

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“ANÁLISIS Y DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS Y ESPECIALES EN
CENTROS DE SALUD CATEGORÍA I-4 PARA ÁMBITOS DE ALTURA Y
ALTIPLÁNICOS DEL SUR DEL PAÍS”**

TESIS

PRESENTADO POR:

Cano Jove Juan Manuel

Para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Puno – Perú

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

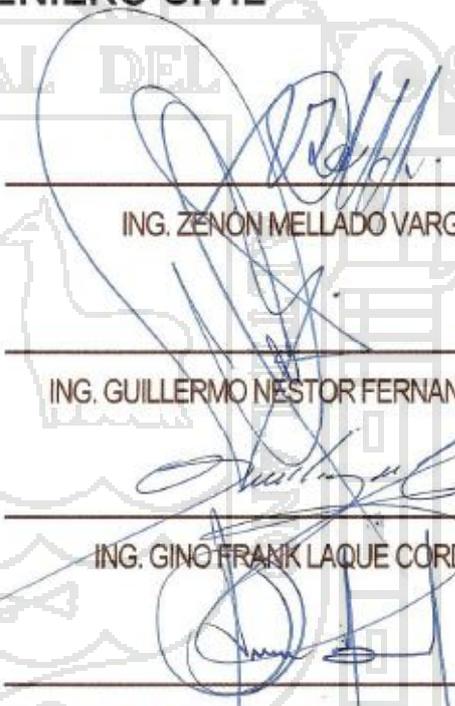
“ANÁLISIS Y DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS Y ESPECIALES EN
CENTROS DE SALUD CATEGORÍA I-4 PARA ÁMBITOS DE ALTURA Y
ALTIPLÁNICOS DEL SUR DEL PAÍS”

Presentado por el bachiller en ciencias de la ingeniería civil JUAN MANUEL
CANO JOVE, a la dirección de investigación de la facultad de ingeniería civil y
arquitectura para optar el título de:

INGENIERO CIVIL

APROBADO POR:

PRESIDENTE :



ING. ZENON MELLADO VARGAS.

PRIMER MIEMBRO :

ING. GUILLERMO NESTOR FERNANDEZ SILA.

SEGUNDO MIEMBRO :



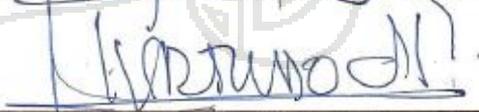
ING. GINO FRANK LAQUE CORDOVA.

DIRECTOR DE TESIS :



ING. DOUGLAS ARTURO QUINTANILLA ANYAIPOMA.

ASESOR DE TESIS :



ING. EDGAR VIDAL HURTADO CHAVEZ.

Área: Hidráulica

Tema: Instalaciones en Centro de Salud

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento a todos nuestros docentes, quienes nos impartieron las enseñanzas en las aulas.

Al Ing. Miguel Ángel Tupayachi Pineda por compartir su experiencia en Área de Instalaciones Sanitarias en Hospitales.



DEDICATORIA

A mi Madre **Juana Jove**, por su confianza y apoyo constante para la realización de este trabajo.

Juan Manuel Cano Jove



ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	3
DEDICATORIA	4
ÍNDICE	5
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
CAPITULO I	12
1. GENERALIDADES.	12
1.1. INTRODUCCIÓN.	12
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.	15
1.3. OBJETIVOS:	16
1.3.1. Objetivo General.	16
1.3.2. Objetivos Específicos.	16
CAPITULO II	17
2.1. ANÁLISIS DE LAS CATEGORÍAS DEL CENTRO DE SALUD.	17
2.1.1 Demanda Cualitativa:	18
2.1.2. Demanda Cuantitativa:	18
2.2. SERVICIOS DE UN CENTRO DE SALUD.	19
2.2.1. UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN.	19
2.2.2. UNIDAD DE CONSULTA EXTERNA.	20
2.2.3. UNIDAD DE AYUDA AL DIAGNÓSTICO.	20
2.2.4. UNIDAD DE CENTRO OBSTÉTRICO – SALA DE OPERACIONES, ESTERILIZACIÓN.	21
2.2.5. UNIDAD DE INTERNAMIENTO.	21
2.2.6. UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES.	22
CAPITULO III	23
3. INSTALACIONES SANITARIAS: RED DE AGUA	23
3.1. CONSIDERACIONES	23
3.1.1. ASPECTOS GENERALES:	23
3.1.1.1. SISTEMA DIRECTO.	23
3.1.1.2. SISTEMA INDIRECTO.	24
<i>a) Tanque Elevado por alimentación directa</i>	25
<i>b) Cisterna, Equipo de Bombeo y Tanque Elevado</i>	25
<i>c) Cisterna, Equipo de Bombeo y Tanque Hidroneumático</i>	26
<i>d) Cisterna, Sistema de bombeo constante.</i>	26
3.1.1.3. SISTEMA MIXTO	27
3.1.2. SISTEMAS A CONSIDERAR.	30
3.1.3. DESCRIPCIÓN GENÉRICA.	30
3.2. DOTACIONES DE AGUA.	31
3.2.1. CALCULO DE DOTACIONES DE AGUA.	33
COMPONENTES	34
Se considera los siguientes componentes:	34
1. Hospitales y Clínicas de Hospitalización.	34
2. Consultorios.	34

3. Clínicas Dentales.	34
4. Lavandería.	34
5. Cocina, que considera el personal del Centro de Salud.	34
* Dotaciones de agua fría para locales Hospitalarios.	35
- Consultorios médicos 500lts/día x consultorio	35
- Clínicas dentales 1000lts/día x unidad detal	35
* Dotaciones de agua fría para locales Hospitalarios.	35
- Hospitales y Clínicas de hospitalización. 600lts/día x cama	35
- Consultorios médicos 500lts/día x consultorio	35
- Clínicas dentales 1000lts/día x unidad dental.	35
a) DOTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA FRÍA DURA	35
b) CALCULO DE DOTACIONES DE AGUA CALIENTE:	38
c) CÁLCULO DE DOTACIONES DE AGUA BLANDA:	39
3.3. CÁLCULO Y DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO.	40
3.3.1. CONSIDERACIONES.	40
3.3.2. ALMACENAMIENTO DE AGUA FRÍA DURA.	41
3.3.3. VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIO	41
3.4. SISTEMA DE AGUA FRÍA DURA.	44
3.4.1. Descripción.	44
3.4.2. Cálculo y selección de diámetro.	45
3.5. SISTEMA DE AGUA FRÍA FILTRADA.	51
3.5.1. Descripción:	51
3.5.2. Relación de Aparatos Sanitarios en el Centro de Salud.	53
3.5.3. Cálculo Y Diseño De Las Redes Interiores.	55
3.5.4. Planos utilizados para el cálculo:	63
3.6. SISTEMA DE AGUA BLANDA.	76
3.6.1. Descripción:	76
3.6.1.1. Problemas Derivados de la Utilización del Agua en Calderas.	78
a) Corrosión.	78
b) Incrustación.	80
3.6.1.2. Efectos Producidos por las Impurezas del agua.	83
3.6.2. Relación de Aparatos Sanitarios en el Centro de Salud.	86
3.6.3. Cálculo Y Diseño De Las Redes Interiores.	88
3.6.4. Planos utilizados para el cálculo:	91
En todo cálculo es esencial la utilización de planos, como mínimo deberemos considerar los planos de distribución (planta), plano de elevaciones, y el plano isométrico.	91
3.7. SISTEMA DE AGUA PARA RIEGO.	97
3.7.1. DESCRIPCIÓN.	97
3.7.2. CÁLCULO Y DISEÑO DE REDES.	97
CAPITULO IV	99
4. INSTALACIONES SANITARIAS RED DE DESAGÜE Y VENTILACIÓN	99
4.1. SISTEMA DE DESAGÜE Y VENTILACIÓN SANITARIA	99
4.1.1. DESCRIPCIÓN:	99
4.1.2. COMPONENTES DE LA RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS SERVIDAS	99

4.1.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN.	107
4.2. SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES.	114
4.2.1. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO	115
CONDUCTOS HORIZONTALES PARA AGUAS DE LLUVIA	117
CAPITULO V	122
5. INSTALACIONES ESPECIALES.	122
5.1. SALA DE MAQUINAS.	122
5.1.1. REQUERIMIENTO DE LOS EQUIPOS.	122
5.1.2. CÁLCULO DE LA POTENCIA DE LA BOMBA – TUBERÍA DE IMPULSIÓN Y SUCCIÓN.	125
5.1.2.1. PARA EL SISTEMA DE AGUA FRÍA FILTRADA	127
5.1.2.2. PARA EL SISTEMA DE AGUA BLANDA	135
5.1.2.3. PARA EL SISTEMA DE AGUA CALIENTE	144
5.1.2.4. PARA EL SISTEMA DE RETORNO DE AGUA CALIENTE	152
5.1.2.5. PARA EL SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO	160
5.2. SISTEMA DE AGUA CALIENTE Y RECIRCULACIÓN.	169
5.2.1. Descripción:	169
5.2.1.1. Sistema Directo (sin recirculación).	171
5.2.1.2. Sistema con Circulación (con recirculación).	171
5.2.1.3. Tipos de Sistemas de Circulación.	173
5.2.2. Relación de Aparatos Sanitarios en el Centro de Salud.	177
5.2.3. Cálculo Y Diseño De Las Redes Interiores.	178
5.2.4. Planos utilizados para el cálculo:	193
5.3. SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO.	198
5.3.1. Descripción:	198
5.3.1.1. SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO CON MANGUERA-BOQUILLA Y SALIDAS.	199
5.3.1.2. SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS.	201
5.3.1.3. EXTINTORES MANUALES.	202
5.3.1.4. MATERIAS EXTINTORAS.	202
5.3.2. Cálculo Y Diseño De Las Redes de Agua Contra Incendio.	204
5.3.3. Planos utilizados para el cálculo:	206
CAPITULO VI	208
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	208
6.1. CONCLUSIONES.	208
6.2. RECOMENDACIONES.	208
CAPITULO VII	209
7. ANEXOS.	209
RELACIÓN DE TABLAS, FIGURAS Y DIAGRAMAS	209
TABLAS	209
TABLA III – 01. DOTACIONES PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES.	209
TABLA III – 02. DOTACIONES DE AGUA PARA LOCALES DE SALUD.	209
TABLA III – 03. DOTACIÓN DE AGUA PARA RESTAURANTES.	210
TABLA III – 04. DOTACIÓN DE AGUA PARA LAVANDERÍAS.	210
TABLA III – 05. DOTACIÓN DE AGUA PARA ÁREAS VERDES.	210

TABLA III – 06. HOSPITALES, CLÍNICAS Y SIMILARES. (DOTACIONES DE AGUA CALIENTE).	210
TABLA V – 01. DENSIDAD RELATIVA Y VISCOSIDAD CINEMÁTICA DEL AGUA.	211
TABLA V – 02. RUGOSIDAD ABSOLUTA DE MATERIALES.	211
TABLA III – 08. UNIDADES GASTO PARA EL CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN LOS EDIFICIOS (APARATOS DE USO PÚBLICO) NORMA IS.010 ANEXO Nº 02.	212
TABLA III – 09. UNIDADES GASTO PARA EL CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN LOS EDIFICIOS (APARATOS DE USO PRIVADO) NORMA IS.010 ANEXO Nº 01.	213
TABLA III – 10. GASTOS PROBABLES PARA APLICACIONES DEL MÉTODO DE HUNTER NORMA IS.010 ANEXO Nº 02.	214
TABLA III – 11. RELACIÓN DIÁMETRO Y VELOCIDAD.	214
TABLA III – 12. RELACIÓN DIÁMETRO DE MANGUERA, LONGITUD MÁXIMA, ÁREA DE RIEGO Y CAUDAL.	215
TABLA IV – 01. UNIDADES DE DESCARGA.	215
TABLA IV – 02. UNIDADES DE DESCARGA PARA APARATOS SANITARIOS NO ESPECIFICADOS.	216
TABLA IV – 03. RAMALES HORIZONTALES Y BAJANTES VERTICALES.	216
TABLA IV – 04. DESAGÜE EN LOS EDIFICIOS RAMALES HORIZONTALES.	217
TABLA IV – 05. DIMENSIONES DE LA CAJA DE REGISTRO.	217
TABLA IV - 06. DIÁMETRO DEL CONDUCTO DE DESAGÜE DEL APARATO SANITARIO.	218
TABLA IV – 07. DIMENSIONES DE LOS TUBOS DE VENTILACIÓN PRINCIPAL.	218
TABLA IV – 08. DIÁMETRO DE LOS TUBOS DE VENTILACIÓN EN CIRCUITO Y DE LOS RAMALES. TERMINALES DE TUBOS DE VENTILACIÓN.	219
DIAGRAMAS	220
DIAGRAMA Nº 01. DIAGRAMA DE MOODY.	220
DIAGRAMA Nº 02. PÉRDIDA DE PRESIÓN EN MEDIDOR TIPO DISCO.	220
DIAGRAMA Nº 03. PLANO ISOMÉTRICO DEL SISTEMA DE AGUA FRÍA FILTRADA.	221
DIAGRAMA Nº 04. PLANO ISOMÉTRICO DEL SISTEMA DE AGUA BLANDA.	222
DIAGRAMA Nº 05. PLANO ISOMÉTRICO DEL SISTEMA DE AGUA CALIENTE Y RECIRCULACIÓN.	223

DIAGRAMA Nº 06. PLANO ISOMÉTRICO DEL SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO. _____ 224

FIGURAS _____ 225

FIGURA III – 01. PICADURAS POR OXÍGENO EN UNA SECCIÓN DE UN TUBO DE CALENTADOR. _____ 225

FIGURA III – 02. PICADURAS POR OXÍGENO EN LA SUPERFICIE INTERNA. _____ 225

FIGURA III – 03. PICADURAS POR OXÍGENO EN LA SUPERFICIE EXTERNA DE UN TUBO DE HUMO. _____ 226

FIGURA III – 04. INCRUSTACIONES EXCESIVAS DE FOSFATOS. _____ 226

FIGURA III – 05. EFECTOS PROVOCADOS POR LAS CORROSIONES E INCRUSTACIONES EN LAS CALDERAS. _____ 227

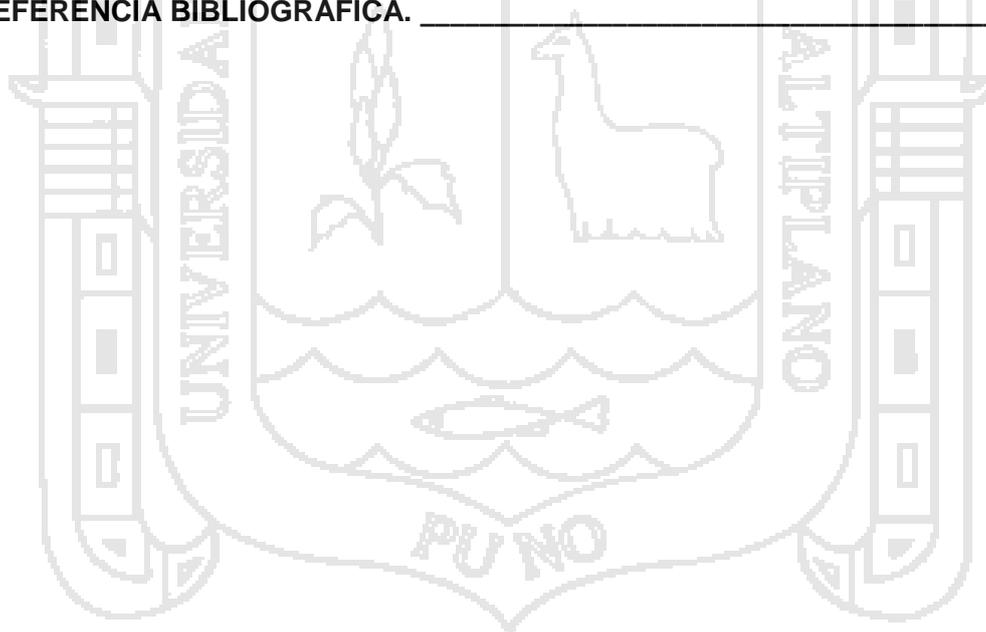
FIGURA III – 06. CORROSIÓN E INCRUSTACIÓN. _____ 227

FIGURA III – 07. CORROSIÓN E INCRUSTACIÓN. _____ 228

FIGURA V – 01. SISTEMA ALIMENTADO HACIA ARRIBA. _____ 229

FIGURA V – 02. SISTEMA ALIMENTADO HACIA ABAJO. _____ 230

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA. _____ 231



RESUMEN

El presente proyecto de tesis desarrolla y analiza el diseño de instalaciones sanitarias y especiales en centros de salud cuya aplicación es en las categorías I-1 hasta la categoría I-4, según la categorización establecidos por el Ministerio de Salud del Perú, en ámbitos de altura y altiplánicos del sur del País. Para ello se desarrolla en forma secuencial y respectivamente los siguientes temas: Análisis de las Categorías de los Centros de Salud, Servicios de un Centro de Salud, Instalaciones Sanitarias, Determinación del consumo diario y máxima demanda, Dotaciones de agua, Determinación de los sistemas de alimentación, Sistema de agua fría, Sistema de agua blanda, Sistema de agua caliente, Sistema de recirculación de agua caliente, Sistema de agua para riego, Sistema de desagüe y ventilación sanitaria, Sistema de drenaje pluvial, Instalaciones Especiales, Cálculo y diseño de los tanques de almacenamiento, Cálculo y diseño de los equipos de sala de máquinas.

ABSTRACT

This dissertation project develops and analyzes the design and special sanitary installations in health centers whose application is in categories I-1 to I-4 category, according to the categorization established by the Ministry of Health of Peru, in areas of height and altiplanic south of the country. This is developed sequentially and respectively the following topics: Analysis of the Categories of Health Centers, Services Health Center, medical facilities, Determination of daily consumption and maximum demand, water allocations, determination systems food, cold water system, soft water system, hot water system, recirculation system hot water system for irrigation water, and sanitary sewer system ventilation, storm drainage system, Refinishing, Calculation and design storage tanks, calculation and design of engine room equipment.

PALABRAS CLAVE:

Instalaciones Sanitarias (Sanitary installations), Instalaciones Especiales (special installations), calculo y diseño (calculation and design).

CAPITULO I

1. GENERALIDADES.

1.1. INTRODUCCIÓN.

El ser humano a lo largo de su existencia se ha preocupado en el cuidado de aspectos primordiales, pero con mayor relevancia en su salud, esto con la finalidad de evitar cualquier cambio o trastorno en su organismo, el término empleado por el Organismo Mundial de la Salud es Salud Humana, lo que ha llevado al desarrollo de infraestructuras dedicadas al cuidado de la salud humana, denominadas Hospitales o Centros de Salud, los cuales a su vez requieren de un sistema sanitario, este último referido al uso del agua y su evacuación.

El agua debe cumplir ciertas características físico-químicas y bacteriológicas, los cuales no deben afectar al organismo del hombre que puede dar origen a las enfermedades como las gastroenteritis, hepatitis, cólera entre otros por consumo de aguas contaminadas. La salud en el ser humano es el pilar fundamental de su vida ya que le permite desarrollar y aprovechar sus facultades físicas y mentales para mejorar su productividad en todas las actividades que realiza y alcanzar un mejor nivel de vida.

La entrega de atenciones de Salud por parte del Estado debe ser mirada en el marco de la Estrategia Global de Salud del País, la cual “se fundamenta en el reconocimiento del derecho a la salud de todos los habitantes del país, en un proceso continuo que abarca toda la vida desde el momento de la concepción hasta la muerte, frente a este derecho de las personas, el Estado

asume la responsabilidad de asegurar una medicina integral y oportuna a los mejores niveles técnicos que el desarrollo del país permita”.

La construcción de una edificación supone varias etapas: adquisición o regularización de la propiedad del terreno; anteproyecto; proyecto definitivo (dentro de los cuales están distintas especialidades (Arquitectura, Estructuras, *Instalaciones Sanitarias*, Instalaciones Eléctricas, instalaciones electromecánicas e *instalaciones especiales*); y construcción propiamente dicha.

La tendencia del ser humano es de elevar el nivel de vida, para lo cual es necesario que la Edificación cuente con un Sistema adecuado de Instalaciones Sanitarias e Instalaciones Especiales el cual incluye una Sala de Máquinas conocido también como casa de fuerza.

Para el caso primero: Instalaciones Sanitarias; en toda Infraestructura de Salud el agua debe ser previamente tratada, comprendiendo un proceso de filtrado, ablandamiento y lavado con salmuera para restituir el sodio. También se hace necesaria la producción de agua caliente y su respectivo sistema de retorno o recirculación, para ello se utilizará calderos y calentadores o intercambiadores de calor, en estos últimos se considerará además la temperatura para ámbitos de altura y altiplánicos del sur del País.

Para ello se desarrolla en forma secuencial y respectivamente los siguientes temas:

- ❖ Análisis de las Categorías de los Centros de Salud.
- ❖ Servicios de un Centro de Salud.
- ❖ Instalaciones Sanitarias
- ❖ Determinación del consumo diario y máxima demanda
- ❖ Dotaciones de agua
- ❖ Determinación de los sistemas de alimentación.
- ❖ Sistema de agua fría

- ❖ Sistema de agua blanda
- ❖ Sistema de agua caliente
- ❖ Sistema de recirculación de agua caliente
- ❖ Sistema de agua para riego
- ❖ Sistema de desagüe y ventilación sanitaria
- ❖ Sistema de drenaje pluvial.
- ❖ Instalaciones Especiales.
- ❖ Cálculo y diseño de los tanques de almacenamiento.
- ❖ Cálculo y diseño de los equipos de sala de máquinas.

