0,13	15,00	1/2	0,72	47,06	2,00	0,09
28-29	0,39	15,00	1/2	2,22	374,49	1,00	0,37
29-30	0,14	15,00	1/2	0,79	54,87	0,40	0,02
30-31	0,44	20,00	3/4	1,41	115,07	0,82	0,09
31-32	0,11	20,00	3/4	0,34	8,14	0,90	0,01
32-33	0,11	20,00	3/4	0,34	8,14	3,05	0,02
33-34	0,46	20,00	3/4	1,47	124,70	0,98	0,12
34-35	0,12	20,00	3/4	0,37	9,80	0,90	0,01
25-36	0,12	20,00	3/4	0,37	9,80	3,08	0,03
36-37	0,12	20,00	3/4	0,37	9,80	0,92	0,01
37-38	0,12	20,00	3/4	0,37	9,80	0,12	0,00
38-39	0,49	20,00	3/4	1,56	139,65	1,68	0,23
39-40	0,14	20,00	3/4	0,44	13,52	0,40	0,01
40-41	0,54	20,00	3/4	1,72	165,81	1,00	0,17
41-42	0,56	20,00	3/4	1,78	176,68	0,90	0,16

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.10 ANÁLISIS DE PÉRDIDAS DE CARGA POR ACCESORIOS

Tabla 12: Analisis de Perdidas de Carga por Accesorios

TRAMO	DIAMETRO		CAUDAL Q	VELOCIDAD V	GRADIENTE S	LONGITUD EQUIVALENTE ACCESORIOS												PERD. CARGA hf	
	D	D				CODO			TEE SALIDA LATERAL			LLAVE DE PASO			TOTAL				
	(MM)	(PULG)	(LT/S)	(M/S)	(%)	CANT (#)	L.EQUIV (M)	TOTAL (M)	CANT (#)	L.EQUIV (M)	TOTAL (M)	CANT (#)	L.EQUIV (M)	TOTAL (M)		(M)			
DE - A																			
1-2	20,00	3/4	0,28	0,89	49,32	1	1,20	1,20				1	0,20	0,20			1,40	0,07	
2-3	20,00	3/4	0,28	0,89	49,32	1	1,20	1,20									1,20	0,06	
3-4	20,00	3/4	0,28	0,89	49,32	1	1,20	1,20									1,20	0,06	
4-5	20,00	3/4	0,28	0,89	49,32							1	0,20	0,20			0,20	0,01	
6-7	20,00	3/4	0,28	0,89	49,32	1	1,20	1,20				1	0,20	0,20			1,40	0,07	
7-8	20,00	3/4	0,28	0,89	49,32	1	1,20	1,20									1,20	0,06	
8-9	20,00	3/4	0,28	0,89	49,32							1	2,40	2,40			2,40	0,12	
9-10	15,00	1/2	0,28	1,58	200,23							1	2,30	2,30			2,30	0,46	
9-14	20,00	3/4	0,28	0,89	49,32							1	2,30	2,30			2,30	0,11	
10-11	15,00	1/2	0,17	0,97	81,36	1	1,10	1,10									1,10	0,09	
11-12	15,00	1/2	0,17	0,97	81,36	1	1,10	1,10									1,10	0,09	
12-13	15,00	1/2	0,12	0,66	39,77	1	1,10	1,10									1,10	0,04	
14-15	15,00	1/2	0,20	1,16	112,18							1	2,30	2,30			2,30	0,26	
15-16	15,00	1/2	0,20	1,16	112,18							1	2,30	2,30			2,30	0,26	
16-17	15,00	1/2	0,13	0,72	47,06							1	2,30	2,30	1	0,10	0,10	2,40	0,11
17-18	15,00	1/2	0,25	1,40	159,56										1	0,10	0,10	0,10	0,02
18-19	15,00	1/2	0,14	0,79	54,87	1	1,10	1,10									1,10	0,06	
19-20	15,00	1/2	0,30	1,70	228,07	1	1,10	1,10									1,10	0,25	
20-21	15,00	1/2	0,11	0,60	33,03												0,00	0,00	
21-22	15,00	1/2	0,11	0,60	33,03	1	1,10	1,10									1,10	0,04	
22-23	15,00	1/2	0,32	1,82	258,16	1	1,10	1,10									1,10	0,28	
23-24	15,00	1/2	0,12	0,66	39,77	1	1,10	1,10									1,10	0,04	
14-25	20,00	3/4	0,28	0,89	49,32							1	2,30	2,30			2,30	0,11	
25-26	15,00	1/2	0,35	1,99	305,99							1	2,30	2,30			2,30	0,70	
26-27	15,00	1/2	0,35	1,99	305,99	1	1,10	1,10									1,10	0,34	
27-28	15,00	1/2	0,13	0,72	47,06										1	0,10	0,10	0,10	0,00
28-29	15,00	1/2	0,39	2,22	374,49	1	1,10	1,10									1,10	0,41	
29-30	15,00	1/2	0,14	0,79	54,87	1	1,10	1,10									1,10	0,06	
30-31	20,00	3/4	0,44	1,41	115,07	1	1,10	1,10									1,10	0,13	
31-32	20,00	3/4	0,11	0,34	8,14	1	1,10	1,10									1,10	0,01	
32-33	20,00	3/4	0,11	0,34	8,14	1	1,10	1,10									1,10	0,01	
33-34	20,00	3/4	0,46	1,47	124,70	1	1,10	1,10									1,10	0,14	
34-35	20,00	3/4	0,12	0,37	9,80	1	1,10	1,10									1,10	0,01	
25-36	20,00	3/4	0,12	0,37	9,80	1	1,10	1,10									1,10	0,01	
36-37	20,00	3/4	0,12	0,37	9,80	1	1,10	1,10									1,10	0,01	
37-38	20,00	3/4	0,12	0,37	9,80	1	1,10	1,10									1,10	0,01	
38-39	20,00	3/4	0,49	1,56	139,65										1	0,10	0,10	0,10	0,01
39-40	20,00	3/4	0,14	0,44	13,52							1	2,30	2,30			2,30	0,03	
40-41	20,00	3/4	0,54	1,72	165,81	1	1,10	1,10									1,10	0,18	
41-42	20,00	3/4	0,56	1,78	176,68												0,00	0,00	