Para realizar el diseño de la red de abastecimiento de agua potable (Suministro de agua fría), que comprende el cálculo de la pérdida de carga disponible, la pérdida de carga por tramos considerando los accesorios, el cálculo de las presiones de salida, tiene como requisitos: conocer la presión de la red pública, la presión mínima de salida, las velocidades máximas permisibles por cada tubería y las diferencias de altura, entre otros. Conociendo estos datos se logrará un correcto dimensionamiento de las tuberías y accesorios del Centro de Salud, como se verá en el presente.

El trabajo se basa en el método más utilizado para el cálculo de las redes de distribución interior de agua, que es el denominado Método de los gastos probables, creado por Roy B. Hunter, que consiste en asegurar a cada aparato sanitario un número de “unidades de gasto” determinadas experimentalmente.

El presente proyecto de investigación “Análisis y Diseño de Instalaciones Sanitarias y Especiales en Centros de Salud Categoría I-4 para Ámbitos de Altura y Altiplánicos del Sur del País” está dirigido a solucionar los problemas de mejoramiento en capacidad de atención; para el sur de nuestro País.

Por tal motivo se debe considerar en todo proyecto la satisfacción de la población actual y la población futura, además de la población asignada, teniendo que atender a la población de la zona y también de zonas cercanas de Distritos, Comunidades, Centros Poblados, el cual a su vez recibe el encargo de atención de una población asignada por parte de la DIRESA (Dirección Regional de Salud).

ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL PROYECTO.

UBICACIÓN

Para la realización de la Investigación se tienen los planos de área de arquitectura, donde se indican la distribución y los niveles de un centro de salud categoría I-4 y cuya aplicación servirá para las distintas categorías antecesoras, es decir: categoría I-1, I-2, I-3.

El proyecto a analizarse “ANÁLISIS Y DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS Y ESPECIALES EN CENTROS DE SALUD CATEGORÍA I-4 PARA AMBITOS DE ALTURA Y ALTIPLANICOS DEL SUR DEL PAÍS” considera una altura promedio de 4000 m.s.n.m.

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.

El resultado de ésta investigación propone una aplicación práctica y concreta en el “ANÁLISIS Y DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS Y ESPECIALES EN CENTROS DE SALUD PARA CATEGORÍAS I-1, I-2, I-3 e I-4” el cual es de suma importancia para futuras investigaciones.

En los centros de salud existentes, funcionan en ambientes inadecuados con estructuras que no corresponden a establecimientos de salud de primer orden de atención, por lo tanto, son anti saludables, sin presentar niveles mínimos de septicidad.

Consecuentemente se ayudará a mejorar los sistemas y procedimientos médicos a cargo del personal de Salud, asegurándoles un buen funcionamiento en el momento crucial teniendo disponibles todas las instalaciones necesarias para afrontar cualquier contingencia.

Las características del terreno no son las adecuadas y no guardan relación con las recomendadas por la norma técnica de salud para proyectos de arquitectura y equipamiento y mobiliario de establecimientos del primer nivel de atención. Y a la vez debido al incremento de la población, la capacidad de atención requiere un análisis y diseño de sus instalaciones sanitarias y especiales.

La Disponibilidad de servicios básicos como son abastecimiento de agua potable y desagüe, sistema de drenaje para las aguas pluviales, y suministro de energía eléctrica; no son los adecuados.

1.3. OBJETIVOS:

1.3.1. Objetivo General.

- Mejorar las condiciones de los centros de salud categoría I-4 propuestos por el MINSA por medio del “ANÁLISIS Y DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS Y ESPECIALES” para ámbitos de altura y altiplánicos del sur del Perú.

1.3.2. Objetivos Específicos.

- Realizar el análisis y diseño de instalaciones hidro-sanitarias.
- Realizar el análisis y diseño de instalaciones Especiales.

CAPITULO II

2.1. ANÁLISIS DE LAS CATEGORÍAS DEL CENTRO DE SALUD.

Los Establecimientos de Salud del Primer nivel de Atención son la puerta de entrada a los servicios de salud y constituyen la unidad operativa de menor capacidad resolutive, brindan atenciones: preventivas, recuperativas y de rehabilitación al individuo, la familia y la comunidad.

Estos servicios están enfocados básicamente en la salud, la detección temprana y el tratamiento oportuno de patologías de baja complejidad, con un enfoque de atención integral de salud.

Los establecimientos de salud del primer nivel de atención forman parte de la Red de Salud y se organizan de acuerdo a la demanda de la población, accesibilidad geográfica y el perfil epidemiológico de la zona, lo que les permitirá contar, desde el punto de vista arquitectónico con: unidades, áreas y ambientes, de acuerdo a su capacidad de resolución.

La Complejidad de los Establecimientos de Salud, está determinada **sólo por los aspectos cualitativos** de la oferta de servicios de salud, es decir, la **Capacidad Resolutive Cualitativa y el Nivel Tecnológico** de los recursos. Se hace necesaria entonces introducir el término de demanda de servicios de salud, el cual es la expresión de las necesidades de salud de una persona o población. Esta demanda tiene dos elementos.

2.1.1 Demanda Cualitativa: Esta referida a las necesidades de salud que motivaron la demanda de los servicios de salud y la severidad de esas necesidades. Es decir: *necesidades de salud – capacidad resolutive cualitativa – tipo de servicios o procedimientos – capacidad de referir pacientes según diagnóstico – nivel tecnológico – especialización de recursos humanos y tecnificación de equipamiento.*

Como vemos la **categoría** de un Establecimiento de salud no está relacionada al tamaño que pueda tener, si no **a los servicios de especialización tecnológica.**

2.1.2. Demanda Cuantitativa: Esta referida al volumen de la misma, es decir al número de personas que en un determinado tiempo y espacio tienen necesidades de salud, requiriendo la prestación de servicios sanitarios.

Los establecimientos de salud del primer nivel de atención se organizan de acuerdo a la normatividad vigente en las siguientes categorías:

NIVELES DE ATENCIÓN	NIVELES DE COMPLEJIDAD	CATEGORÍAS DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	MINISTERIO DE SALUD
PRIMER NIVEL DE ATENCIÓN	1º Nivel de Complejidad	I - 1	Puesto de Salud
	2º Nivel de complejidad	I - 2	Puesto de Salud con Médico
	3º Nivel de Complejidad	I - 3	Centro de Salud sin Internamiento
	4º Nivel de Complejidad	I - 4	Centro de Salud con Internamiento

TABLA II – 01. Categorización de los Centros de Salud.

El centro de salud proyectado es del de 4º Nivel de Complejidad, Categoría I – 4, Centro de Salud con Internamiento.

Categoría I – 4, Centro de Salud con Internamiento.

Es el tipo de Categoría del primer nivel de atención, responsable de satisfacer las necesidades de salud de la población de su ámbito jurisdiccional, brindando **atención médica integral ambulatoria y con internamiento de corta estancia principalmente enfocada al área**

materno perinatal e infantil, con acciones de promoción de salud, prevención de riesgos y daños, y recuperación de problemas de salud más frecuentes a través de unidades productoras de servicios básicos y especializados de salud de complejidad inmediata superior a la categoría I – 3.

Características:

- Pertenece al primer nivel de atención
- Debe contar con un equipo de salud constituido como mínimo por:

PROFESIONALES DE LA SALUD	TÉCNICOS Y/O AUXILIARES
<ul style="list-style-type: none"> • Médico Cirujano o Médico Familiar • Médicos de la especialidad prioritariamente Gineco-Obstetra y Pediatra • Personal de Enfermería • Personal de Obstetricia • Odontólogo • Puede haber Químico Farmacéutico, Nutricionista y Asistente Social. 	<ul style="list-style-type: none"> • Técnico o Auxiliar en Enfermería • Técnico de Laboratorio • Técnico de Farmacia • Técnico o Auxiliar de Estadística • Técnico Administrativo

TABLA II – 02. Equipo de salud mínimo para el Centro de Salud I – 4.

2.2. SERVICIOS DE UN CENTRO DE SALUD.

2.2.1. UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN.

Es la encargada de los recursos humanos, materiales y, de la atención al paciente para su administración en el establecimiento de salud. Su ubicación será cercana al ingreso principal y tendrá relación directa con las diferentes unidades que conforman el establecimiento de salud.

Comprende:

- Hall Público e informes
- Secretaria y Jefatura.

- Admisión – Archivo de Historias Clínicas – Espera.
- Contabilidad – Logística – Personal.
- Caja
- Botiquín – Farmacia.

2.2.2. UNIDAD DE CONSULTA EXTERNA.

Es la Unidad encargada de brindar atención integral al paciente ambulatorio.

Su ubicación será de fácil acceso desde el hall de ingreso.

Tendrá relación directa con el archivo de historias clínicas, admisión y con la unidad de ayuda al diagnóstico.

El número de consultorios dependerá de la complejidad del establecimiento, de su capacidad de resolución y de su ubicación en la Red de Servicio de Salud.

Comprende:

- Triaje.
- Tópico.
- Consultorio de Pediatría.
- Consultorio de Gineco-Obstetricia con servicio higiénico.
- Consultorio de Medicina.
- Consultorio de Odontología.

2.2.3. UNIDAD DE AYUDA AL DIAGNÓSTICO.

Es la encargada de dar apoyo al médico con los exámenes auxiliares, imagenología y estudios necesarios a fin de confirmar el diagnóstico e iniciar el tratamiento.

Ubicación cercana a la unidad de consulta externa y a la de

internamiento.

Comprende:

- Sala de Espera.
- Rayos X.
- Ecografía.
- Laboratorio Clínico.

2.2.4. UNIDAD DE CENTRO OBSTÉTRICO – SALA DE OPERACIONES, ESTERILIZACIÓN.

Esta unidad presta atención oportuna a la madre gestante y al recién nacido desde el trabajo de parto hasta el alumbramiento.

En los establecimientos de salud del primer nivel de atención de mayor complejidad de la Red, contarán adicionalmente con una sala de operaciones en la que se realizarán intervenciones quirúrgicas de baja complejidad.

Se ubicara inmediatamente a la unidad de internamiento.

Comprende:

- Sala de Preparación, Dilatación y Partos.
- Sala de Preparación, Dilatación y Partos.
- Atención al recién nacido.
- Sala de Operaciones Menores.
- Esterilización.

2.2.5. UNIDAD DE INTERNAMIENTO.

Es la unidad que tiene por función la atención integral del paciente que requiere permanecer en el establecimiento de salud por requerir vigilancia médica, cuidados de enfermería y apoyo con métodos de diagnóstico y tratamiento.

Los establecimientos de mayor complejidad contarán con camas de internamiento para Medicina, Cirugía, Obstetricia y Pediatría. El número de camas dependerá de la capacidad de resolución y del nivel de complejidad del establecimiento de salud. Los establecimientos de salud de menor complejidad sólo contarán con un ambiente que tenga una o dos camas para reposo, debido a que la estancia del paciente será temporal.

Comprende:

- Sala de Internamiento.
- Estación de Enfermeras.
- Cuarto Séptico.
- Lavachata.
- Closet para ropa limpia.
- Servicios higiénicos para pacientes.
- Servicios higiénicos para personal.

2.2.6. UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES.

La Unidad se ubicará independientemente de las otras unidades de servicio.

Comprende:

- Oficina de Saneamiento Ambiental.
- Almacén General.
- Cadena de Frío y Almacén de Medicinas.
- Caseta para Grupo Electrónico.
- Cisterna y tanque elevado de agua y cuarto de bombas.
- Estacionamiento para vehículos.
- Vestidor y servicios higiénicos para el personal del establecimiento de salud.
- Depósito de cadáveres.

CAPITULO III

3. INSTALACIONES SANITARIAS: RED DE AGUA

3.1. CONSIDERACIONES

3.1.1. ASPECTOS GENERALES:

El diseño del sistema de abastecimiento de agua de una edificación depende de los siguientes factores:

- Presión de agua en la red pública.
- Altura y forma de la edificación.
- Presiones interiores necesarias.

De aquí que cualquier método que se emplee puede ser: Directo, Indirecto y Mixto (combinado).

3.1.1.1. SISTEMA DIRECTO.

Se presenta este caso cuando la red pública es suficiente para servir a todos los puntos de consumo, es decir, que tenga la presión necesaria en todos los puntos de salida de agua a cualquier hora del día. El suministro de la red pública debe ser permanente y abastecer directamente toda la instalación interna.

Ventajas:

- ✓ Menos contaminación de abastecimiento interno de agua.

- ✓ Los sistemas son económicos.
- ✓ Mejor posibilidad de medición de los caudales de consumo, con más exactitud.

Desventajas:

- ✓ No hay almacenamiento de agua en caso de paralización del suministro de agua.
- ✓ Abastecen edificios sólo de baja altura, dos o tres pisos, por lo general.
- ✓ Necesidad de grandes diámetros de tubería para grandes instalaciones.
- ✓ Posibilidad de que las variaciones horarias afecten el abastecimiento en los puntos de consumo más elevado.

Con el objeto de elevar la presión disponible en la red interior del edificio, en algunos casos se instala una bomba entre la acometida de la red pública del edificio. Esto lo prohíben los códigos y reglamentos por el riesgo de contaminación por aguas servidas provenientes de la red de drenaje, como consecuencia de la presión negativa producida por la succión de la bomba.

3.1.1.2. SISTEMA INDIRECTO.

Cuando la presión en la red pública no es suficiente para dar el servicio a los aparatos sanitarios de los niveles más altos, se hace necesario que la red pública suministre agua a reservorios domiciliarios (cisterna y tanques elevados), y de éstos se abastece por bombeo o gravedad a todo el sistema.

Ventajas:

- ✓ Existe reserva de agua, para el caso de interrupción del servicio.
- ✓ Presión constante y razonable en cualquier punto de la red interior.
- ✓ Elimina los sifonajes, por la separación de la red interna de la externa por los servicios domiciliarios.

- ✓ Las presiones en las redes de agua caliente son más constantes.

Desventajas:

- ✓ Mayores posibilidades de contaminación del agua dentro del edificio.
- ✓ Requiere de equipo de bombeo.
- ✓ Mayor costo de construcción y mantenimiento.

En este sistema se pueden presentar los siguientes casos:

a) Tanque Elevado por alimentación directa

En el presente caso durante algunas horas del día o de la noche como cosa general se cuenta con presión suficiente en la red pública para llenar el depósito elevado y desde aquel se da servicio por gravedad a la red interior.

La ventaja de este sistema es que no requiere equipo de bombeo.

Las desventajas son que el tanque elevado no llegue a llenarse por variación de presiones en la red pública o que la demanda real sea mayor que la estimada y que el tanque se vacía antes del tiempo considerado.

Para evitar esto es necesario un estudio adecuado de la dotación o bien una sobre estimación de la capacidad del tanque elevado, lo que resulta no económica y el incremento de peso muerto sobre la estructura del edificio.

b) Cisterna, Equipo de Bombeo y Tanque Elevado

En este sistema el agua ingresa de la red pública a la cisterna, donde con un equipo de bombeo el agua es elevada al tanque elevado desde donde por gravedad se alimenta la red de agua inferior.

Este sistema es adecuado cuanto existe un correcto diseño en cuanto a capacidades de cisterna y del tanque elevado.

c) Cisterna, Equipo de Bombeo y Tanque Hidroneumático

En este caso la red de agua es conectada a una cisterna desde donde por intermedio de una bomba y un tanque hidroneumático se mantiene la presión en todo el sistema para grandes instalaciones donde no se desea tanque elevado; se puede hacer este sistema instalándose sobre la cisterna bombas de velocidad variable o velocidad constante, con equipos de control.

Para fines de diseño de la red interior, este sistema es igual al directo en lo referente al cálculo de las tuberías de la red de distribución. Para edificios altos es importante anotar que cuando se usa el sistema hidráulico es costoso, por eso no conviene usarlo.

Ventajas:

- ✓ Presión adecuada en todos los puntos de consumo.
- ✓ Fácil instalación.
- ✓ Sistema económico en lo referente a tuberías que resultan ser de menores longitudes y diámetros.
- ✓ Evitar los tanques elevados.

Desventajas:

- ✓ Que cuando se interrumpe el fluido eléctrico sólo trabaja el hidroneumático poco tiempo cortándose luego el servicio.

d) Cisterna, Sistema de bombeo constante.

En este caso el agua es almacenado primero en una cisterna y luego mediante el uso de bombas de presión constante, se encargan de mantener la presión constante en todos los niveles y ambientes de la edificación, este sistema no utiliza hidroneumáticos y tampoco tanques elevados, se basa en el uso de una

sala de máquinas equipada con bombas cuya función es generar la circulación y presión necesaria en todos los puntos de la red de nuestro sistema de distribución de agua.

Ventajas:

- ✓ Presión adecuada en todos los puntos de consumo.
- ✓ Evitar los tanques elevados.

Desventajas:

- ✓ Que cuando se interrumpe el fluido eléctrico sólo trabaja el hidroneumático poco tiempo cortándose luego el servicio.
- ✓ La instalación requiere conocimientos de mecánica para la instalación del equipo de bombeo.
- ✓ No es del todo económico, requiere de combustible o energía eléctrica según sea el caso, de forma constante y mantenimiento continuo de los equipos con mayor frecuencia ya que estos están operando constantemente.

3.1.1.3. SISTEMA MIXTO

Cuando las presiones en la red pública lo permitan, los pisos o niveles inferiores puedan ser alimentados de forma directa y los superiores en forma indirecta; este sistema tiene la ventaja de que se requieren capacidades de cisterna y tanque elevado más pequeñas que en el método indirecto, lo mismo que bombas de menor capacidad, en los casos de sistemas alimentados por gravedad en tanque elevado, es muy frecuente, cuando no se le puede dar la altura necesaria al tanque elevado, que las presiones logradas para los niveles superiores sean insuficientes para el normal funcionamiento de los aparatos sanitarios. En estos casos es necesario el uso de un equipo de bombeo para dar

servicio a los últimos dos o tres niveles como un sistema separado, aunque siempre es necesario que estén ambos sistemas interconectados para los casos de falta de energía eléctrica o reparación del hidroneumático. Este sistema se emplea también algunas veces para los casos de redes de incendio alimentadas desde el tanque elevado.

Para conseguir sistemas de abastecimiento de agua adecuados se debe tomar en cuenta también las fuentes de suministro de agua, las cuales existen dos casos de suministro de agua en edificaciones:

- a) Cuando éstas están ubicadas en áreas que cuentan con redes de suministro de agua potable, y
- b) Cuando están ubicadas en áreas que no cuentan con redes de suministro de agua potable, en cuyo caso las edificaciones se abastecen directamente de una fuente de agua propia como pozos, manantiales y otra fuente de suministro.

En el primer caso, la fuente de suministro es la red pública de servicio y el problema consiste en efectuar una conexión domiciliaria desde la red pública a la edificación. En el segundo caso para el suministro de agua a la edificación se requiere un estudio de la fuente en calidad y cantidad, su protección sanitaria y su conexión a la tubería de aducción de la edificación.

Los sistemas de abastecimiento de agua en edificaciones hacen uso de la conexión domiciliaria, denominándose ésta al conjunto de tuberías y accesorios colocados entre la acometida a la red de distribución y el límite exterior de la edificación, donde normalmente es instalado un contador o medidor de agua.

De acuerdo con el diámetro y clase de la tubería de la red pública de agua potable, la acometida puede variar desde una perforación roscada, una te reductora (caso de diámetros pequeños), una abrazadera de servicio, hasta un

aditamento de hule comprimido o neopreno como el usado en la tubería de P.V.C. de diámetros mayores.

Dentro de la instalación de la conexión domiciliaria se encuentra ubicado los medidores de agua. Los medidores son aparatos registradores y totalizados de gasto. Su capacidad es variable y se elige de acuerdo con el consumo de la derivación considerada.

En el caso de que un medidor no sea suficiente se pueden instalar varios en paralelo.

Se distinguen dos tipos de medidores: De volumen y de velocidad:

Ambos consisten en pequeños motores hidráulicos que funcionan a la inversa de las bombas y cuyo movimiento es utilizado para accionar una relojería que totaliza los consumos.

El principio de funcionamiento de los contadores volumétricos se basa en el registro del número de veces que se llena un recipiente de una capacidad determinada (contadores de émbolo, de disco; de tornillo. Los contadores de velocidad se basan en el número de vueltas de una turbina cuya velocidad es proporcional al gasto (contadores de turbina, de hélice, de molinete).

Los medidores volumétricos y de velocidad se diferencian en cuanto a su sensibilidad, que es mayor en los primeros que en los segundos.

La Pérdida de Carga en Medidores se determina por tablas o ábacos. Esta se añade a la que produce el resto de la instalación. Las pérdidas de carga varían en relación con el cuadro del gasto. Conociendo el gasto característico de un contador o medidor para una pérdida de carga dada (10 m. De columna de agua), se pueden calcular las pérdidas de carga correspondientes para diferentes gastos.

Con lo expuesto y explicado, y por las características de la edificación, siendo un Centro de Salud, se determina el uso del sistema de alimentación

denominado “Cisterna, equipo de bombeo, y tanque elevado”, el cual nos permitirá garantizar una presión y suministro de agua constante en todos los puntos de la edificación.

3.1.2. SISTEMAS A CONSIDERAR.

Se consideran los sistemas de Agua Fría Dura, Agua Fría Filtrada, Agua Blanda, Agua Caliente, Sistema de Recirculación de Agua Caliente, Agua Contra Incendio, Agua para Riego, Sistema de Desagüe y ventilación Sanitaria y el Sistema de Drenaje Pluvial.

3.1.3. DESCRIPCIÓN GENÉRICA.

Las condiciones presentes por el encargado de proveer agua para consumo humano, requieren que se haga un tratamiento del agua fría dura por un procedimiento de filtrado, adicionalmente para el uso eficiente de calderos e intercambiadores de calor se hace necesario que el agua debe ser ablandada, con esto se podrá hacer el respectivo proceso de calentamiento de agua para tener agua caliente, a su vez, para que el agua mantenga una temperatura constante y adecuada se requiere de la recirculación del mismo utilizándose para ello el sistema de recirculación de agua caliente.

En todo centro de salud la probabilidad de incendios se hace presente, razón por la cual se implementa de un sistema de agua contra incendio, dependiendo de la magnitud, características y capacidad de la infraestructura se determina el tipo y complejidad a utilizarse en este sistema.

Las construcciones encargadas de la salud, ya sea postas, centros de salud, hospitales y clínicas necesitan de una amplia área libre o verde, aquí para su mantenimiento requieren del sistema de agua para riego.

Posteriormente para una adecuada evacuación de las aguas servidas se requiere del sistema de desagüe y ventilación, separándose de las aguas producto de las lluvias que para esto se tiene el sistema de recolección de aguas pluviales.

3.2. DOTACIONES DE AGUA.

Es una determinada cantidad de agua, que se asigna para cualquier uso. La dotación de agua tiene gran importancia en el diseño de las Instalaciones Sanitarias en los diferentes tipos de edificaciones, dado que ello permite conocer si la fuente de suministro tiene capacidad suficiente y para la determinación de volúmenes de los tanques de almacenamiento (Cisterna y/o tanque elevado), de acuerdo al sistema de distribución adoptado.

Como en el caso de cualquier sistema de abastecimiento de agua, la dotación de agua para edificios es muy variable y depende de una serie de factores entre los cuales podemos citar; Uso de edificio, área, costumbres y hábitos de sus ocupantes, uso de medidores, necesidades profesionales, necesidades para industrias, así como el sistema de distribución que se adopte.

En los textos y normas de diseño existentes en diferentes países, consideran diferentes unidades de dotación, aun para un mismo tipo de local, como en el caso de viviendas que unos consideran litros por habitante día y otros como Venezuela y Perú que consideran litro por metro cuadrado del lote o parcela.

Como vía de ilustración y comparación se indican los consumos diarios que aparecen en el texto de “Fontanería y Saneamiento” del Arquitecto Mariano Rodríguez Avil, Editorial Dossat S.A. Madrid, España, que son los siguientes:

- Vivienda tipo medio 120 litros/persona/día.
- Escuelas 50 litros/alumno/día.

- Cuarteles 300 litros/persona/día.
- Prisiones 50 litros/persona/día.
- Hospitales (sin incl. Riego y lavandería) 600 litros/persona/día.
- Oficinas 50 litros/persona/día.
- Hoteles:
 - Primera categoría 300 litros/persona/día.
 - Segunda categoría 200 litros/persona/día.
 - Tercera categoría 150 litros/persona/día.
- Jardines 2 litros/persona/día.
- Calles c/pavimentos Asfáltico 1 litro/m²/día.
- Calles empedradas 1.5 litros/m²/día.
- Establecimientos de baño 300 litros por cada baño.
30 litros por cada ducha.
- Lavanderías 35 a 50 litros por kg de ropa seca.

En contraste con nuestra Norma Peruana, el Reglamento Nacional de Edificaciones, por ejemplo para el cálculo de las Dotaciones para viviendas unifamiliares establece en función de los metros cuadrados (m²) de los lotes, los cuales además incluyen dotaciones domésticas y riego de jardines, tal como se muestra a continuación.

TABLA III – 01 DOTACIONES PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES.

Área total del lote en m ²	Dotación L/d
Hasta 200	1500
201 a 300	1700
301 a 400	1900
401 a 500	2100
501 a 600	2200
601 a 700	2300
701 a 800	2400
801 a 900	2500
901 a 1000	2600
1001 a 1200	2800
1201 a 1400	3000
1401 a 1700	3400
1701 a 2000	3800
2001 a 2500	4500
2501 a 3000	5000
Mayores de 3000	5000 más 100 L/d por cada 100 m ² de superficie adicional.

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

3.2.1. CALCULO DE DOTACIONES DE AGUA.

Se tiene los sistemas de agua fría, agua caliente y agua blanda, para los cuales es necesario establecer las dotaciones necesarias, indico además que la dotación de agua blanda será la suma de la dotación de agua caliente y agua blanda neta (el cual considera una dotación instantánea) todo ello considerando los componentes necesarios para el centro de salud de primer nivel de atención Categoría I – 4.

CONSIDERACIONES.

Para obtener el consumo de agua se ha seguido las recomendaciones establecidas en las Normas Técnicas del nuevo Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E.) Peruano.

COMPONENTES

Se considera los siguientes componentes:

1. Hospitales y Clínicas de Hospitalización.
2. Consultorios.
3. Clínicas Dentales.

Adicionalmente teniendo en cuenta que forma parte del consumo de agua, se ha considerado:

4. Lavandería.
5. Cocina, que considera el personal del Centro de Salud.

Con las consideraciones antes mencionadas obtendremos el volumen de almacenamiento que está relacionado a la reserva que tiene que tener la cisterna para dotar de agua fría a los distintos servicios, como también a la reposición del consumo diario desde las redes exteriores de la ciudad.

s) **La dotación de agua para locales de salud** como: hospitales, clínicas de hospitalización, clínicas dentales, consultorios médicos y similares, según la siguiente tabla.

Local de Salud	Dotación
Hospitales y clínicas de hospitalización.	600 L/d por cama.
Consultorios médicos.	500 L/d por consultorio.
Clínicas dentales.	1000 L/d por unidad dental.

El agua requerida para servicios especiales, tales como riego de áreas verdes, viviendas anexas, servicios de cocina y lavandería se calcularán adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma.

*** Dotaciones de agua fría para locales Hospitalarios.**

- Consultorios médicos 500lts/día x consultorio
- Clínicas dentales 1000lts/día x unidad dental

*** Dotaciones de agua fría para locales Hospitalarios.**

- Hospitales y Clínicas de hospitalización. 600lts/día x cama
- Consultorios médicos 500lts/día x consultorio
- Clínicas dentales 1000lts/día x unidad dental.

a) DOTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA FRÍA DURA

El agua fría dura es el agua almacenada, previamente desinfectada que será utilizada en todos los servicios del centro de salud, y su cálculo es el siguiente.

NUMERO DE CAMAS: 14

D1: $14 * 600 = 8400 \text{ L/d}$

NÚMERO DE CONSULTORIOS: 9

D2: $9 * 500 = 4500 \text{ L/d}$

NÚMERO DE UNIDADES DENTALES: 1

D3: $1 * 1000 = 1000 \text{ L/d}$

PARCIAL 01: 13900 L/d

TABLA III – 02. DOTACIÓN DE AGUA FRÍA PARA LOCALES DE SALUD. FUENTE: R.N.E. NORMA IS.010 - DOTACIÓN AGUA FRÍA.

Dotaciones para comedores:

En función a lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones se considera los siguientes.

Área de Comedores en m ²	Dotación
Hasta 40	2000 L
41 a 100	50 L por m ²
Más de 100	40 L por m ²

Área del Comedor en m²: **14 m²**

Dotación 2000 L = Dotación 2 m³

d) La dotación de agua para restaurantes estará en función del área de los Comedores, según la siguiente tabla

Área de los comedores en m ²	Dotación
Hasta 40	2000 L
41 a 100	50 L por m ²
Más de 100	40 L por m ²

TABLA III – 03. DOTACIÓN DE AGUA PARA RESTAURANTES. FUENTE: R.N.E. NORMA IS.010 - DOTACIÓN AGUA FRÍA.

Dotación por Ración – Cocina.

En función a lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones se considera los siguientes:

Descripción	Dotación	Turnos
8 lts/ración	8	3

Número de Raciones: **30**

Dotación 720 lts

Dotación para lavanderías:

En función a lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones se considera los siguientes:

Tipo de local	Dotación
Lavandería	40 L/kg de ropa
Lavandería en seco, tintorerías y similares.	30 L/kg de ropa

En el caso de Centros de Salud se considera lavandería sola.

Cantidad de kg. de ropa. **50** Kg

Dotación 2000 Lts

Dotación 2 m³

t) **La dotación de agua para lavanderías**, lavanderías al seco, tintorerías y similares, según la siguiente tabla.

Tipo de local	Dotación diaria
- Lavandería.	40 L/kg de ropa.
- Lavandería en seco, tintorerías y similares.	30 L/kg de ropa.

TABLA III – 04. DOTACIÓN DE AGUA PARA LAVANDERÍAS. FUENTE: R.N.E. NORMA IS.010 - DOTACIÓN AGUA FRIA.

Dotación para Áreas Verdes:

En función a lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones se considera 2 lts/m² de área verde.

Cantidad de m² por m²: 1080 m²

Dotación: 2160 L Dotación: 2.16 m³

u) **La dotación de agua para áreas verdes** será de 2 L/d por m². No se requerirá incluir áreas pavimentadas, enripiadas u otras no sembradas para los fines de esta dotación.

TABLA III – 05. DOTACIÓN DE AGUA PARA ÁREAS VERDES. FUENTE: R.N.E. NORMA IS.010 - DOTACIÓN AGUA FRIA.

Resumen:		
Descripción	Dotación	m3
Hospitales y Clínicas de Hospitalización	8.4	m3
Consultorio	4.5	m3
Clínicas Dentales	1	m3
Lavandería	2	m3
Comedores	2	m3
Cocina	0.72	m3
Total	18.62	m3

* Nota. No se considera la dotación de áreas verdes para almacenamiento, pues será mediante conexión directa

b) CALCULO DE DOTACIONES DE AGUA CALIENTE:

En función a lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones se considera 2 lts/m² de área verde.

f) **Hospitales, clínicas y similares**, según la siguiente tabla

Hospitales y clínicas con hospitalización.	250 L/d x cama.
Consultorios médicos.	130 L/d x consultorio.
Clínicas dentales.	100 L/d x unidad dental.

TABLA III – 06. DOTACIÓN DE AGUA CALIENTE PARA HOSPITALES, CLÍNICAS Y SIMILARES. FUENTE: R.N.E. NORMA IS.010.

NUMERO DE CAMAS: **14**

D1: $14 * 250 = 3500 \text{ L/d}$

NÚMERO DE CONSULTORIOS: **9**

D2: $9 * 130 = 1170 \text{ L/d}$

NÚMERO DE UNIDADES DENTALES: **1**

D3: $1 * 100 = 100 \text{ L/d}$

PARCIAL 01: 4770 lts/día

DOTACIÓN PARCIAL AGUA CALIENTE: 4.77 M3/día

c) CÁLCULO DE DOTACIONES DE AGUA BLANDA:

El agua blanda es el resultado del ablandamiento del agua dura mediante la separación del ión calcio presente en el agua dura.

Además de ellos en la producción de agua caliente, todos los equipos encargados de producir agua caliente utilizan *Agua Blanda* para su funcionamiento, evitando la formación de capas calcáreas en la tubería y los calderos e intercambiadores de calor, lo que permite mayor vida útil.

El Centro de Salud necesita utilizar agua caliente para los diversos servicios especialmente en la zona de camas de enfermos, en el presente diseño se utiliza agua caliente en las *camas* como referencia en el cálculo del consumo y almacenamiento.

NUMERO DE CAMAS: **14**

D1: $14 * 250 = 3500 \text{ L/d}$

NÚMERO DE CONSULTORIOS: **9**

D2: $9 * 130 = 1170 \text{ L/d}$

NÚMERO DE UNIDADES DENTALES: **1**

D3: $1 * 100 = 100 \text{ L/d}$

PARCIAL 01: 4770 L/d

DOTACIÓN DE AGUA BLANDA PARA AGUA CALIENTE: 4.77 M3/D

Dotaciones Instantáneas de Agua Blanda

Factor de Uso: Es la cantidad de horas efectivas que está en servicio el equipo.

Equipo (ambiente)	lt/seg	Fact. de uso (Horas)	lit	m3
Lavandería	0.7	1.5	3780	3.78
15% Calderos y otros usos	0.15		1.2825	1.283
DOTACIÓN TOTAL NECESARIA PARA AGUA BLANDA:			9.8325	M3/d
			ASUMIDO	10 M3/d

3.3. CÁLCULO Y DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO.

3.3.1. CONSIDERACIONES.

Se ha realizado teniendo en cuenta lo estipulado en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), Norma IS.010.

Existen dos métodos para la determinación de la capacidad de almacenamiento:

- Mediante una curva de demanda (método gráfico)
- Mediante la dotación (práctica usual R.N.E.)

El primer método no es práctico y no se aplica en el diseño, ya que la curva de demanda solo puede ser conocida cuando el edificio ya está construido.

Este método sirve más bien para investigación y poder hacer las variaciones necesarias en el método de la dotación.

Según el ítem **2.4 Almacenamiento y regulación**, de la Norma IS.010 “Instalaciones Sanitarias para Edificaciones” contenida en el acápite III.3 del Título

III del Reglamento Nacional de Edificaciones, **indica para nuestro tema** los siguientes:

- Cuando solo exista tanque elevado, su capacidad sea cuando menos igual al consumo diario, con un mínimo de 1,000 litros.
- Cuando solo exista cisterna, su capacidad será cuando menos igual al consumo diario, con un mínimo de 1,000 litros.
- Cuando se emplee una combinación de cisterna, bombas de elevación y tanque elevado, la capacidad de la cisterna no será menor de las 3/4 partes del consumo diario y la del tanque elevado, no menor de 1/3 de dicho consumo; cada uno de ellos con mínimo de 1,000 litros.

En caso de utilizar sistemas hidroneumáticos, el volumen mínimo será igual al consumo diario con un volumen mínimo de 1,000 litros.

3.3.2. ALMACENAMIENTO DE AGUA FRÍA DURA.

El almacenamiento está relacionado a la reserva que tiene que tener la cisterna para dotar de agua fría dura a los distintos servicios, como también a la dotación para el consumo diario desde las redes de distribución.

La capacidad de la cisterna está en relación con el consumo máximo diario.

30 % más de la dotación.

Volumen de la Cisterna de Agua Dura: $+ 18.62 \cdot 30\% = 24.206 \text{ m}^3/\text{día}$

Capacidad de la Cisterna de Agua Dura: **24.206 m³/día**

Considerado: 25 m³

3.3.3. VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIO

AGUA CONTRA INCENDIO

DOTACIONES:

Para obtener el consumo de agua se ha seguido las Normas Técnicas del Nuevo Reglamento Nacional de Edificaciones. (RNE)

CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIO

Según Reglamento Nacional de Edificaciones, indica lo siguiente:

SISTEMAS:

Los sistemas para combatir incendios son:

- a) Alimentadores y gabinetes contra incendio equipados con mangueras para uso de los ocupantes de la edificación.
- b) Alimentadores y gabinetes contra incendio equipados con mangueras para uso de los ocupantes del edificación y salida contra incendio para ser utilizados por el cuerpo de bomberos de la ciudad.
- c) Alimentadores y mangueras para uso combinado de los ocupantes del edificio y del cuerpo de bomberos.
- d) Rociadores automáticos.
- e) Otros sistemas.

SISTEMA DE TUBERÍA Y DISPOSITIVOS PARA SER USADOS POR LOS OCUPANTES DEL EDIFICIO.

Será obligatorio el sistema de tuberías y dispositivos para ser usado por los ocupantes del edificio, en todo aquel que sea de más de 15 metros de altura o cuando las condiciones de riesgo lo ameritan, debiendo cumplir los siguientes requisitos:

- a) La fuente de agua podrá ser la red de abastecimiento público o fuente propia del edificio, siempre que garantice el almacenamiento previsto en el sistema.
- b) El almacenamiento de agua en la cisterna o tanque para combatir incendios debe ser por lo menos de 25 m³.
- c) Los alimentadores deben calcularse para obtener el caudal que permita el funcionamiento simultáneo de dos mangueras, con una presión mínima de 45m (0.441 MPa) en el punto de conexión de manguera más desfavorable. El diámetro mínimo será de 100 mm (4").
- d) La salida de los alimentadores deberá ser espaciados en forma tal, que todas las partes de los ambientes del edificio puedan ser alcanzadas por el chorro de las mangueras.
- e) La longitud de la manguera será de 30m con diámetro de 40mm (1 ½").
- f) Las bombas de agua contra incendio, deberán llevar control de arranque para funcionamiento automático.

SISTEMA DE TUBERÍA Y DISPOSITIVOS PARA SER USADOS POR EL CUERPO DE BOMBEROS.

Se instalarán sistemas de tuberías y dispositivos para ser usados por el cuerpo de bomberos de la ciudad, en las plantas industriales, edificios de más de 50m de altura y toda otra edificación que por sus características especiales, lo requiera.

Tales sistemas deben cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Se instalarán «siameses inyección» con rosca macho y válvula de retención en sitio accesible de la fachada del edificio para la conexión de las mangueras que suministrarán el agua desde los hidrantes o carros bomba.

- b) Se instalarán alimentadores especiales en forma tal, que todas las partes de los ambientes del edificio puedan ser alcanzadas por el chorro de agua.
- c) Los alimentadores deben calcularse para el caudal de dos salidas y una presión mínima de 45m en el punto de conexión de manguera más desfavorable.
- d) Cuando el almacenamiento sea común para el agua para consumo y la reserva para el sistema contra incendios, deberá instalarse la salida del agua para consumo de manera tal que se reserve siempre el saldo de agua requerida para combatir el incendio.

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones OS.100

Según lo establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones se tiene un volumen de: como mínimo. **25m³**

3.4. SISTEMA DE AGUA FRÍA DURA.

3.4.1. Descripción.

Comprende el abastecimiento de agua para la edificación desde la red pública a la cisterna o al sistema de almacenamiento, de éste al tanque elevado T.E. y posteriormente a toda la red interior de la edificación.

DE LA RED PÚBLICA

El caudal se establece dividiendo el volumen de almacenamiento de la cisterna entre el tiempo de llenado en las que se obtiene la presión máxima y que corresponde a un periodo de consumo de la red pública de 4 ó 6 horas (12 de la noche y 6 de la mañana).

Para el cálculo de la tubería hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Presión de agua en la red pública en el punto de conexión del servicio.

- Altura estática entre la tubería de la red de distribución pública y el punto de entrega en el edificio.
- Las pérdidas por fricción en tubería y accesorios en la línea de alimentación, desde la red pública hasta el medidor.
- La pérdida de carga en el medidor, la que es recomendable que sea menor del 50% de la carga disponible.
- Las pérdidas de carga en la línea de servicio interno hasta el punto entrega a la cisterna.
- Volumen de la cisterna.
- Considerar una presión de salida de agua en la cisterna mínima de 2.00m.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores y los datos de presión en la red pública proporcionados por la Empresa que administra el sistema de agua potable de la ciudad, el problema consiste en calcular el gasto de entrada y la carga disponible seleccionándose luego el medidor, tomando en cuenta que la máxima pérdida de entrada y la carga disponible seleccionándose un medidor, tomando en cuenta que la máxima pérdida de carga que debe consumir el medidor debe ser el 50% de la carga disponible.

Obtenida la verdadera carga del medidor, se obtendrá la nueva carga disponible, procediéndose luego mediante tanteos de diámetros, a seleccionar el más conveniente.

3.4.2. Cálculo y selección de diámetro.

Lo primero que necesitamos es saber que caudal podrá llenar la cisterna en el tiempo conveniente, esto es:

$$Q = \frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo}}$$

Cálculo del Caudal (Q):

Donde:

Q = Caudal (lts/seg.)

V = Volumen (lts.)

t = tiempo (seg.) 4 horas

V= Volumen Cisterna = 42 m³ (42000 lts.)

t= 4*3600=14400 seg.

Reemplazando:

$$Q = \frac{42000lts}{14400seg}$$

$$Q = 2.91lts / seg.$$

Cálculo de la Presión Disponible (Pd):

$$Pd = Pr - Ps - Ht$$

Donde:

Pd = Carga o presión disponible

Pr = Presión otorgada por la red pública

Ps = Presión de salida asignada al apto más desfavorable (R.N.E.)

Ht = Altura estática desde la conexión domiciliaria hasta la cisterna.

Datos: Pr = 16 m. (22.72 lbs/pulg²)

Ps = 2.0 m.

Ht = 2.1 m.