Fuente: Elaboración propia.



### 3.2.11 ANÁLISIS DE PRESIONES DISPONIBLES

Tabla 13: Análisis de Presiones Disponibles

TRAMO	DIAMETRO		CAUDAL Q	VELOCIDAD V	GRADIENTE S	LONGITUD L	PERDIDA DE CARGA hf		
	D (MM)	D (PULG)					P/TUBERIA (M)	P/ACCESORIO (M)	TOTAL (M)
DE - A	20,00	3/4	0,28	0,89	49,32	8,39	0,41	0,07	0,48
1-2	20,00	3/4	0,28	0,89	49,32	12,52	0,62	0,06	0,68
2-3	20,00	3/4	0,28	0,89	49,32	0,48	0,02	0,06	0,08
3-4	20,00	3/4	0,28	0,89	49,32	1,54	0,08	0,01	0,09
4-5	20,00	3/4	0,28	0,89	49,32	0,20	0,01	0,07	0,08
6-7	20,00	3/4	0,28	0,89	49,32	0,48	0,02	0,06	0,08
7-8	20,00	3/4	0,28	0,89	49,32	4,30	0,21	0,12	0,33
8-9	15,00	1/2	0,28	1,58	200,23	1,22	0,24	0,46	0,70
9-10	20,00	3/4	0,28	0,89	49,32	3,70	0,18	0,11	0,30
10-11	15,00	1/2	0,17	0,97	81,36	0,90	0,07	0,09	0,16
11-12	15,00	1/2	0,17	0,97	81,36	3,05	0,25	0,09	0,34
12-13	15,00	1/2	0,12	0,66	39,77	0,90	0,04	0,04	0,08
14-15	15,00	1/2	0,20	1,16	112,18	1,10	0,12	0,26	0,38
15-16	15,00	1/2	0,20	1,16	112,18	0,50	0,06	0,26	0,31
16-17	15,00	1/2	0,13	0,72	47,06	2,00	0,09	0,11	0,21
17-18	15,00	1/2	0,25	1,40	159,56	1,00	0,16	0,02	0,18
18-19	15,00	1/2	0,14	0,79	54,87	0,40	0,02	0,06	0,08
19-20	15,00	1/2	0,30	1,70	228,07	0,82	0,19	0,25	0,44
20-21	15,00	1/2	0,11	0,60	33,03	0,90	0,03	0,00	0,03
21-22	15,00	1/2	0,11	0,60	33,03	3,05	0,10	0,04	0,14
22-23	15,00	1/2	0,32	1,82	258,16	0,98	0,25	0,28	0,54
23-24	15,00	1/2	0,12	0,66	39,77	0,90	0,04	0,04	0,08
14-25	20,00	3/4	0,28	0,89	49,32	2,70	0,13	0,11	0,25
25-26	15,00	1/2	0,35	1,99	305,99	0,55	0,17	0,70	0,87
26-27	15,00	1/2	0,35	1,99	305,99	0,50	0,15	0,34	0,49
27-28	15,00	1/2	0,13	0,72	47,06	2,00	0,09	0,00	0,10
28-29	15,00	1/2	0,39	2,22	374,49	1,00	0,37	0,41	0,79
29-30	15,00	1/2	0,14	0,79	54,87	0,40	0,02	0,06	0,08
30-31	20,00	3/4	0,44	1,41	115,07	0,82	0,09	0,13	0,22
31-32	20,00	3/4	0,11	0,34	8,14	0,90	0,01	0,01	0,02
32-33	20,00	3/4	0,11	0,34	8,14	3,05	0,02	0,01	0,03
33-34	20,00	3/4	0,46	1,47	124,70	0,98	0,12	0,14	0,26
34-35	20,00	3/4	0,12	0,37	9,80	0,90	0,01	0,01	0,02
25-36	20,00	3/4	0,12	0,37	9,80	3,08	0,03	0,01	0,04
36-37	20,00	3/4	0,12	0,37	9,80	0,92	0,01	0,01	0,02
37-38	20,00	3/4	0,12	0,37	9,80	0,12	0,00	0,01	0,01