Nota: 1 m.c.a. = 1.42 lbs/pulg²

$$Pd = Pr - Ps - Ht$$

$$Pd = (16 - 2 - 2.1)m; Pd = 11.9 m.c.a. (16.90 lbs/pulg^2).$$

Selección del Medidor:

La máxima pérdida que puede producir el medidor es el 50 % de la carga o presión disponible (Pd), entonces se tiene:

$$Pd = 11.9 \text{ m.c.a.}$$

$$H_{\text{medidor}} = 0.5 * 11.9 \text{ m.c.a.}$$

$$H_{\text{medidor}} = 5.95 \text{ m.c.a. (8.45 lbs/pulg}^2\text{)}$$

Datos de entrada para el ábaco:

$$H_{\text{medidor}} = 8.45 \text{ lbs/pulg}^2$$

$$Q = 2.91 \text{ lts/seg, (1 lts/seg = 15.83 G.P.M.)}; Q = 46.06 \text{ G.P.M.}$$

Del ábaco de medidores y según los datos de entrada se tiene:

DIÁMETRO	PÉRDIDA DE CARGA
1" (25.4 mm)	18.5 lbs/pulg ² = 13.03 m.c.a.
1 ½" (38.1 mm)	5.05 lbs/pulg ² = 3.56 m.c.a.
2" (50.8 mm)	2.05 lbs/pulg ² = 1.44 m.c.a.

TABLAS Y ABACOS MAS UTILIZADOS EN EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS



PERDIDA DE PRESION EN MEDIDOR TIPO DISCO

Diagrama N° 02.

Como: $P_{carga\ 1\ 1/2"} = 3.56\ m.c.a. \leq P_{medidor} = 5.95\ m.c.a.$ OK!

Por lo tanto seleccionamos el diámetro del medidor de 1 1/2".

Y la nueva presión disponible final (P_{df}) será: $11.9 - 3.56\ m.c.a. = 8.34\ m.c.a.$

Selección del Diámetro de la Tubería:

De los cálculos anteriores tenemos:

$Q = 2.91\ lts/seg.$

Presión disponible = Presión disponible final en la red

Presión disponible = 8.34 m.c.a.

Longitud Total = $L_{física} + L_{equivalente}$ (Accesorios y válvulas)

Las pérdidas por accesorios se calcularán usando la siguiente tabla, la cual nos indica la longitud equivalente.

CODO DE 45°		CODO DE 90°		TEE		VÁLVULA COMPUERTA	
Ø (Pulg.)	Long. Equivalente(m)	Ø (Pulg.)	Long. Equivalente(m)	Ø (Pulg.)	Long. Equiv. (m)	Ø (Pulg.)	Long. Equiv. (m)
1/ 2	0.248	1/ 2	0.443	1/ 2	1.064	1/ 2	0.112
3/4	0.383	3/4	0.648	3/4	1.554	3/4	0.164
1	0.477	1	0.852	1	2.045	1	0.216
1 1/4	0.611	1 1/4	1.091	1 1/4	2.618	1 1/4	0.278
1 1/2	0.725	1 1/2	1.295	1 1/2	3.109	1 1/2	0.328
2	0.954	2	1.704	2	4.091	2	0.432
2 1/2	1.023	2 1/2	2.184	2 1/2	5.154	2 1/2	0.544

FUENTE: Instalaciones Sanitarias en Edificaciones - Ing. Enrique Jimeno Blasco

TABLA III – 07. LONGITUD EQUIVALENTE DE ACCESORIOS.

Asumiendo un diámetro de 1 1/2”.

Longitud equivalente por accesorios.

1 válvula de compuerta 1 1/2" = 0.328 m.

3 codos de 90° 1 1/2" (3*1.295) = 3.885 m.

Longitud Equivalente = 4.213 m.

Luego la Longitud total es:

Longitud Total = Lfisica + Lequivalente (Accesorios y válvulas)

Longitud Total = 4.2 + 4.213m. = 8.413 m.

S = Presión Disponible/Longitud Total

S = 8.34/8.413 = 0.991323m/m

S = 991.323 milésimos

Utilizando la fórmula de Hazen Williams:

En función de L y h y SI de unidades

$$h = 10.674 * \left(\frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.871}} \right) * L$$

$$D = \left(\frac{10.674}{S} \right)^{1/4.87} (Q/C)^{1.852/4.87}$$



Donde:

$h =$	<i>pérdida de carga o de energía (m)</i>	$H_t = 8.34$
$Q = 0.00291$	<i>caudal (m³/s)</i>	
$C = 150$	<i>coeficiente de rugosidad (adimencional)</i>	
$D = 0.0381$	<i>diámetro interno de la tubería (m)</i>	
$L = 8.413$	<i>Longitud de la Tubería (m)</i>	$D = 1.500$ pulg
$S =$	<i>Pendiente en m/m</i>	<i>Diam. Comercial en pulg</i>

Recalculando "h"

"h" = **1.38** m

Recalculando "S" $S = "h"/L$

S = 0.164 m/m

Calculando "v"

$Q = V \cdot A$ Por Continuidad Utilizando la fórmula de Hazen & Williams

$V = 4Q / (3.14 \cdot D^2)$ $V = 0.8494 \cdot C \cdot (S^{0.54}) \cdot (D/4)^{0.63}$

$V = 2.55$ m/s

$V = 2.55$ m/s

Finalmente: Como $H_t = 8.34 > 1.38$ ok

El Diámetro de la tubería es: 1 1/2 pulg.

RESUMEN	
Diámetro del Medidor	1 1/2 pulg.
Diámetro de la tubería de alimentación	1 1/2 pulg.

3.5. SISTEMA DE AGUA FRÍA FILTRADA.

3.5.1. Descripción:

El Sistema de Agua que se utilizará en toda la red dentro del centro de Salud será de Agua Filtrada.

La **Filtración** es un proceso que consiste en la remoción de partículas que no alcanzaron a sedimentar haciendo pasar el agua a través de un material poroso.

El medio poroso más utilizado es la arena colocada sobre una capa de grava.

Los fenómenos que ocurren durante el proceso de filtración son los siguientes.

- a. Una acción mecánica de colado o cernido a través de los poros de la arena.
- b. La sedimentación de las partículas sobre los granos de arena, y
- c. Una serie de complejos fenómenos ocasionados por las diferencias de cargas eléctricas entre los elementos involucrados, por la temperatura, por la fuerza del agua al atravesar la arena, y por los microorganismos que se pueden desarrollar en la arena dependiendo de la velocidad del agua (filtros lentos).

El sistema a emplearse en nuestro caso será el de **Filtros rápidos a presión**, en principio son iguales a los filtros por gravedad, pero sus sistemas de drenaje, grava y lecho de arena están colocados en un cilindro de acero, en

posición horizontal o vertical y diseñados para soportar presiones de agua de alrededor de 150 libras por pulgada cuadrada, ó 10 atmosferas.

La mezcla, floculación y sedimentación se efectúa por gravedad, bombeándose luego el agua sedimentada a los filtros.

Se proveerán dos equipos de filtrado rápido a presión para su uso alternado de los mismos, en la ubicación, distribución y con los equipos de bombeo según lo mostrado en los planos.

Los filtros serán de arena a presión, contruidos en planchas de acero rolado y soldadura eléctrica, con tapas bombeadas tipo torriesférico y rebordeadas de las siguientes características:

Tipo	:	Vertical
Control	:	Semiautomático
Lavado	:	Por el contra flujo
Presión de trabajo	:	50 PSI (lib/pulg2)
Presión de diseño	:	150 PSI (lib/pulg2)
Elementos Filtrantes	:	Grava, gravilla y arena fina.
Protección	:	Pintura exterior, dos capas de pintura anticorrosiva y dos de esmalte. Pintura interior epóxica.
Soporte	:	3 patas metálicas.
Válvula multipar	:	2"

Manómetros de presión 0 – 100 PSI (2 unidades)

Lecho de grava de diferentes granulometrías.

Lecho filtrante de granulometría filtrante uniforme para un flujo de 3 G.P.M./pie²

Sistema colector P.V.C.

Sistema distribuidor – colector P.V.C.

Entrada que se cerrará herméticamente por medio de pernos y trampa.

Visor de limpieza.

Medidor de caudal.

La red general de agua fría filtrada será de PVC-SAP, instalada de forma visible y por el piso. La red y puntos de agua fría empotrados en los muros.

3.5.2. Relación de Aparatos Sanitarios en el Centro de Salud.

Incluye el listado completo de los equipos que se consideran en c/u de ellos con indicación de su nombre.

Se ha utilizado las claves convencionales de Es Salud que ya fueron usadas por el suscrito en Equipamientos realizados anteriormente.

Se adjunta el Cuadro de las claves de los equipos usados en los planos para una mejor comprensión de dichos planos.

	CLAVE	DESCRIPCIÓN
LAVATORIOS ESPECIALES	A-2	Lavatorio de porcelana o loza vitrificada, con grifería control de codo o muñeca. Agua fría
	A-2A	Lavatorio de porcelana o loza vitrificada, con grifería control de codo o muñeca. agua fría / agua caliente
	A-3	Lavatorio de porcelana o loza vitrificada, con grifería control de mano agua fría
LAVADERO	B-1	Lavadero de acero inoxidable de 18" x 20" aprox. de una poza. agua fría
	B-1A	Lavadero de acero inoxidable de 18" x 20" aprox. de una poza. agua fría / agua caliente
	B-9	Lavadero de acero inoxidable de 19" x 37" aprox., de una poza con escurridero. agua fría
	B-9A	Lavadero de acero inoxidable de 19" x 37" aprox., de una poza con escurridero. agua fría / agua caliente
	B-13A	Lavadero de acero inoxidable de 21" x 54" aprox., de dos pozas con triturador en una de ellas y escurridero. Agua fría / agua caliente.
	B-50	Botadero clínico de porcelana o loza vitrificada, con limpiado de chatas, salida de desagüe. Colocado en piso
	B-102	lavadero de acero inoxidable para cirujano de una sola poza, bordes y esquinas redondeadas, fabricado en plancha pulida para facilitar su limpieza gauge 15 respaldo contra salpicaduras de 30 cm. Colocado en piso.
OTROS	C-1	Inodoro de porcelana o loza vitrificada con válvula fluxométrica
	C-9	Urinario de porcelana o loza vitrificada de pared
	F-1	Ducha con grifería para agua fría y agua caliente
PLACA	J-2	Tanque de revelado manual de películas radiográficas, agua fría y caliente
EQUIPOS ESPECIALES	S-3	Esterilizador Dental
	S-7	Lavachata con generador de vapor
	S-9	Autoclave eléctrica con generador a vapor
	S-62	Esterilizador lavadora desinfectadora eléctrica de doble puerta con generador Eléctrico
	PR - 01	Poza de remojo
	U-3	Salida Consultorio Dental

RELACIÓN DE EQUIPOS, CLAVES Y UNIDADES GASTO

	CLAVE	UG-AF	UG-AC	UG-A. BLANDA
LAVATORIOS ESPECIALES	A-2	2		
	A-2A	1.5	1.5	
	A-3	2		
LAVADERO	B-1	3		
	B-1A	2	2	
	B-9	3		
	B-9A	2	2	
	B-13A	4	4	
	B-50	8	1.5	
	B-102	2	2	
OTROS	C-1	8		
	C-9	5		
	F-1	3	3	
PLACA	J-2	1.5	1.5	
EQUIPOS ESPECIALES	S-3			3
	S-7	3	3	3
	S-9			3
	S-62	3	3	3
	PR - 01		3	3
	U-3	1.5		

3.5.3. Cálculo Y Diseño De Las Redes Interiores.

La elaboración del proyecto de un sistema de abastecimiento de agua potable para una edificación debe contener varias etapas; toma de información, obtención de la factibilidad de servicio del concesionario de la ciudad, predimensionamiento, anteproyecto o diseño preliminar, cálculo preliminar, diseño definitivo y calculo definitivo.

Toma de información. Al iniciar un proyecto se deberá obtener la mayor información posible a la edificación.

- Ubicación mediante plano.
- Tipo de edificación.
- Usos.
- Proyecto arquitectónico.
- Cuadro de áreas.
- Requerimientos especiales de agua.
- Tipo de aparatos sanitarios y grifería a utilizar.
- Otros.

Obtención de la Factibilidad del Servicio. Depende del concesionario, obteniéndose datos del lugar de la toma o conexión domiciliaria y la presión promedio en la zona.

Predimensionamiento, diseño y cálculo preliminar. Se realiza utilizando la normatividad vigente y formulas hidráulicas racionales.

Adicionalmente nuestro diseño debe ser funcional para todos los aparatos sanitarios que contenga la edificación y cuyo uso sea tenga un funcionamiento correcto, notamos en nuestro proyecto que la cantidad de agua fría, caliente, blanda y demás; dependen del tipo de edificación y de la zona, del uso y de la hora del día. El sistema debe llenar los requisitos de capacidad suficiente en todas sus partes: tuberías, bombas, tanques de almacenamiento, etc. para satisfacer las demandas máximas.

Para determinar los caudales correspondientes a la máxima demanda simultanea de cada tramo de la red, utilizaremos el método más utilizado para el cálculo de las redes de distribución interior de agua que es el método de **Roy B. Hunter** o el método de gastos probables, que se basa en asignar a cada uno de los aparatos sanitarios una cantidad de unidades gasto o peso determinados experimentalmente, equivalentes a 25 litros por minuto ó 0.47 litros por segundo (7.48 g.p.m.) y establecer una relación probabilística entre la simultaneidad de uso de una determinada cantidad de aparatos y un caudal como máxima demanda simultánea.

Este método considera que cuanto mayor es el número de aparatos sanitarios, la proporción de uso simultáneo disminuye, por lo que cualquier gasto adicional que sobrecargue el sistema rara vez se notara; mientras que si se trata de sistemas con muy pocos aparatos sanitarios, la sobrecarga puede producir condiciones inconvenientes de funcionamiento.

Para estimar la máxima demanda de agua en un edificio debe tenerse en cuenta si el tipo de servicio que van a prestar los aparatos es público o privado.

Aparatos de uso público: cuando se encuentran ubicados en baños de servicio público, es decir varias personas pueden ingresar al baño y utilizar diferentes aparatos sanitarios, en este caso se considera separadamente a cada tipo de aparato sanitario, multiplicado por el número total por el peso correspondiente que se indica en la tabla III – 08 y obteniéndose un valor total de unidades de gasto, el que se llevara a la tabla III – 09, en donde se obtendrá la máxima demanda simultánea en litros por segundo.

TABLA III – 08.
UNIDADES DE GASTO PARA EL CÁLCULO DE LAS
TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN LOS
EDIFICIOS (APARATOS DE USO PÚBLICO)

Aparato sanitario	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Inodoro	Con tanque – descarga reducida.	2,5	2,5	-
Inodoro	Con tanque.	5	5	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática.	8	8	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	4	4	-
Lavatorio	Corriente.	2	1,5	1,5
Lavatorio	Múltiple.	2(*)	1,5	1,5
Lavadero	Hotel restaurante.	4	3	3
Lavadero	-	3	2	2
Ducha	-	4	3	3
Tina	-	6	3	3
Urinario	Con tanque.	3	3	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática.	5	5	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	2,5	2,5	-
Urinario	Múltiple (por ml)	3	3	-
Bebedero	Simple.	1	1	-
Bebedero	Múltiple	1(*)	1(*)	-

FUENTE: R.N.E. Título III. Instalaciones Sanitarias
Anexo N° 02

- **Aparatos de uso privado:** se presenta cuando los baños, son de uso privado o más limitado, en este caso se considera cada ambiente o aparato de este uso y se multiplica por su factor de peso indicado en la tabla III – 09. El total de unidades de gasto obtenidas se llevan a la tabla III – 10 donde se obtiene la máxima demanda simultánea.

TABLA III – 09.
UNIDADES DE GASTO PARA EL CÁLCULO DE LAS
TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN LOS
EDIFICIOS (APARATOS DE USO PRIVADO)

Aparato sanitario	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Inodoro	Con tanque – descarga reducida.	1,5	1,5	-
Inodoro	Con tanque.	3	3	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática.	6	6	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	3	3	-
Bidé		1	0,75	0,75
Lavatorio		1	0,75	0,75
Lavadero		3	2	2
Ducha		2	1,5	1,5
Tina		2	1,5	1,5
Urinario	Con tanque	3	3	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática.	5	5	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	2,5	2,5	-
Urinario	Múltiple (por m)	3	3	-

FUENTE: R.N.E. Título III.3 Instalaciones Sanitarias
Anexo N° 01

Al aplicarse el método debe tomarse en cuenta si los aparatos son de tanque o de válvula (fluxómetro), pues tienen diferentes unidades de gasto de acuerdo al tipo de aparato sanitario.

Una vez calculada el total de unidades de gasto, se podrán determinar “los gastos probables” para la aplicación del Método Hunter.

El diseño de redes de agua fría está supeditado a efectuar las conexiones a cada uno de los aparatos sanitarios ubicados dentro de los

baños públicos o privados a los que aisladamente se encuentran fuera de ellos.

TABLA III – 10.
GASTOS PROBABLES PARA APLICACIÓN DEL
MÉTODO DE HUNTER

N° de unidades	Gasto Probable		N° de unidades	Gasto Probable		N° de unidades	Gasto Probable
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula		
3	0,12	-	120	1,83	2,72	1100	8,27
4	0,16	-	130	1,91	2,80	1200	8,70
5	0,23	0,91	140	1,98	2,85	1300	9,15
6	0,25	0,94	150	2,06	2,95	1400	9,56
7	0,28	0,97	160	2,14	3,04	1500	9,90
8	0,29	1,00	170	2,22	3,12	1600	10,42
9	0,32	1,03	180	2,29	3,20	1700	10,85
10	0,43	1,06	190	2,37	3,25	1800	11,25
12	0,38	1,12	200	2,45	3,36	1900	11,71
14	0,42	1,17	210	2,53	3,44	2000	12,14
16	0,46	1,22	220	2,60	3,51	2100	12,57
18	0,50	1,27	230	2,65	3,58	2200	13,00
20	0,54	1,33	240	2,75	3,65	2300	13,42
22	0,58	1,37	250	2,84	3,71	2400	13,86
24	0,61	1,42	260	2,91	3,79	2500	14,29
26	0,67	1,45	270	2,99	3,87	2600	14,71
28	0,71	1,51	280	3,07	3,94	2700	15,12
30	0,75	1,55	290	3,15	4,04	2800	15,53
32	0,79	1,59	300	3,32	4,12	2900	15,97
34	0,82	1,63	320	3,37	4,24	3000	16,20
36	0,85	1,67	340	3,52	4,35	3100	16,51
38	0,88	1,70	380	3,67	4,46	3200	17,23
40	0,91	1,74	390	3,83	4,60	3300	17,85
42	0,95	1,78	400	3,97	4,72	3400	18,07
44	1,00	1,82	420	4,12	4,84	3500	18,40
46	1,03	1,84	440	4,27	4,96	3600	18,91

FUENTE: R.N.E. Título III.3 Instalaciones Sanitarias
Anexo N° 03

Según el ítem **2.3 Red de Distribución**, de la Norma IS.O10 “Instalaciones Sanitarias para edificaciones” contenida en el acápite III.3 del Título III del Reglamento Nacional de Edificaciones, **indica para nuestro tema** lo siguiente criterios a considerar:

- Los diámetros de las tuberías de distribución se calcularán con el método Hunter (Método de Gastos Probables), salvo aquellos establecimientos en donde se demande un uso simultáneo, que se determinará por el método

de consumo por aparato sanitario. Para dispositivos, aparatos o equipos especiales, se seguirá la recomendación de los fabricantes.

- La presión estática máxima no debe ser superior a 50 m de columna de agua (0,490 MPa).
- La presión mínima de salida de los aparatos sanitarios será de 2 m de columna de agua (0,020 MPa) salvo aquellos equipados con válvulas semiautomáticas, automáticas o equipos especiales en los que la presión estará dada por las recomendaciones de los fabricantes, los cuales oscilan entre 5 m.c.a. – 12 m.c.a. y cuyo valores de uso común son 6 m.c.a. – 7 m.c.a.
- Las tuberías de distribución de agua para consumo humano enterradas deberán alejarse lo más posible de los desagües; por ningún motivo esta distancia será menor de 0,50 m medida horizontal, ni menos de 0,15 m por encima del desagüe. Cuando las tuberías de agua para consumo humano crucen redes de aguas residuales, deberán colocarse siempre por encima de éstos y a una distancia vertical no menor de 0,15 m. Las medidas se tomarán entre tangentes exteriores más próximas.
- Para el cálculo del diámetro de las tuberías de distribución, la velocidad mínima será de 0,60 m/s y la velocidad máxima según la siguiente tabla.
Tabla III – 11.

TABLA III – 11 RELACIÓN DIÁMETRO Y VELOCIDAD.

Diámetro(mm)	Velocidad máxima(m/s)
15 (1/2")	1,90
20 (3/4")	2,20
25 (1")	2,48
32 (1 ¼")	2,85
40 y mayores (1 ½" y mayores).	3,00

**FUENTE: R.N.E. Título III.3 Instalaciones Sanitarias 2.3
Red de distribución. inciso f.**

- Las tuberías de agua fría deberán ubicarse teniendo en cuenta el aspecto estructural y constructivo de la edificación, debiendo evitarse cualquier daño o disminución de la resistencia de los elementos estructurales.
- Las tuberías verticales deberán ser colocadas en ductos o espacios especialmente previstos para tal fin y cuyas dimensiones y accesos deberán ser tales que permitan su instalación, revisión, reparación, remoción y mantenimiento.
- Se podrá colocar en el mismo ducto la tubería de agua fría y agua caliente siempre que exista una separación mínima de 0.15 m entre sus generatrices más próximas.
- Las tuberías colgadas o adosadas deberán fijarse a la estructura evitando que se produzcan esfuerzos secundarios en las tuberías.
- Las tuberías enterradas deberán colocarse en zanjas de dimensiones tales que permitan su protección y fácil instalación.

Procedimiento de cálculo

1. Revisar los planos en planta e identificar los aparatos sanitarios que se sugieren en los planos o por el área de arquitectura. Adicionar, disminuir, o corregir el tipo de aparato sanitario para el tipo de instalación, esto depende de la experiencia en proyectos en el área de salud.
2. Ubicar los ductos adecuados y necesarios para las camadas de tuberías, esto en coordinación con los distintos equipos de trabajo según las especialidades de los mismos.
3. Distribuir la posición de las tuberías en los ductos, tiene que entenderse que habrá ductos en los cuales no solo se presentarán tuberías de agua

(ya sea fría, caliente, recirculación) sino también de desagüe, ventilación, comunicación y eléctricas.

4. Asignar las Unidades Gasto para cada aparato sanitario en los planos en planta.

5. Construir los planos isométricos de la red de agua en el cual pueda identificarse los puntos de entrega al grupo de aparatos sanitarios por niveles y en cada ducto en donde se encuentre la red.

6. Sumar las Unidades Gasto en las montantes y del más lejano hasta el más próximo ir acumulando las Unidades Gasto, y de esta manera tener el total por montante y por nivel.

7. Ubicar el punto más desfavorable y ver que se cumpla que la presión no debe ser menor a la mínima exigida según el R.N.E. y/o según las especificaciones de cada aparato sanitario; siendo este el más alejado horizontalmente y el más alto con respecto a la cota del tanque elevado.

8. Con los tramos establecidos en los planos de planta e isométrico, calculamos las Unidades Gasto por Tramos.

9. Con las Unidades Gasto Calculamos el caudal para cada aparato sanitario, para cada tramo, montante, y el final acumulado, teniendo en cuenta si es de uso público o privado.

10. Suponiendo una velocidad promedio de 2 m/s calculamos el Diámetro y lo aproximamos a uno comercial (al inmediato superior).

11. Calculamos la longitud física de la tubería, también la longitud equivalente (20% de la longitud física) y la longitud total (suma de la longitud física y longitud equivalente).

12. Con el diámetro comercial recalculamos la velocidad.

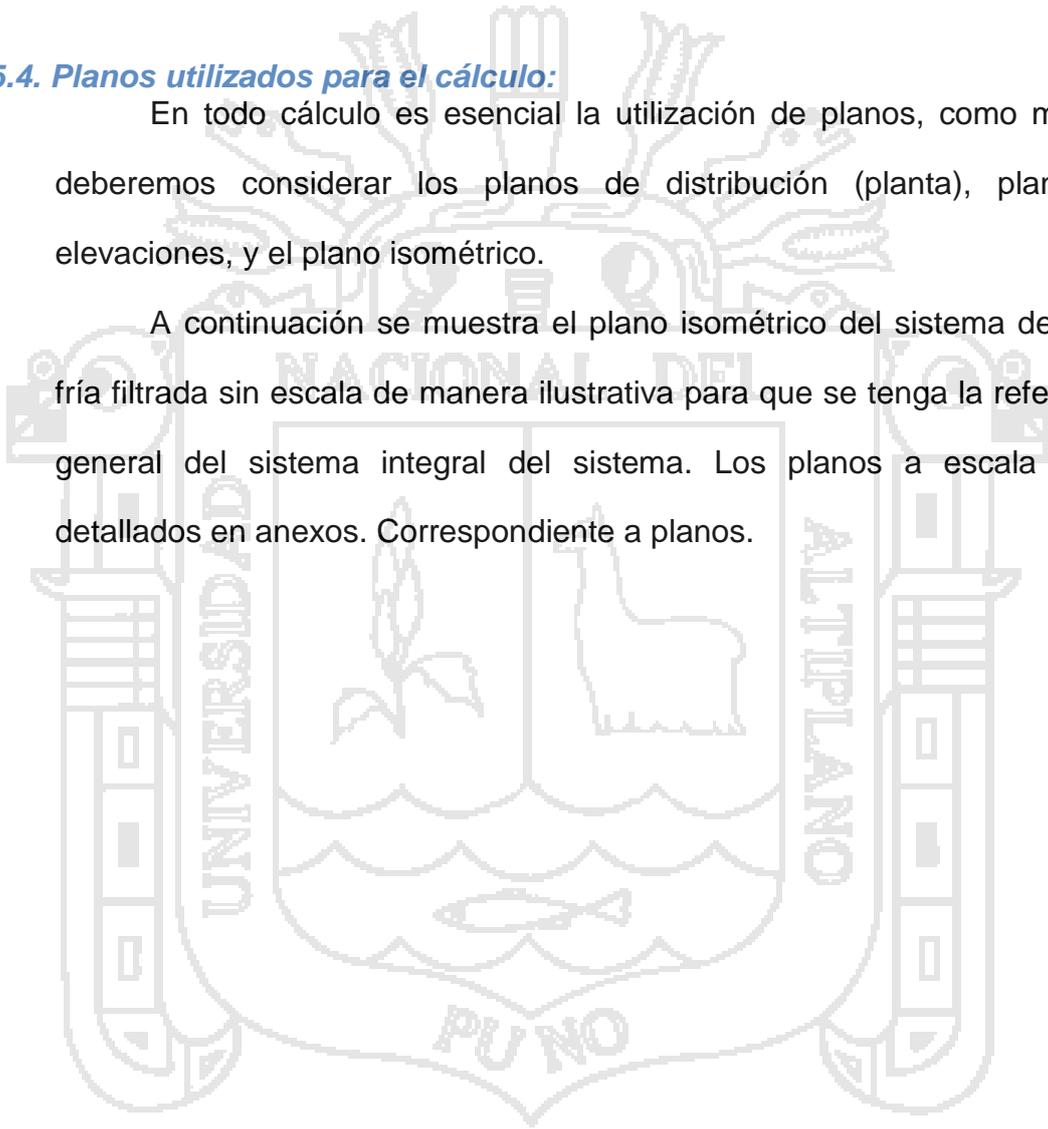
13. Con la longitud, velocidad y diámetros recalculados y con la fórmula de Darcy – Weisbach (fórmula más exacta para el cálculo hidráulico) calculamos la pérdida de energía.

14. Considerando la Presión inicial o Estática y descontando las pérdidas de energía hallamos la presión final o disponible.

3.5.4. Planos utilizados para el cálculo:

En todo cálculo es esencial la utilización de planos, como mínimo deberemos considerar los planos de distribución (planta), plano de elevaciones, y el plano isométrico.

A continuación se muestra el plano isométrico del sistema de agua fría filtrada sin escala de manera ilustrativa para que se tenga la referencia general del sistema integral del sistema. Los planos a escala están detallados en anexos. Correspondiente a planos.



LISTADO DE APARATOS SANITARIOS

	CLAVE	DESCRIPCION	UG-AF	UG-AC	UG-AF BLAN
LAVATORIOS	A-2	Lavatorio de porcelana o loza vitrificada, con grifería control de codo o muñeca. Agua fría	2		
	A-2A	Lavatorio de porcelana o loza vitrificada, con grifería control de codo o muñeca. agua fría / agua caliente	1.5	1.5	
	A-3	Lavatorio de porcelana o loza vitrificada, con grifería control de mano agua fría	2		
LAVADEROS ESPECIALES	B-1	Lavadero de acero inoxidable de 18" x 20" aprox. de una poza. agua fría	3		
	B-1A	Lavadero de acero inoxidable de 18" x 20" aprox. de una poza. agua fría / agua caliente	2	2	
	B-9	Lavadero de acero inoxidable de 19" x 37" aprox., de una poza con escurridero. agua fría	3		
	B-9A	Lavadero de acero inoxidable de 19" x 37" aprox., de una poza con escurridero. agua fría / agua caliente	2	2	
	B-13A	Lavadero de acero inoxidable de 21" x 54" aprox., de dos pozas con triturador en una de ellas y escurridero. Agua fría / agua caliente.	4	4	
	B-50	Botadero clínico de porcelana o loza vitrificada, con limpiado de chatas, salida de desagüe. Colocado en piso	8	1.5	
	B-102	lavadero de acero inoxidable para cirujano de una sola poza, bordes y esquinas redondeadas, fabricado en plancha pulida para facilitar su limpieza gauge 15 respaldo contra salpicaduras de 30 cm. Colocado en piso.	2	2	
OTROS	C-1	Inodoro de porcelana o loza vitrificada con válvula fluxométrica	8		
	C-9	Urinario de porcelana o loza vitrificada de pared	5		
	F-1	Ducha con grifería para agua fría y agua caliente	3	3	
PLACA	J-2	Tanque de revelado manual de películas radiográficas, agua fría y caliente	1.5	1.5	
EQUIPOS ESPECIALES	S-3	Esterilizador Dental			3
	S-7	Lavachata con generador de vapor	3	3	3
	S-9	Autoclave eléctrica con generador a vapor			3
	S-62	Esterilizador lavadora desinfectadora eléctrica de doble puerta con gen. Eléc.	3	3	3
	PR - 01	Poza de remojo		3	3

**TABLA DE DENSIDAD RELATIVA Y VISCOSIDAD CINEMÁTICA
EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA**

$$Re = V*D/v$$

Donde: V = Velocidad media (m/seg.)
 D = Diámetro de la tubería (m)
 v = Viscosidad cinemática (m²/seg.)

El valor de la Viscosidad cinemática depende de la temperatura, conforme a la siguiente tabla.

Densidad Relativa y Viscosidad Cinemática del Agua			
Temperatura °C	Densidad Relativa Adimensional	Viscosidad Cinemática m ² /seg.	
5	1.000	1.520	*10 ⁻⁶
10	1.000	1.308	*10 ⁻⁶
15	0.999	1.142	*10 ⁻⁶
20	0.998	1.007	*10 ⁻⁶
25	0.997	0.897	*10 ⁻⁶
30	0.995	0.804	*10 ⁻⁶
35	0.993	0.727	*10 ⁻⁶
40	0.991	0.661	*10 ⁻⁶
50	0.990	0.556	*10 ⁻⁶
65	0.980	0.442	*10 ⁻⁶

Fuente: Mecanica de los Fluidos e Hidraulica - Giles - Evett - Liu.



RED AGUA FRIA

C = 150 \sqrt{v} = 0.0000001142

TRAMO	De	A	UG	Gasto en lbs	Gasto Inst	Gasto en ft/s	Gasto en m3/s	Veloc. Planta	Diam. Interno (mm)	Diam. Nominal	Diamt (m)	Long. Real	Long. Equiva lente	Long. Total	V (m/seg)	Re	f	Hf	Altura estatica	P inic	P fin	Presiones
-------	----	---	----	--------------	------------	---------------	---------------	---------------	--------------------	---------------	-----------	------------	--------------------	-------------	-----------	----	---	----	-----------------	--------	-------	-----------

CALCULO DE REDES PRINCIPALES EN TECHOS

TE	A	507.0	5.35	0.52	5.87	0.006	2.0	61.11	66.00	2 1/2"	0.0660	16.42	3.28	19.71	1.71	99085.38	0.0178	0.80	6.70	0.00	5.90	5.90
A	B	468.00	5.12	0.52	5.64	0.006	2.0	59.92	66.00	2 1/2"	0.0660	2.30	0.46	2.76	1.65	92268.29	0.0180	0.10	0.00	5.90	5.80	5.80
B	C	293.00	4.07	0.52	4.59	0.005	2.0	54.03	54.20	2"	0.0542	11.72	2.34	14.06	1.99	94316.74	0.0181	0.94	0.00	5.80	4.86	4.86
C	D	104.00	2.58	0.52	2.58	0.003	2.0	40.54	43.40	1 1/2"	0.0434	11.64	2.33	13.97	1.74	66314.67	0.0197	0.98	0.00	4.86	3.87	3.87
D	01X	87.50	2.40	0.52	2.40	0.002	2.0	39.08	43.40	1 1/2"	0.0434	17.50	3.50	21.00	1.62	61617.16	0.0201	1.50	0.00	3.87	2.57	2.57
B	E	179.00	3.17	0.52	3.17	0.003	2.0	44.92	54.20	2"	0.0542	9.64	1.93	11.57	1.87	62211.55	0.0198	0.41	0.00	5.80	5.39	5.39
E	F	134.00	2.82	0.52	2.82	0.003	2.0	42.35	43.40	1 1/2"	0.0434	2.77	0.55	3.33	1.90	73364.52	0.0193	0.27	0.00	5.39	5.12	5.12
F	G	104.00	2.58	0.52	2.58	0.003	2.0	40.54	43.40	1 1/2"	0.0434	1.50	0.30	1.80	1.74	66314.67	0.0197	0.13	0.00	5.12	4.99	4.99
G	H	94.50	2.48	0.52	2.48	0.002	2.0	39.76	43.40	1 1/2"	0.0434	5.51	1.10	6.61	1.68	63795.75	0.0199	0.44	0.00	4.99	4.56	4.56
H	I	45.00	1.86	0.52	1.86	0.002	2.0	34.40	38.00	1 1/4"	0.0380	0.30	0.06	0.36	1.64	54525.73	0.0207	0.03	0.00	4.56	4.53	4.53
I	09X	32.50	1.60	0.52	1.60	0.002	2.0	31.93	38.00	1 1/4"	0.0380	7.99	1.60	9.58	1.41	46984.82	0.0215	0.55	0.00	4.53	3.98	3.98
F	F	25.00	1.43	0.52	1.43	0.001	2.0	30.15	38.00	1 1/4"	0.0380	2.15	0.43	2.58	1.26	41882.88	0.0221	0.12	0.00	5.12	5.00	5.00
A	10X	25.00	1.43	0.52	1.43	0.001	2.0	30.15	38.00	1 1/4"	0.0380	21.52	4.30	25.82	1.26	41882.88	0.0221	1.21	0.00	5.90	4.69	4.69

CALCULO DE ALIMENTADORES

CALCULO DE ALIMENTADORES - RED MAYOR

DUCTO 01

01X	01Y	87.50	2.40	0.52	2.40	0.002	2.0	39.08	43.40	1 1/2"	0.0434	4.00	0.80	4.80	1.62	61617.16	0.0201	0.30	3.40	2.57	5.67	5.67
01Y	01Z	71	2.20	0.52	2.20	0.002	2.0	37.41	38.00	1 1/4"	0.0380	4.00	0.80	4.80	1.94	64508.29	0.0199	0.48	3.70	5.67	8.89	8.89

DUCTO 02

C	02Y	189	3.25	0.52	3.77	0.004	2.0	48.98	54.20	2"	0.0542	5.35	1.07	6.42	1.63	77522.99	0.0190	0.31	3.40	4.86	7.95	7.95
02Y	02Z	98	2.53	0.52	3.05	0.003	2.0	44.03	54.20	2"	0.0542	4.00	0.80	4.80	1.32	62652.58	0.0200	0.16	3.70	7.95	11.49	11.49

DUCTO 03

D	03Y	16.5	1.22	0.52	1.22	0.001	2.0	27.86	29.40	1"	0.0294	5.35	1.07	6.42	1.80	46236.98	0.0216	0.77	3.40	3.87	6.50	6.50
---	-----	------	------	------	------	-------	-----	-------	-------	----	--------	------	------	------	------	----------	--------	------	------	------	------	------

DUCTO 04

E	04Y	47	1.90	0.52	1.90	0.002	2.0	34.77	38.00	1 1/4"	0.0380	5.35	1.07	6.42	1.67	55729.96	0.0206	0.50	3.40	5.39	8.29	8.29
04Y	04Z	4	0.15	0.52	0.15	0.000	2.0	9.74	12.70	1/2"	0.0127	4.00	0.80	4.80	1.18	13071.79	0.0296	0.79	3.70	8.29	11.21	11.21



RED AGUA FRIA

C = 150 $\nu = 0.000001142$

TRAMO	De	A	UG	Gasto en lps	Gasto Inst	Gasto en l/s	Gasto en m ³ /s	Veloc. Planteada	Diam tentat mm	Diametr o Interno (mm)	Diam. Nominal	Diamt (m)	Long Real	Long Equivalente	Long Total	V (m/seg)	Re	f	Hf	Altura estatica	Presiones	
																					P inic	P fin

DUCTO 05

F	25	1.43	0.001	2.0	30.15	58.00	1.14"	0.0380	5.35	1.07	6.42	1.26	41882.88	0.0221	0.30	0.00	5.00	4.69
F	05Y	12.5	1.12	0.001	2.0	26.72	29.40	0.0294	4.00	0.80	4.80	1.65	42520.58	0.0220	0.50	3.40	4.69	7.59

DUCTO 06

G	06Y	20.5	1.32	0.001	2.0	28.96	29.40	0.0294	5.35	1.07	6.42	1.94	49933.38	0.0212	0.89	3.40	4.99	7.50
---	-----	------	------	-------	-----	-------	-------	--------	------	------	------	------	----------	--------	------	------	------	------

DUCTO 07

I	07Y	12.5	1.12	0.001	2.0	26.72	29.40	0.0294	5.35	1.07	6.42	1.65	42520.58	0.0220	0.67	3.40	4.33	7.26
---	-----	------	------	-------	-----	-------	-------	--------	------	------	------	------	----------	--------	------	------	------	------

DUCTO 08

H	08Y	49.5	1.94	0.002	2.0	35.13	38.00	1.14"	0.0380	5.35	1.07	6.42	1.171	56856.02	0.0205	0.52	3.40	4.56	7.44
08Y	08Z	24.5	1.42	0.001	2.0	30.02	38.00	1.14"	0.0380	4.00	0.80	4.80	1.25	41523.46	0.0222	0.22	3.70	7.44	10.92

DUCTO 09

I	09Y	32.5	1.60	0.002	2.0	31.95	38.00	1.14"	0.0380	5.35	1.07	6.42	1.41	46984.82	0.0215	0.37	3.40	4.53	7.56
09Y	09Z	20	1.31	0.001	2.0	28.82	29.40	0.0294	4.00	0.80	4.80	1.92	49488.83	0.0212	0.65	3.70	7.56	10.61	

DUCTO 10

A	10Y	25	1.43	0.001	2.0	30.15	38.00	1.14"	0.0380	5.35	1.07	6.42	1.26	41882.88	0.0221	0.30	3.40	4.69	7.79
---	-----	----	------	-------	-----	-------	-------	-------	--------	------	------	------	------	----------	--------	------	------	------	------

CALCULO HIDRAULICO POR AMBIENTES RED INTERIOR DE AGUA FRIA

DUCTO 01

SEGUNDO NIVEL

01Y	A	18.5	1.27	0.001	2.0	28.41	29.40	1.14"	0.0294	0.85	1.02	1.87	48095.18	0.0214	0.13	0.00	5.67	5.54
A	B	16.5	1.22	0.001	2.0	27.86	29.40	1.14"	0.0294	0.94	1.13	1.80	46236.98	0.0216	0.14	0.00	5.54	5.40
B	C	7.5	0.25	0.000	2.0	12.62	12.70	1.2"	0.0127	0.15	0.18	1.97	21951.65	0.0260	0.07	0.00	5.40	5.33
C	D	6	0.21	0.000	2.0	11.47	12.70	1.2"	0.0127	0.25	0.25	1.63	18145.99	0.0273	0.18	0.00	5.33	3.15
A	F-1	3	0.12	0.000	2.0	8.74	12.70	1.2"	0.0127	0.29	0.29	0.95	10534.68	0.0312	0.38	-1.85	5.54	3.31
B	C-1	8	1.00	0.001	2.0	25.23	29.40	1.14"	0.0294	1.22	1.46	1.47	37922.48	0.0227	0.12	-0.65	5.40	4.63
C	A-2A	2	0.09	0.000	2.0	7.62	12.70	1.2"	0.0127	1.60	1.64	0.72	7997.58	0.0355	0.13	-0.60	5.33	4.60
D	B-9A	2	0.09	0.000	2.0	7.62	12.70	1.2"	0.0127	1.36	1.36	0.72	7997.58	0.0335	0.11	-1.12	3.15	1.91
D	B-1A	2	0.09	0.000	2.0	7.62	12.70	1.2"	0.0127	1.61	1.61	0.72	7997.58	0.0355	0.13	-1.12	3.15	1.89
D	B-1A	2	0.09	0.000	2.0	7.62	12.70	1.2"	0.0127	5.48	6.57	0.72	7997.58	0.0335	0.46	-1.12	3.15	1.57