38-39	20,00	3/4	0,49	1,56	139,65	1,68	0,23	0,01	0,25
39-40	20,00	3/4	0,14	0,44	13,52	0,40	0,01	0,03	0,04
40-41	20,00	3/4	0,54	1,72	165,81	1,00	0,17	0,18	0,35
41-42	20,00	3/4	0,56	1,78	176,68	0,90	0,16	0,00	0,16

Fuente: Elaboración propia.

## **4 CAPITULO 4**

### **4.1 CONCLUSIONES**

Realizando el diseño de la Red de abastecimiento de agua potable de la vivienda familiar y aplicando el Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias se obtienen un diseño técnico-económico factible para ser ejecutado.

Se recomienda a los beneficiarios implementarlo ya que con estos cálculos se garantiza un buen servicio de toda la vivienda con el que se evitara cortes de agua, falta de presión en el artefacto más desfavorable, evitar ruidos en tuberías por efectos de mala elección de diámetros y que la bomba es la adecuada para el sistema elegido.

## **BIBLIOGRAFIA**

- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA, Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias (RENISDA), noviembre 2011.
- MINISTERIO DE SERVICIOS Y OBRAS, Norma Boliviana NB689 Instalación de Agua – Diseño Para Sistemas de Agua Potable, 2004.

## **WEBGRAFIA**

- <http://www.nzdl.org/cgi-bin/library?e=d-00000-00---off-0who--00-0----0-10-0---0---0direct-10---4-----0-1l--11-en-50---20-about---00-0-1-00-0-0-11-1-0utfZz-8->
- [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/SAGARPA%20s.f.%20Tanques%20de%20almacenamiento%20en%20concreto%20y%20maposter%C3%ADa.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/SAGARPA%20s.f.%20Tanques%20de%20almacenamiento%20en%20concreto%20y%20maposter%C3%ADa.pdf)
- <https://ar.pinterest.com/federiconicolmedinalpez/instalaci%C3%B3n-de-tanque/>
- <https://www.geohidraulica.com/sistema-de-bombeo-tipos-y-sus-funciones/>
- <https://youtu.be/San2VkuraUc>
- <https://youtu.be/Nytxj4DHRnk>
- <https://www.saguapac.com.bo/como-se-define-el-agua-potable/>
- <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/725/1/ti853.pdf>
- <https://www.uns.edu.pe/recursos/investigaciones/85.pdf>
- <https://dokumen.tips/documents/instalaciones-sanitarias-domiciliarias-1.html>

# ANEXOS