RED AGUA FRIA

C = 150 v = 0.000001142

TRAMO	De	A	UG	Gasto en lps	Gasto Inst	Gasto en l/s	Gasto en m3/s	Veloc. Planta da	Diam tentat mm	Diametr o Interno (mm)	Diam. Nominal	Diamt (m)	Long Real	Long. Equiva lente	Long Total	V (m/seg)	Re	f	Hf	Altura estatic a	P mic	P fin	Presiones	
PRIMER NIVEL																								
01Z	A	71	2.20			2.20	0.002	2.0	37.41	38.00	1.4"	0.0380	1.05		1.26	1.94	64508.29	0.0199	0.13	0.00	8.89	8.76	8.72	
A	B	45	1.86			1.86	0.002	2.0	34.40	38.00	1.4"	0.0380	0.50		-0.59	1.64	54523.73	0.0207	0.04	0.00	8.76	8.72	8.63	
B	C	40	1.76			1.76	0.002	2.0	33.43	38.00	1.4"	0.0380	1.08		1.29	1.55	51508.17	0.0210	0.09	0.00	8.72	8.63	8.45	
C	D	38	1.71			1.71	0.002	2.0	33.04	38.00	1.4"	0.0380	2.38		2.85	1.51	50301.94	0.0211	0.18	0.00	8.63	8.45	8.37	
D	E	35	1.65			1.65	0.002	2.0	32.44	38.00	1.4"	0.0380	1.05		1.26	1.46	48492.60	0.0213	0.08	0.00	8.45	8.37	8.18	
E	F	32	1.59			1.59	0.002	2.0	31.83	38.00	1.4"	0.0380	2.76		3.32	1.40	46683.26	0.0215	0.19	0.00	8.37	8.18	8.15	
F	G	24	1.40			1.40	0.001	2.0	29.89	38.00	1.4"	0.0380	0.65		0.79	1.24	41164.05	0.0222	0.04	0.00	8.18	8.15	8.04	
G	H	22	1.35			1.35	0.001	2.0	29.36	29.40	1"	0.0294	0.62		0.74	1.99	51347.03	0.0210	0.11	0.00	8.15	8.04	8.07	
H	I	19	1.28			1.28	0.001	2.0	28.55	29.40	1"	0.0294	1.92		2.31	1.89	48539.73	0.0213	0.30	0.00	8.37	8.07	8.07	
I	J	11	0.35			0.35	0.000	2.0	14.95	19.05	3/4"	0.0191	7.84		9.40	1.23	20554.34	0.0264	1.01	0.00	8.18	7.17	7.17	
J	K	7	0.24			0.24	0.000	2.0	12.25	12.70	1/2"	0.0127	0.70		0.83	1.86	20683.10	0.0264	0.31	0.00	8.15	7.84	7.84	
K	L	4	0.15			0.15	0.000	2.0	9.74	12.70	1/2"	0.0127	5.36		6.44	1.18	13071.79	0.0296	1.06	0.00	8.04	6.98	6.98	
B	C-9	5	0.91			0.91	0.001	2.0	24.07	29.40	1"	0.0294	1.25		1.50	1.34	34509.45	0.0232	0.11	-0.65	8.72	7.96	7.96	
C	A-2	2	0.09			0.09	0.000	2.0	7.62	12.70	1/2"	0.0127	0.90		1.08	0.72	7997.58	0.0335	0.07	-0.60	8.63	7.96	7.96	
D	F-1	3	0.12			0.12	0.000	2.0	8.74	12.70	1/2"	0.0127	2.45		2.94	0.95	10534.68	0.0312	0.33	-1.85	8.45	6.27	6.27	
E	F-1	3	0.12			0.12	0.000	2.0	8.74	12.70	1/2"	0.0127	2.45		2.94	0.95	10534.68	0.0312	0.33	-1.85	8.37	6.19	6.19	
F	C-1	8	1.00			1.00	0.001	2.0	25.23	29.40	1"	0.0294	1.25		1.50	1.47	37922.48	0.0227	0.13	-0.65	8.18	7.40	7.40	
G	A-2	2	0.09			0.09	0.000	2.0	7.62	12.70	1/2"	0.0127	3.20		3.85	0.72	7997.58	0.0335	0.37	-0.60	8.15	7.28	7.28	
H	F-1	3	0.12			0.12	0.000	2.0	8.74	12.70	1/2"	0.0127	2.45		2.94	0.95	10534.68	0.0312	0.33	-1.85	8.04	5.86	5.86	
I	C-1	8	1.00			1.00	0.001	2.0	25.23	29.40	1"	0.0294	2.62		3.14	1.47	37922.48	0.0227	0.37	-1.32	8.07	6.48	6.48	
J	U-3	2	0.09			0.09	0.000	2.0	7.62	12.70	1/2"	0.0127	0.96		1.16	0.72	7997.58	0.0335	0.08	-0.60	7.17	6.49	6.49	
K	B-1	3	0.12			0.12	0.000	2.0	8.74	12.70	1/2"	0.0127	2.54		3.04	0.95	10534.68	0.0312	0.34	-1.12	7.84	6.38	6.38	
L	A-2	2	0.09			0.09	0.000	2.0	7.62	12.70	1/2"	0.0127	1.00		1.20	0.72	7997.58	0.0335	0.08	-0.60	6.98	6.30	6.30	
L	A-2	2	0.09			0.09	0.000	2.0	7.62	12.70	1/2"	0.0127	4.97		5.96	0.72	7997.58	0.0335	0.41	-0.60	6.98	5.97	5.97	
A	N1	26	1.45			1.45	0.001	2.0	30.40	38.00	1.4"	0.0380	0.44		0.53	1.28	42601.71	0.0220	0.03	0.00	8.76	8.74	8.74	
N1	N2	18	1.26			1.26	0.001	2.0	28.28	29.40	1"	0.0294	4.98		5.97	1.85	47630.63	0.0214	0.76	0.00	8.74	7.98	7.98	
N2	N3	11	1.09			1.09	0.001	2.0	26.34	29.40	1"	0.0294	0.57		0.69	1.61	41335.50	0.0222	0.07	0.00	7.98	7.91	7.91	
N2	N4	7	0.97			0.97	0.001	2.0	24.85	29.40	1"	0.0294	1.40		1.68	1.43	36784.80	0.0228	0.14	0.00	7.98	7.84	7.84	
N4	A-2	2	0.09			0.09	0.000	2.0	7.62	12.70	1/2"	0.0127	1.55		1.86	0.72	7997.58	0.0335	0.13	-0.60	7.84	7.11	7.11	
N4	C-9	5	0.91			0.91	0.001	2.0	24.07	29.40	1"	0.0294	2.32		2.78	1.34	34509.45	0.0232	0.20	-1.32	7.84	6.32	6.32	
N3	F-1	3	0.12			0.12	0.000	2.0	8.74	12.70	1/2"	0.0127	3.79		4.55	0.95	10534.68	0.0312	0.51	-1.85	7.91	5.55	5.55	



RED AGUA FRIA

$C = 150$ $v = 0.000001142$

CALCULO HIDRAULICO POR AMBIENTES RED INTERIOR DE AGUA FRIA														Presiones							
TRAMO	De	A	UG	Gasto en lps	Gasto inst	Gasto en lit/s	Gasto en m3/s	Veloc. Planta	Diam. interno (mm)	Diam. Nominal	Diam. Real	Long. Equiva lante	Long. Total	V (m/seg)	Re	f	Hf	Altura estatica	P inic	P fin	
SEGUNDO NIVEL																					
02Y	A		91	2.44		2.44	0.002	2.0	39.42	43.40 1.1/2"	0.0434	4.48	5.38	1.65	62706.46	0.0200	0.34	0.00	7.95	7.61	
A	B		45	1.86		1.86	0.002	2.0	34.40	38.00 1.1/4"	0.0380	0.50	0.60	1.64	54525.73	0.0207	0.04	0.00	7.61	7.56	
B	C		37	1.69		1.69	0.002	2.0	32.84	38.00 1.1/4"	0.0380	0.25	0.30	1.49	49698.83	0.0212	0.02	0.00	7.56	7.54	
C	D		32	1.59		1.59	0.002	2.0	31.83	38.00 1.1/4"	0.0380	0.13	0.16	1.40	46683.26	0.0215	0.01	0.00	7.54	7.53	
D	D-1		9	0.29		0.29	0.000	2.0	13.67	19.05 3/4"	0.0191	0.80	0.96	1.03	17171.54	0.0276	0.08	0.00	7.56	7.49	
D-1	D-2		7	0.24		0.24	0.000	2.0	12.25	12.70 1/2"	0.0127	0.80	0.96	1.86	20683.10	0.0264	0.35	0.00	7.54	7.19	
D-2	D-3		5	0.18		0.18	0.000	2.0	10.64	12.70 1/2"	0.0127	0.80	0.96	1.40	15608.89	0.0283	0.21	0.00	7.53	7.32	
D	E		23	1.38		1.38	0.001	2.0	29.62	38.00 1.1/4"	0.0380	0.80	0.96	1.22	40445.22	0.0223	0.04	0.00	7.53	7.49	
E	F		20	1.31		1.31	0.001	2.0	28.82	29.40 1"	0.0294	2.40	2.88	1.92	49488.83	0.0212	0.39	0.00	7.49	7.10	
F	G		16	1.21		1.21	0.001	2.0	27.72	29.40 1"	0.0294	0.71	0.85	1.78	45772.43	0.0216	0.10	0.00	7.10	7.00	
F	F1		4	0.15		0.15	0.000	2.0	9.74	12.70 1/2"	0.0127	0.75	0.90	1.18	19071.79	0.0296	0.15	-0.60	7.53	6.79	
F1	B-9A		2	0.09		0.09	0.000	2.0	7.62	12.70 1/2"	0.0127	1.30	1.56	0.72	7997.58	0.0335	0.11	-1.12	7.10	5.87	
F1	B-9A		2	0.09		0.09	0.000	2.0	7.62	12.70 1/2"	0.0127	1.84	2.21	0.72	7997.58	0.0335	0.15	-1.12	7.00	5.73	
G	B-30		8	1.00		1.00	0.001	2.0	25.23	29.40 1"	0.0294	2.80	3.36	1.47	37922.48	0.0227	0.29	-0.65	7.00	6.06	
G	B-30		8	1.00		1.00	0.001	2.0	25.23	29.40 1"	0.0294	0.90	1.08	1.47	37922.48	0.0227	0.09	-0.65	7.00	6.26	
E	B-7		3	0.12		0.12	0.000	2.0	8.74	12.70 1/2"	0.0127	2.92	3.50	0.95	10534.68	0.0312	0.39	-1.20	7.49	5.90	
D-1	A-2		3	0.12		0.12	0.000	2.0	8.74	12.70 1/2"	0.0127	0.80	0.96	0.95	10534.68	0.0312	0.11	-0.60	7.49	6.78	
D-2	B-13A		2	0.09		0.09	0.000	2.0	7.62	12.70 1/2"	0.0127	1.37	1.64	0.72	7997.58	0.0335	0.11	-1.12	7.19	5.96	
D-3	B-13A		2	0.09		0.09	0.000	2.0	7.62	12.70 1/2"	0.0127	1.37	1.64	0.72	7997.58	0.0335	0.11	-1.12	7.32	6.08	
D-3	B-62		3	0.12		0.12	0.000	2.0	8.74	12.70 1/2"	0.0127	8.37	10.05	0.95	10534.68	0.0312	1.13	-1.20	7.49	5.16	
C	C-9		5	0.91		0.91	0.001	2.0	24.07	29.40 1"	0.0294	1.47	1.76	1.34	34509.45	0.0232	0.13	-1.32	7.54	6.09	
B	C-1		8	1.00		1.00	0.001	2.0	25.23	29.40 1"	0.0294	0.80	0.96	1.47	37922.48	0.0227	0.08	-0.65	7.56	6.83	
A	A1		46	1.88		1.88	0.002	2.0	34.59	38.00 1.1/4"	0.0380	0.36	0.43	1.66	55126.85	0.0206	0.03	0.00	7.61	7.57	
A1	A2		42	1.80		1.80	0.002	2.0	33.82	38.00 1.1/4"	0.0380	0.42	0.50	1.58	52714.39	0.0209	0.04	0.00	7.57	7.54	
A2	A3		34	1.63		1.63	0.002	2.0	32.24	38.00 1.1/4"	0.0380	0.81	0.97	1.44	47889.49	0.0214	0.06	0.00	7.54	7.48	
A3	A4		26	1.45		1.45	0.001	2.0	30.40	38.00 1.1/4"	0.0380	0.89	1.07	1.28	42601.71	0.0220	0.05	0.00	7.48	7.43	
A4	A5		18	1.26		1.26	0.001	2.0	28.28	29.40 1"	0.0294	0.81	0.98	1.85	47630.63	0.0214	0.12	0.00	7.43	7.30	



RED AGUA FRIA

$C = 150$ $v = 0.000001142$

TRAMO	De	A	UG	Gasto en lps	Gasto Inst	Gasto en l/s	Gasto en m3/s	Veloc. Planteada	Diam. tentat mm	Diam. interno (mm)	Diam. Nominal	Diamt (m)	Long. Real	Long. Equiva lente	Long. Total	V (m/seg)	Re	f	Hf	Altura estatic a	P inic	P fin
A5	A6	11	1.09	1.09	0.001	2.0	26.34	29.40 1"	0.0294	0.28	0.33	1.61	41335.50	0.0222	0.03	0.00	7.30	7.27				
A1	R1	4	0.15	0.15	0.000	2.0	9.74	12.70 1/2"	0.0127	1.48	1.77	1.18	13071.79	0.0296	0.29	0.00	7.27	6.98				
A5	R2	7	0.97	0.97	0.001	2.0	24.85	29.40 1"	0.0294	1.15	1.38	1.43	36784.80	0.0228	0.11	0.00	6.98	6.87				
A6	B-9	3	0.12	0.12	0.000	2.0	8.74	12.70 1/2"	0.0127	4.18	5.01	0.95	10534.68	0.0312	0.56	-1.12	7.27	5.59				
A6	C-1	8	1.00	1.00	0.001	2.0	25.23	29.40 1"	0.0294	1.15	1.38	1.47	37922.48	0.0227	0.12	-0.65	7.27	6.50				
R1	A-2	2	0.09	0.09	0.000	2.0	7.62	12.70 1/2"	0.0127	0.78	0.93	0.72	7997.58	0.0335	0.06	-0.60	6.98	6.32				
R1	A-2	2	0.09	0.09	0.000	2.0	7.62	12.70 1/2"	0.0127	1.48	1.77	0.72	7997.58	0.0335	0.12	-0.60	6.87	6.15				
R2	C-9	5	0.91	0.91	0.001	2.0	24.07	29.40 1"	0.0294	0.90	1.08	1.34	34509.45	0.0232	0.08	-0.60	6.87	6.19				
R2	A-2	2	0.09	0.09	0.000	2.0	7.62	12.70 1/2"	0.0127	1.90	2.28	0.72	7997.58	0.0335	0.16	-0.60	6.87	6.11				
A2	C-1	8	1.00	1.00	0.001	2.0	25.23	29.40 1"	0.0294	1.37	1.64	1.47	37922.48	0.0227	0.14	-0.60	7.54	6.80				
A3	C-1	8	1.00	1.00	0.001	2.0	25.23	29.40 1"	0.0294	1.37	1.64	1.47	37922.48	0.0227	0.14	-0.60	7.48	6.74				
A4	C-1	8	1.00	1.00	0.001	2.0	25.23	29.40 1"	0.0294	1.37	1.64	1.47	37922.48	0.0227	0.14	-0.60	7.43	6.69				

CALCULO HIDRAULICO POR AMBIENTES RED INTERIOR DE AGUA FRIA

DUCTO 02

PRIMER NIVEL

02Z	A	74	2.23	2.23	0.002	2.0	37.72	38.00 1.1/4"	0.0380	0.30	0.36	1.97	65574.65	0.0198	0.04	0.00	11.49	11.46
A	B	31	1.57	1.57	0.002	2.0	31.62	38.00 1.1/4"	0.0380	0.20	0.23	1.38	46080.15	0.0216	0.01	0.00	11.46	11.44
B	C	23	1.38	1.38	0.001	2.0	29.62	38.00 1.1/4"	0.0380	1.15	1.38	1.22	40445.22	0.0223	0.06	0.00	11.44	11.38
C	D	18	1.26	1.26	0.001	2.0	28.28	29.40 1"	0.0294	1.25	1.50	1.85	47630.63	0.0214	0.19	0.00	11.38	11.19
D	E	16	1.21	1.21	0.001	2.0	27.72	29.40 1"	0.0294	4.43	5.32	1.78	45772.43	0.0216	0.63	0.00	11.19	10.56
E	F	14	1.16	1.16	0.001	2.0	27.15	29.40 1"	0.0294	3.59	4.31	1.71	43914.23	0.0219	0.48	0.00	10.56	10.09
F	G	12	1.11	1.11	0.001	2.0	26.57	29.40 1"	0.0294	3.62	4.34	1.63	42056.03	0.0221	0.44	0.00	10.09	9.64
B	C-1	8	1.00	1.00	0.001	2.0	25.23	29.40 1"	0.0294	0.80	0.96	1.47	37922.48	0.0227	0.08	-0.65	11.44	10.71
C	C-9	5	0.91	0.91	0.001	2.0	24.07	29.40 1"	0.0294	1.47	1.76	1.34	34509.45	0.0232	0.13	-1.32	11.38	9.93
D	A-3	2	0.09	0.09	0.000	2.0	7.62	12.70 1/2"	0.0127	2.10	2.52	0.72	7997.58	0.0335	0.17	-0.60	11.19	10.42
E	A-2	2	0.09	0.09	0.000	2.0	7.62	12.70 1/2"	0.0127	7.81	9.37	0.72	7997.58	0.0335	0.65	-0.60	10.56	9.31
F	A-2	2	0.09	0.09	0.000	2.0	7.62	12.70 1/2"	0.0127	3.67	4.41	0.72	7997.58	0.0335	0.31	-0.60	10.09	9.18
G	A-2	2	0.09	0.09	0.000	2.0	7.62	12.70 1/2"	0.0127	0.75	0.90	0.72	7997.58	0.0335	0.06	-0.60	9.64	8.98
G	A-2	2	0.09	0.09	0.000	2.0	7.62	12.70 1/2"	0.0127	0.85	1.02	0.72	7997.58	0.0335	0.07	-0.60	9.64	8.97
G	C-1	8	1.00	1.00	0.001	2.0	25.23	29.40 1"	0.0294	2.93	3.52	1.47	37922.48	0.0227	0.30	-0.65	9.64	8.69
A	A1	43	1.82	1.82	0.002	2.0	34.01	38.00 1.1/4"	0.0380	0.36	0.43	1.60	53317.51	0.0208	0.03	0.00	11.46	11.42
A1	A2	39	1.74	1.74	0.002	2.0	33.23	38.00 1.1/4"	0.0380	0.42	0.50	1.53	50905.05	0.0211	0.03	0.00	11.42	11.39



RED AGUA FRIA

C = 150 \sqrt{v} v = 0.000001142

TRAMO	De A	UG	Gasto en lps	Gasto Inst	Gasto en #/s	Gasto en m3/s	Veloc. Planteada	Diam tentat mm	Diamtr Interno (mm)	Diam. Nominal	Diamt (m)	Long Real	Long Equivalente	Long Total	V (m/seg)	Re	f	Hf	Altura estatica	Presiones	
																				P inic	P fin
A2	A3	31	1.57		1.57	0.002	2.0	31.62	38.00	1.14"	0.0380	0.81		0.97	1.38	46080.15	0.0216	0.05	0.00	11.39	11.34
A3	A4	23	1.38		1.38	0.001	2.0	29.62	38.00	1.14"	0.0380	0.89		1.07	1.22	40445.22	0.0223	0.05	0.00	11.34	11.29
A4	A5	15	1.18		1.18	0.001	2.0	27.44	29.40	1.12"	0.0294	0.81		0.98	1.74	44843.33	0.0217	0.11	0.00	11.29	11.18
A5	A6	7	0.97		0.97	0.001	2.0	24.85	29.40	1.12"	0.0294	1.15		1.38	1.43	36784.80	0.0228	0.11	0.00	11.18	11.07
A1	R1	4	0.15		0.15	0.000	2.0	9.74	12.70	1.2"	0.0127	1.48		1.77	1.18	13071.79	0.0296	0.29	0.00	11.42	11.13
R1	A-3	2	0.09		0.09	0.000	2.0	7.62	12.70	1.2"	0.0127	0.78		0.93	0.72	7997.58	0.0335	0.06	-0.60	11.13	10.47
R1	A-3	2	0.09		0.09	0.000	2.0	7.62	12.70	1.2"	0.0127	1.48		1.77	0.72	7997.58	0.0335	0.12	-0.60	11.13	10.41
A2	C-1	8	1.00		1.00	0.001	2.0	25.23	29.40	1.1"	0.0294	1.42		1.70	1.47	37922.48	0.0227	0.15	-0.65	11.42	10.63
A3	C-1	8	1.00		1.00	0.001	2.0	25.23	29.40	1.1"	0.0294	1.42		1.70	1.47	37922.48	0.0227	0.15	-0.65	11.39	10.60
A4	C-1	8	1.00		1.00	0.001	2.0	25.23	29.40	1.1"	0.0294	1.42		1.70	1.47	37922.48	0.0227	0.15	-0.65	11.34	10.54
A5	C-1	8	1.00		1.00	0.001	2.0	25.23	29.40	1.1"	0.0294	1.42		1.70	1.47	37922.48	0.0227	0.15	-0.65	11.29	10.49
A6	C-9	5	0.91		0.91	0.001	2.0	24.07	29.40	1.1"	0.0294	1.62		1.94	1.34	34509.45	0.0232	0.14	-1.32	11.39	9.93
A6	A-3	2	0.09		0.09	0.000	2.0	7.62	12.70	1.2"	0.0127	1.93		2.31	0.72	7997.58	0.0335	0.16	-0.60	11.34	10.58
02Z	N1	24	1.40	0.52	1.92	0.002	2.0	34.99	38.00	1.14"	0.0380	0.36		0.43	1.70	56420.86	0.0205	0.03	0.00	11.34	11.30
N1	N2	24	1.40	0.13	1.53	0.002	2.0	31.24	38.00	1.14"	0.0380	0.42		0.50	1.33	44978.23	0.0217	0.03	0.00	11.30	11.28
N2	N3	24	1.40		1.40	0.001	2.0	29.89	38.00	1.14"	0.0380	0.81		0.97	1.24	41164.05	0.0222	0.04	0.00	11.28	11.23
N3	N4	22	1.35		1.35	0.001	2.0	29.36	29.40	1.1"	0.0294	0.89		1.07	1.99	51347.03	0.0210	0.16	0.00	11.23	11.08
N4	N5	20	1.31		1.31	0.001	2.0	28.82	29.40	1.1"	0.0294	0.81		0.98	1.92	49488.83	0.0212	0.13	0.00	11.08	10.94
N5	N6	10	1.06		1.06	0.001	2.0	25.98	29.40	1.1"	0.0294	1.15		1.38	1.36	40197.82	0.0223	0.13	0.00	10.94	10.81
N5	N7	10	1.06		1.06	0.001	2.0	25.98	29.40	1.1"	0.0294	1.48		1.77	1.36	40197.82	0.0223	0.17	0.00	11.30	11.14
N1	M	0	0.03	0.39	0.42	0.000	2.0	16.42	19.05	3/4"	0.0191	15.15		18.18	1.49	24774.07	0.0252	2.71	-0.30	11.30	8.30
N2	MR	0	0.03	0.13	0.16	0.000	2.0	10.20	12.70	1.2"	0.0127	1.45		1.74	1.29	14335.95	0.0289	0.34	-0.30	11.28	10.64
N3	B-13A	3	0.12		0.12	0.000	2.0	8.74	12.70	1.2"	0.0127	1.42		3.92	0.95	10534.68	0.0312	0.44	-1.12	0.00	-1.56
N4	B-13A	3	0.12		0.12	0.000	2.0	8.74	12.70	1.2"	0.0127	1.42		0.90	0.95	10534.68	0.0312	0.10	-1.12	11.30	10.08
N6	C-1	8	1.00		1.00	0.001	2.0	25.23	29.40	1.1"	0.0294	1.42		0.65	1.47	37922.48	0.0227	0.06	-0.65	11.28	10.57
N6	A-3	2	0.09		0.09	0.000	2.0	7.62	12.70	1.2"	0.0127	1.42		3.05	0.72	7997.58	0.0335	0.21	-0.60	11.23	10.42
N7	C-1	8	1.00		1.00	0.001	2.0	25.23	29.40	1.1"	0.0294	1.42		3.10	1.47	37922.48	0.0227	0.26	-0.65	11.08	10.16
N7	A-3	2	0.09		0.09	0.000	2.0	7.62	12.70	1.2"	0.0127	1.42		0.60	0.72	7997.58	0.0335	0.04	-0.60	10.94	10.30



RED AGUA FRIA

C = 150 $v = 0.0000001142$

TRAMO		UG	Gasto en lps	Gasto Inst	Gasto en l/s	Gasto en m3/s	Veloc. Planta	Diam tentat mm	Diamr o interno (mm)	Diam Nominal	Diamt (m)	Long Real	Long Equiva lante	Long Total	V (m/seg)	Re	f	HF	Altura estatic a	Presiones	
De	A																			P inic	P fin
CALCULO HIDRAULICO POR AMBIENTES RED INTERIOR DE AGUA FRIA																					
DUCTO 03																					
SEGUNDO NIVEL																					
03Y	A	16.5	1.22	1.22	0.001	2.0	27.86	29.40 1"	0.0294	0.78	0.94	1.80	46236.98	0.0216	0.11	0.00	6.50	6.38			
A	B	11.5	1.10	1.10	0.001	2.0	26.42	29.40 1"	0.0294	1.34	1.61	1.62	41591.48	0.0222	0.16	0.00	6.38	6.22			
B	C	3.5	0.13	0.13	0.000	2.0	9.25	12.70 1/2"	0.0127	2.11	2.53	1.06	11803.24	0.0304	0.35	0.00	6.22	5.87			
A	A1	5	0.18	0.18	0.000	2.0	10.64	12.70 1/2"	0.0127	0.22	0.26	1.40	15608.89	0.0283	0.06	0.00	5.87	5.81			
B	C-1	8	1.00	1.00	0.001	2.0	25.23	29.40 1"	0.0294	1.65	1.98	1.47	37922.48	0.0227	0.17	-0.65	6.22	5.40			
C	B-102	2	0.09	0.09	0.000	2.0	7.62	12.70 1/2"	0.0127	4.77	5.72	0.72	7997.58	0.0335	0.40	-1.12	5.87	4.36			
C	A-2A	1.5	0.08	0.08	0.000	2.0	6.99	12.70 1/2"	0.0127	1.72	2.06	0.61	6729.03	0.0349	0.11	-0.60	5.87	5.17			
A1	F-1	3	0.12	0.12	0.000	2.0	8.74	12.70 1/2"	0.0127	1.85	2.22	0.95	10534.68	0.0312	0.25	-1.85	5.81	3.72			
A1	B-102	2	0.09	0.09	0.000	2.0	7.62	12.70 1/2"	0.0127	3.22	3.86	0.72	7997.58	0.0335	0.27	-1.12	5.81	4.43			

CALCULO HIDRAULICO POR AMBIENTES RED INTERIOR DE AGUA FRIA

DUCTO 04

SEGUNDO NIVEL

04Y	A	43	1.82	1.82	0.002	2.0	34.01	38.00 1.1/4"	0.0380	0.41	0.50	1.60	33317.51	0.0208	0.04	0.00	8.29	8.26		
A	B	35	1.65	1.65	0.002	2.0	32.44	38.00 1.1/4"	0.0380	0.76	0.91	1.46	48492.60	0.0213	0.06	0.00	8.26	8.20		
B	C	27	1.48	1.48	0.001	2.0	30.66	38.00 1.1/4"	0.0380	0.84	1.01	1.30	43920.54	0.0219	0.05	0.00	8.20	8.15		
C	D	19	1.28	1.28	0.001	2.0	28.55	29.40 1"	0.0294	0.55	0.66	1.89	48559.73	0.0213	0.09	0.00	8.15	8.07		
D	E	11	1.09	1.09	0.001	2.0	26.34	29.40 1"	0.0294	2.35	2.82	1.61	41335.50	0.0222	0.28	0.00	8.07	7.79		
E	F	4	0.15	0.15	0.000	2.0	9.74	12.70 1/2"	0.0127	1.03	1.24	1.18	13071.79	0.0296	0.20	0.00	7.79	7.58		
A	C-1	8	1.00	1.00	0.001	2.0	25.23	29.40 1"	0.0294	0.75	0.90	1.47	37922.48	0.0227	0.08	-0.65	8.26	7.53		
B	C-1	8	1.00	1.00	0.001	2.0	25.23	29.40 1"	0.0294	0.75	0.90	1.47	37922.48	0.0227	0.08	-0.65	8.20	7.48		
C	C-1	8	1.00	1.00	0.001	2.0	25.23	29.40 1"	0.0294	0.75	0.90	1.47	37922.48	0.0227	0.08	-0.65	8.15	7.43		
D	C-1	8	1.00	1.00	0.001	2.0	25.23	29.40 1"	0.0294	1.29	1.55	1.47	37922.48	0.0227	0.13	-0.65	8.07	7.28		
E	A-2	2	0.09	0.09	0.000	2.0	7.62	12.70 1/2"	0.0127	0.70	0.84	0.72	7997.58	0.0335	0.06	-0.60	7.79	7.13		
E	C-9	5	0.91	0.91	0.001	2.0	24.07	29.40 1"	0.0294	1.47	1.76	1.34	34509.45	0.0232	0.13	-1.32	7.79	6.34		
F	A-2	2	0.09	0.09	0.000	2.0	7.62	12.70 1/2"	0.0127	0.60	0.72	0.72	7997.58	0.0335	0.05	-0.60	7.58	6.93		
F	A-2	2	0.09	0.09	0.000	2.0	7.62	12.70 1/2"	0.0127	1.64	1.97	0.72	7997.58	0.0335	0.14	-0.60	7.58	6.85		

RED AGUA FRIA

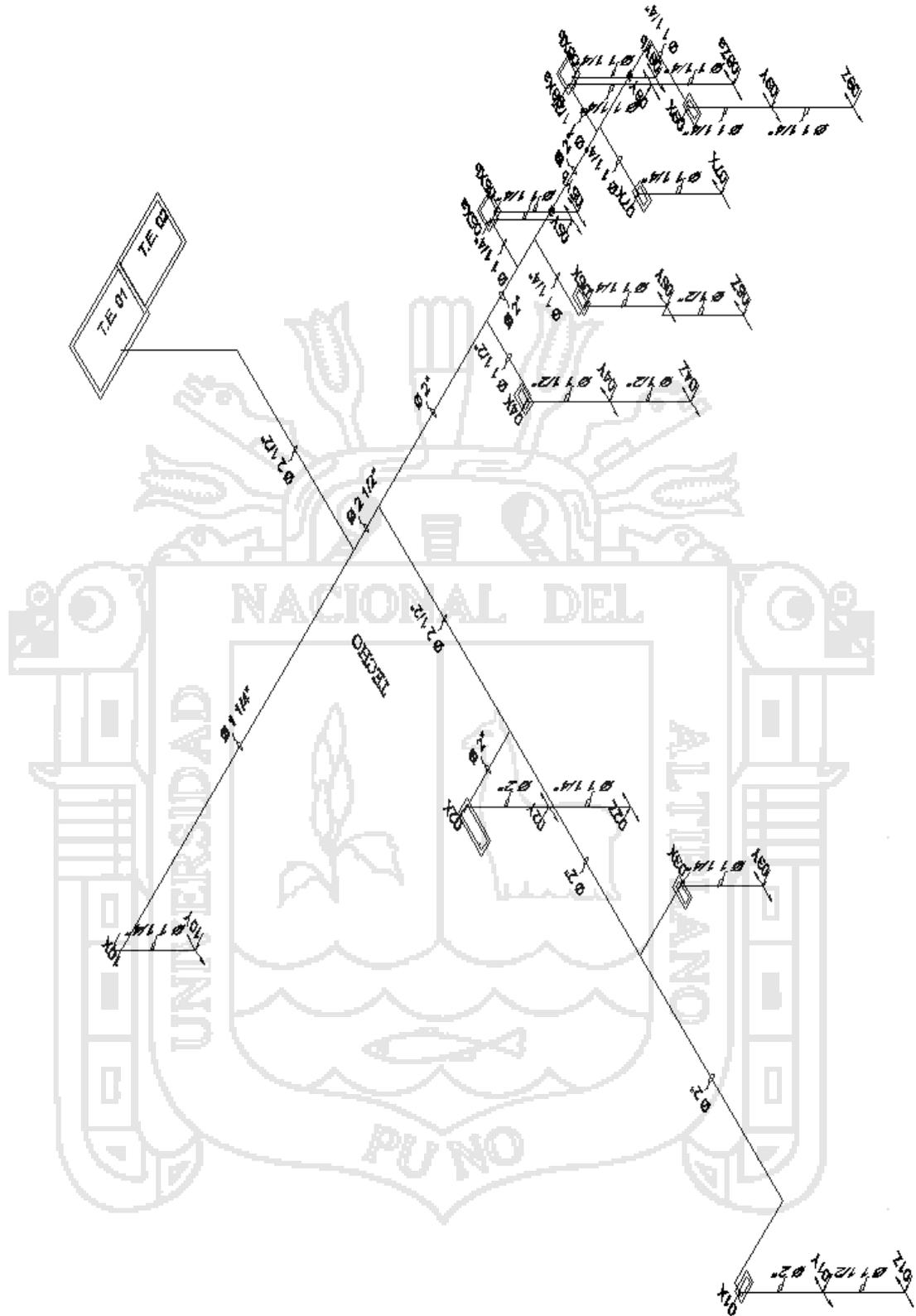
$C = 150$ $v = 0.000001142$

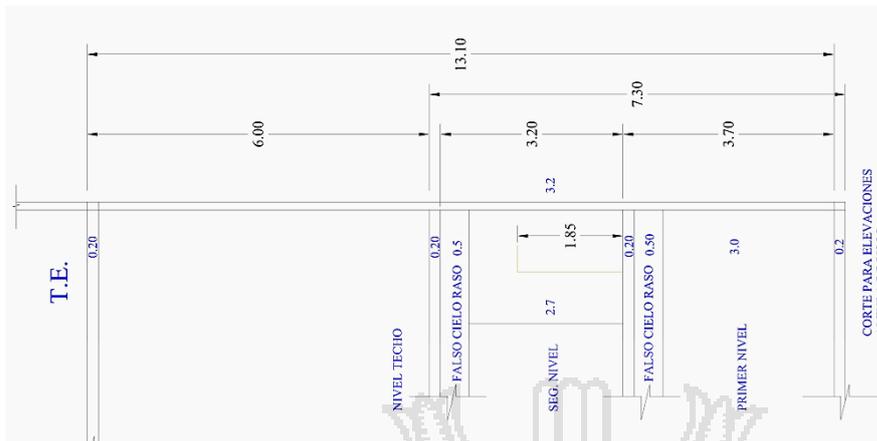
TRAMO	De	A	UG	Gasto en lbs	Gasto Inst	Gasto en lit/s	Gasto en m3/s	Veloc. Planteada	Diam tentat mm	Diametr o Interno (mm)	Diam. Nominal	Diantt (m)	Long Real	Long. Equiva lente	Long Total	V (m/seg)	Re	f	Hf	Altura estatica	P inic	P fin	Presiones	
CALCULO HIDRAULICO POR AMBIENTES RED INTERIOR DE AGUA FRIA																								
DUCTO 05 (TIPICO, VALIDO PARA LOS DUCTOS 06, 07, 08, 09) SEGUNDO NIVEL																								
05YA	A	12.5	1.12	1.43	1.12	0.001	1.12	2.0	26.72	29.40 1"	38.00 1 1/4"	0.0294	0.28	0.34	0.34	1.65	42520.58	0.0220	0.04	0.00	7.59	7.56	7.36	
A	B	9.5	1.05	1.23	1.05	0.001	1.05	2.0	25.79	29.40 1"	38.00 1 1/4"	0.0294	1.04	1.25	1.25	1.54	39628.99	0.0224	0.12	0.00	7.56	7.44	7.44	
A	F-1	3	0.12	1.06	0.12	0.000	0.12	2.0	8.74	12.70 1/2"	12.70 1/2"	0.0127	3.32	3.98	3.98	0.95	10534.68	0.0312	0.45	-1.85	7.56	5.26	5.26	
B	C-1	8	1.00	1.00	1.00	0.001	1.00	2.0	25.23	29.40 1"	38.00 1 1/4"	0.0294	0.77	0.92	0.92	1.47	37922.48	0.0227	0.08	-0.65	7.44	6.72	6.72	
B	A-2A	1.5	0.08	1.06	0.08	0.000	0.08	2.0	6.99	12.70 1/2"	12.70 1/2"	0.0127	4.43	5.32	5.32	0.61	6729.03	0.0349	0.27	-0.60	7.44	6.37	6.37	

CALCULO HIDRAULICO POR AMBIENTES RED INTERIOR DE AGUA FRIA

DUCTO 10 SEGUNDO NIVEL

10Y	A	25	1.43	1.43	1.43	0.001	1.43	2.0	30.15	38.00 1 1/4"	38.00 1 1/4"	0.0380	0.93	1.12	1.12	1.26	41882.88	0.0221	0.05	0.00	7.79	7.73	7.59	7.73
A	B	17	1.23	1.23	1.23	0.001	1.23	2.0	28.00	29.40 1"	38.00 1 1/4"	0.0294	1.00	1.20	1.20	1.81	46701.33	0.0215	0.15	0.00	7.73	7.59	7.59	7.59
B	C	15	1.18	1.18	1.18	0.001	1.18	2.0	27.44	29.40 1"	38.00 1 1/4"	0.0294	1.11	1.33	1.33	1.74	44843.33	0.0217	0.15	0.00	7.59	7.43	7.43	7.43
C	D	10	1.06	1.06	1.06	0.001	1.06	2.0	25.98	29.40 1"	38.00 1 1/4"	0.0294	0.52	0.63	0.63	1.56	40197.82	0.0223	0.06	0.00	7.43	7.43	7.38	7.38
A	C-1	8	1.00	1.00	1.00	0.001	1.00	2.0	25.23	29.40 1"	38.00 1 1/4"	0.0294	0.80	0.95	0.95	1.47	37922.48	0.0227	0.08	-0.65	7.73	7.00	7.00	7.00
B	A-2	2	0.09	0.09	0.09	0.000	0.09	2.0	7.62	12.70 1/2"	12.70 1/2"	0.0127	1.91	2.29	2.29	0.72	7997.58	0.0335	0.16	-0.60	7.59	6.83	6.83	6.83
C	C-9	5	0.91	0.91	0.91	0.001	0.91	2.0	24.07	29.40 1"	38.00 1 1/4"	0.0294	1.47	1.76	1.76	1.94	34509.45	0.0232	0.13	-1.32	7.43	5.99	5.99	5.99
D	C-1	8	1.00	1.00	1.00	0.001	1.00	2.0	25.23	29.40 1"	38.00 1 1/4"	0.0294	0.80	0.95	0.95	1.47	37922.48	0.0227	0.08	-0.65	7.38	6.64	6.64	6.64
D	A-2	2	0.09	0.09	0.09	0.000	0.09	2.0	7.62	12.70 1/2"	12.70 1/2"	0.0127	2.64	3.16	3.16	0.72	7997.58	0.0335	0.22	-0.60	7.38	6.56	6.56	6.56





3.6. SISTEMA DE AGUA BLANDA.

3.6.1. Descripción:

El Sistema de Agua Blanda que se utilizará en la red está destinado exclusivamente a los equipos especiales, ya sea de equipamiento médico o para los equipos utilizados en la sala de máquinas.

El agua que se encuentra en la naturaleza va acompañada de diversas sales y gases en disolución. Estos elementos son dañinos para el buen funcionamiento de una caldera, por lo que hay que tratarlo antes de introducirlo en las calderas. Según los elementos que acompañan al agua, podemos considerar dos grandes grupos, que son:

1. **Elementos disueltos**, compuestos por minerales finamente disueltos, tales como arcillas, restos orgánicos o sales disueltos.
2. **Elementos en suspensión**, que aparecen en mayor cantidad en aguas turbulentas que en aguas tranquilas.

Todos estos elementos son perniciosos para las calderas, ya que provocan en ellas corrosiones, incrustaciones, natas y espumas, arrastres, corrosión por tensiones y fragilidad en las calderas o en la maquinaria conectada que use vapor, como los turbogeneradores.

Según la concentración de elementos disueltos y elementos en suspensión nos podemos encontrar con diferentes tipos de aguas.

Aguas Duras. Importante presencia de compuestos de calcio y magnesio, poco solubles, principales responsables de la formación de depósitos e incrustaciones.

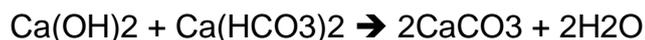
Aguas Blandas. Su composición principal está dada por sales minerales de gran solubilidad.

Aguas Neutras. Componen su formación una alta concentración de sulfatos y cloruros que no aportan al agua tendencias ácidas o alcalinas, o sea que no alteran sensiblemente el valor del PH.

Aguas Ácidas. Las forman las que tienen importantes cantidades de carbonatos y bicarbonatos de calcio, magnesio y sodio, las que proporcionan el agua reacción alcalina elevando en consecuencia el valor del PH presente.

Ablandamiento. Es el paso del agua a través de los materiales de intercambio catiónico y aniónico. El proceso de intercambio catiónico se opera sobre la base del ciclo de hidrogeno. Esto es, el hidrogeno se sustituye por todos los cationes. El intercambio aniónico opera sobre el ciclo hidróxido, que reemplaza el hidróxido por todos los aniones. El efluente final de este proceso consta básicamente de iones hidrogeno e iones hidróxido o agua.

En el proceso de ablandamiento propiamente dicho la cal hidratada (hidróxido de calcio) reacciona con el bicarbonato cálcico soluble y el bicarbonato de magnesio para formar precipitados insolubles. Esto se refleja en las siguientes ecuaciones:



3.6.1.1. Problemas Derivados de la Utilización del Agua en Calderas.

Los problemas más frecuentes presentados en calderas pueden dividirse en dos grandes grupos:

1. Problemas de Corrosión
2. Problemas de Incrustación.

Aunque menos frecuente, suelen presentarse ocasionalmente: problemas de ensuciamiento y/o contaminación.

a) Corrosión.

Para que esta aparezca, es necesario que exista presencia de agua en forma líquida. El vapor seco con presencia de oxígeno no es corrosivo, pero los condensados formados en un sistema de esta naturaleza son muy corrosivos.

En las líneas de vapor y condensado, se produce el ataque corrosivo más intenso en las zonas donde se acumula agua condensada. La corrosión que produce el oxígeno suele ser severa, debido a la entrada de aire al sistema. A bajo valor de PH, el bióxido de carbono ataca por sí mismo metales del sistema y acelera la velocidad de la corrosión del oxígeno, cuando esta disuelto en el oxígeno.

El oxígeno disuelto ataca las tuberías de acero al carbono formado montículos o tuberías, bajo los cuales se encuentra una cavidad o celda de corrosión activa: esto suele tener una coloración negra, formada por un óxido ferroso-férrico hidratado.

Una forma de corrosión que suele presentarse con cierta frecuencia en calderas, corresponde a una reacción de este tipo.

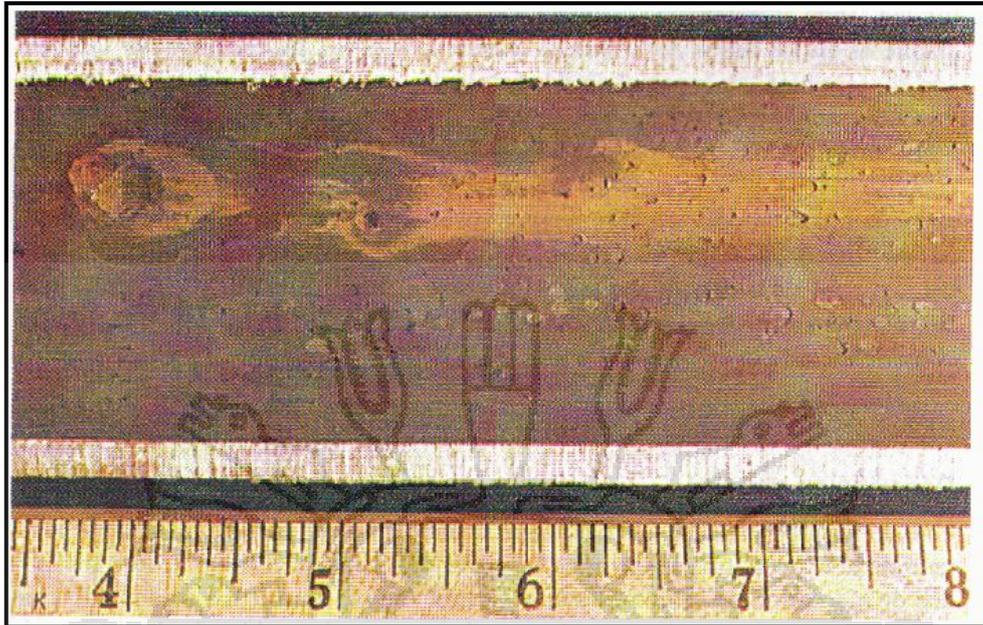


Fig. III - 01. Picaduras por oxígeno en una sección de un tubo de calentador.



Fig. III - 02. Picaduras por oxígeno en la superficie interna.

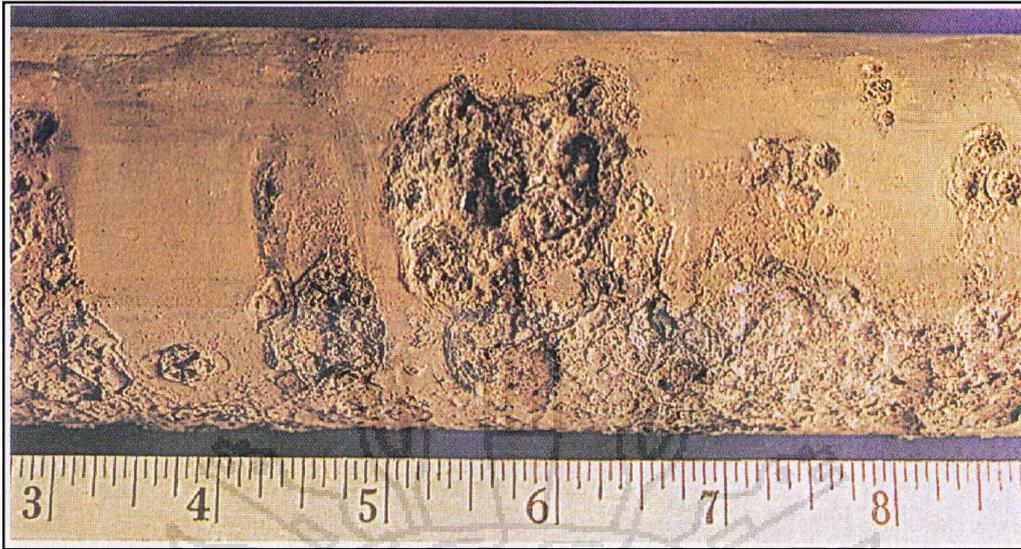


Fig. III – 03. Picaduras por oxígeno en la superficie externa de un tubo de humo.

b) Incrustación.

La formación de incrustaciones en el interior de las calderas suelen verse con mayor frecuencia que lo estimado conveniente.

El origen de las mismas está dado por las sales presentes en las aguas de aporte a los generadores de vapor, las incrustaciones formadas son inconvenientes debido a que poseen una conductividad térmica muy baja y se forman con mucha rapidez en los puntos de mayor transferencia de temperatura.

Por esto, las calderas incrustadas requieren un mayor gradiente térmico entre el agua y la pared metálica que las calderas con las paredes limpias.

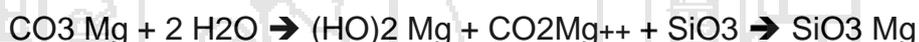
Otro tema importante que debe ser considerado es el fallo de los tubos ocasionadas por sobrecalentamientos debido a la presencia de depósitos, lo que dada su naturaleza, aíslan el metal del agua que los rodea pudiendo así sobrevenir desgarros o roturas en los tubos de la unidad con los perjuicios que ello ocasiona.

Las sustancias formadoras de incrustaciones son principalmente el carbonato de calcio, hidróxido de magnesio, sulfato de calcio y sílice, esto se

debe a la baja solubilidad que presentan estas sales y algunas de ellas como es el caso del sulfato de calcio, decrece con el aumento de la temperatura. Estas incrustaciones forman depósitos duros muy adherentes, difíciles de remover, algunas de las causas más frecuentes de este fenómeno son las siguientes:

- Excesiva concentración de sales en el interior de la unidad.
- El vapor o condensado tienen algún tipo de contaminación.
- Transporte de productos de corrosión a zonas favorables para su precipitación.
- Aplicación inapropiada de productos químicos.

Las reacciones químicas principales que se producen en el agua de calderas con las sales presentes por el agua de aporte son las siguientes:



Las incrustaciones que puede presentar una caldera pueden ser de varios tipos.

- Sulfato cálcico: Origina una costra muy dura que se adhiere fuertemente a las superficies calientes. Esta incrustación es considerada la peor de cuantas se pueden encontrar, porque presenta una dureza extrema, es muy difícil de eliminar y tiene muy baja conductividad térmica, lo que provoca sobrecalentamientos y pérdidas.
- Carbonato cálcico: Es una incrustación blanda, de tipo cenagoso, de apariencia blanquecina y fácil de eliminar mediante lavado con agua.

- Carbonato de magnesio: Forma una costra blanda muy similar a la del carbonato cálcico.
- Sílice: No forma incrustación en solitario, sino que de una forma vítrea a los depósitos de sulfato cálcico, lo que produce una costra muy dura, frágil y prácticamente insoluble en ácidos. La sílice de las calderas de alta presión de una central térmica generadora se volatiliza y viaja con el vapor al turbogenerador, para depositarse como incrustación dura, dando un efecto de porcelana sobre las piezas internas de la turbina.
- Silicato de magnesio y calcio: Ambos tienden a provocar costras de estructura densa y cristalina, que se adhieren a las superficies donde se produce el intercambio térmico, y presentan cotas muy bajas de transferencia térmica.
- Hidróxido de calcio y magnesio: Provocan depósitos blandos que pueden adherirse o cementar junto a otras sustancias.
- Carbonato de hierro: Se encuentra con frecuencia en otras incrustaciones, y es una sustancia indeseable, porque añade una naturaleza corrosiva la propia costra que aparece.
- Fosfato de calcio y magnesio: Son subproductos de los tratamientos de agua por fosfato, y aparecen como un lodo blando, que se puede eliminar fácilmente mediante purga.
- Sulfato de magnesio: No es demasiado común en la incrustación, pero cuando aparece solo, la costra es blanda. Sin embargo, en combinación con el carbonato cálcico o el sulfato cálcico, puede resultar una incrustación vítrea muy dura.



Fig. III – 04. Incrustaciones excesivas de fosfatos.

3.6.1.2. Efectos Producidos por las Impurezas del agua.

Las impurezas del agua pueden ser la causa de los siguientes efectos perjudiciales para la caldera y el funcionamiento de la central térmica.

1. Reducción de la cantidad de calor transmitido debida a la formación de incrustaciones sobre la superficie del caldeo.
2. Averías en los tubos y las planchas, producidas por la disminución en la cantidad de calor transmitido a través de ella.
3. Corrosión y fragilidad del acero en la caldera.
4. Mal funcionamiento, formación de espumas y arrastres de agua en cantidad por vapor.
5. Pérdidas caloríficas debidas a frecuentes purgados.
6. Mal funcionamiento de los equipos que utilizan el vapor, a causa de que éste sea sucio.

A continuación, mostramos los efectos provocados por las corrosiones e incrustaciones en las calderas.



Fig. III – 05. Efectos provocados por las corrosiones e incrustaciones en las calderas.

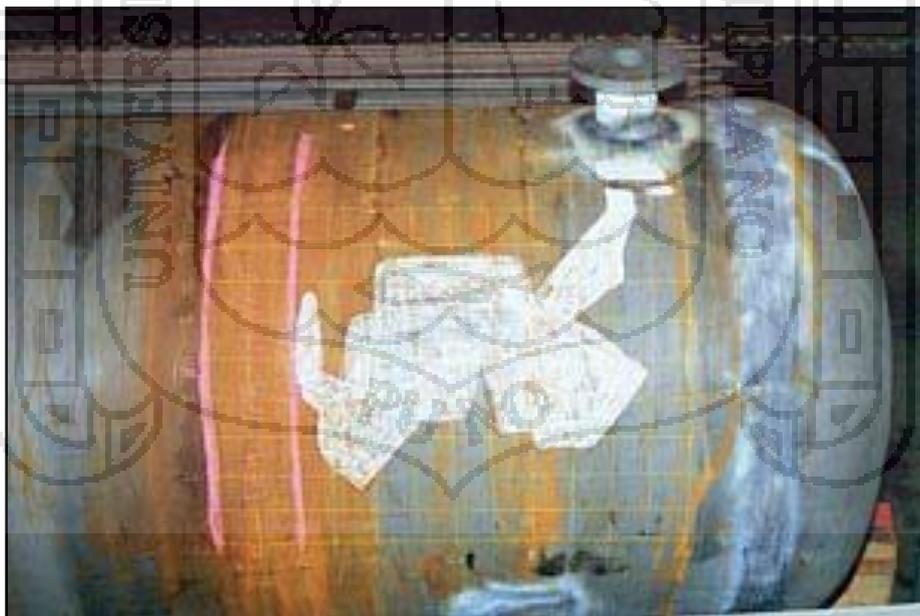


Fig. III – 06. Corrosión e incrustación.



Fig. III – 07. Corrosión e incrustación.

Se proveerán dos equipos de Ablandadores para su uso alternado de los mismos, en la ubicación, distribución y con los equipos de bombeo según lo mostrado en los planos.

Compuesto por tanque de acero galvanizado, recubierto interiormente con pintura epóxica y exteriormente con dos manos de pintura anticorrosiva y dos capas de esmalte.

Con las siguientes características:

Capacidad de ablandamiento : 1.00 l.p.s.

Dureza a tratar : 200 p.p.m.

Sistema colector de P.V.C.

Capa soporte de grava

Lecho de intercambio iónico, zeolita.

Volumen propuesto por el equipador, justificado por un análisis.

Distribuidor Generador de P.V.C.

Sistema de distribuidor colector de lavado.

Cada ablandador irá equipado por sus respectivos controles.

Un medidor de agua blanda de lectura instantánea y acumulada en M3/seg.

Válvula multiport de 2".

Tipo de intercambiador iónico, se suministrará en el que se utilice la menor cantidad de sal para su regeneración.

Se indicara el consumo propuesto

Nota: Antes de instalar el equipo se verificará la dureza del agua.

Se conoce por zeolitas (Na_2Z) a los silicatos de sodio y aluminio, bien sean naturales o artificiales; su fórmula general es: $\text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$. Esta sustancia tiene propiedad de absorber el calcio y magnesio de las aguas que atraviesan, debido a que sus bases son permutables. De esta manera, en el proceso del ablandamiento o rectificación, el sodio de la zeolita pasa a la solución en forma de carbonato, sulfato o cloruro, debido a que el calcio y magnesio del agua son absorbidos por zeolita.

El tratamiento con zeolita produce aguas con contenidos muy bajos de calcio y magnesio. Cuando la zeolita se vuelve inerte se regenera mediante un lavado con salmuera (NaCl) para restituir el sodio por intercambio.

La red general de agua Blanda será de PVC-SAP, instalada de forma visible y por el piso. La red y puntos de agua blanda empotrados en los muros.

3.6.2. Relación de Aparatos Sanitarios en el Centro de Salud.

Incluye el listado completo de los equipos que se consideran en c/u de ellos con indicación de su nombre.

Se ha utilizado las claves convencionales de EsSalud que ya fueron usadas por el suscrito en Equipamientos realizados anteriormente.

Se adjunta el Cuadro de las claves de los equipos usados en los planos para una mejor comprensión de dichos planos.

	CLAVE	DESCRIPCIÓN
LAVATORIOS ESPECIALES	A-2	Lavatorio de porcelana o loza vitrificada, con grifería control de codo o muñeca. Agua fría
	A-2A	Lavatorio de porcelana o loza vitrificada, con grifería control de codo o muñeca. agua fría / agua caliente
	A-3	Lavatorio de porcelana o loza vitrificada, con grifería control de mano agua fría
LAVADERO	B-1	Lavadero de acero inoxidable de 18" x 20" aprox. de una poza. agua fría
	B-1A	Lavadero de acero inoxidable de 18" x 20" aprox. de una poza. agua fría / agua caliente
	B-9	Lavadero de acero inoxidable de 19" x 37" aprox., de una poza con escurridero. agua fría
	B-9A	Lavadero de acero inoxidable de 19" x 37" aprox., de una poza con escurridero. agua fría / agua caliente
	B-13A	Lavadero de acero inoxidable de 21" x 54" aprox., de dos pozas con triturador en una de ellas y escurridero. Agua fría / agua caliente.
	B-50	Botadero clínico de porcelana o loza vitrificada, con limpiado de chatas, salida de desagüe. Colocado en piso
	B-102	lavadero de acero inoxidable para cirujano de una sola poza, bordes y esquinas redondeadas, fabricado en plancha pulida para facilitar su limpieza gauge 15 respaldo contra salpicaduras de 30 cm. Colocado en piso.
OTROS	C-1	Inodoro de porcelana o loza vitrificada con válvula fluxométrica
	C-9	Urinario de porcelana o loza vitrificada de pared
	F-1	Ducha con grifería para agua fría y agua caliente
PLACA	J-2	Tanque de revelado manual de películas radiográficas, agua fría y caliente
EQUIPOS ESPECIALES	S-3	Esterilizador Dental
	S-7	Lavachata con generador de vapor
	S-9	Autoclave eléctrica con generador a vapor
	S-62	Esterilizador lavadora desinfectadora eléctrica de doble puerta con generador Eléctrico
	PR - 01	Poza de remojo
	U-3	Salida Consultorio Dental

RELACIÓN DE EQUIPOS, CLAVES Y UNIDADES GASTO

	CLAVE	UG-AF	UG-AC	UG-A. BLANDA
LAVATORIOS ESPECIALES	A-2	2		
	A-2A	1.5	1.5	
	A-3	2		
LAVADERO	B-1	3		
	B-1A	2	2	
	B-9	3		
	B-9A	2	2	
	B-13A	4	4	
	B-50	8	1.5	
	B-102	2	2	
OTROS	C-1	8		
	C-9	5		
	F-1	3	3	
PLACA	J-2	1.5	1.5	
EQUIPOS ESPECIALES	S-3			3
	S-7	3	3	3
	S-9			3
	S-62	3	3	3
	PR - 01		3	3
	U-3	1.5		

3.6.3. Cálculo Y Diseño De Las Redes Interiores.

La elaboración del proyecto de un sistema de agua blanda para centros de salud requiere de una experiencia previa en cuanto a los tipos de ambientes y equipos a utilizarse, algunos de estos tienen características especiales como por ejemplo las autoclaves las unidades gasto que le corresponden, los diámetros de ingreso al equipo, la ubicación, los sistemas de agua (agua fría, agua caliente,

agua blanda) que requiere, entre otros, si no hay una experiencia previa, el cálculo y diseño del proyecto tendrá serias deficiencias.

El cálculo de las redes es similar al de agua fría, con la salvedad que debe tenerse en cuenta las unidades gasto asignadas por el proveedor o el gasto que requiere cada equipo.

Predimensionamiento, diseño y cálculo preliminar. Se realiza utilizando la normatividad vigente y formulas hidráulicas racionales.

Adicionalmente nuestro diseño debe ser funcional para todos los aparatos sanitarios que contenga la edificación y cuyo uso tenga un funcionamiento correcto, notamos en nuestro proyecto que la cantidad de agua fría, caliente, blanda y demás; dependen del tipo de edificación y de la zona, del uso y de la hora del día. El sistema debe llenar los requisitos de capacidad suficiente en todas sus partes: tuberías, bombas, tanques de almacenamiento, etc. para satisfacer las demandas máximas.

Para determinar los caudales correspondientes a la máxima demanda simultanea de cada tramo de la red, utilizaremos el método más utilizado para el cálculo de las redes de distribución interior de agua que es el método de **Roy B. Hunter** o el método de gastos probables, que se basa en asignar a cada uno de los aparatos sanitarios una cantidad de unidades gasto o peso determinados experimentalmente, equivalentes a 25 litros por minuto ó 0.47 litros por segundo (7.48 g.p.m.) y establecer una relación probabilística entre la simultaneidad de uso de una determinada cantidad de aparatos y un caudal como máxima demanda simultánea.

Una vez calculada el total de unidades gasto, se podrán determinar “los gastos probables” para la aplicación del Método Hunter. Tabla III – 05.

Se considerará los criterios establecidos según el **ítem 2.3 Red de Distribución**, de la Norma IS.O10 “Instalaciones Sanitarias para edificaciones” contenida en el acápite III.3 del Título III del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Procedimiento de cálculo

1. Revisar los planos en planta e identificar los aparatos sanitarios que se sugieren en los planos o por la especialidad de arquitectura. Adicionar, disminuir, o corregir el tipo de aparato sanitario para el tipo de instalación, esto depende de la experiencia en proyectos en el área de salud.
2. Ubicar los ductos adecuados y necesarios para las camadas de tuberías, esto en coordinación con los distintos equipos de trabajo según las especialidades de los mismos.
3. Distribuir la posición de las tuberías en los ductos, tiene que entenderse que habrá ductos en los cuales no solo se presentarán tuberías de agua (ya sea fría, caliente, recirculación) sino también de desagüe, ventilación, comunicación y eléctricas.
4. Asignar las Unidades Gasto para cada aparato sanitario en los planos en planta.
5. Construir los planos isométricos de la red de agua en el cual pueda identificarse los puntos de entrega al grupo de aparatos sanitarios por niveles y en cada ducto en donde se encuentre la red.
6. Sumar las Unidades Gasto en las montantes y del más lejano hasta el más próximo ir acumulando las Unidades Gasto, y de esta manera tener el total por montante y por nivel.
7. Ubicar el punto más desfavorable y ver que se cumpla que la presión no debe ser menor a la mínima exigida según el R.N.E. y/o según las especificaciones de cada aparato sanitario; siendo este el más alejado horizontalmente y el más alto con respecto a la cota del tanque elevado.
8. Con los tramos establecidos en los planos de planta e isométrico, calculamos las Unidades Gasto por Tramos.

9. Con las Unidades Gasto Calculamos el caudal para cada aparato sanitario, para cada tramo, montante, y el final acumulado, considerando el gasto instantáneo correspondiente a los equipos especiales que se indican en la relación de aparatos sanitarios.
10. Suponiendo una velocidad promedio de 2 m/s calculamos el Diámetro y lo aproximamos a uno comercial (al inmediato superior).
11. Calculamos la longitud física de la tubería, también la longitud equivalente (20% de la longitud física) y la longitud total (suma de la longitud física y longitud equivalente).
12. Con el diámetro comercial recalculamos la velocidad.
13. Con la longitud, velocidad y diámetros recalculados y con la fórmula de Darcy – Weisbach (fórmula más exacta para el cálculo hidráulico) calculamos la pérdida de energía.
14. Considerando la Presión inicial o Estática y descontando las pérdidas de energía hallamos la presión final o disponible.

3.6.4. Planos utilizados para el cálculo:

En todo cálculo es esencial la utilización de planos, como mínimo deberemos considerar los planos de distribución (planta), plano de elevaciones, y el plano isométrico.

A continuación se muestra el plano isométrico del sistema de agua blanda sin escala de manera ilustrativa para que se tenga la referencia general del sistema integral del sistema. Los planos a escala están detallados en los anexos. Correspondiente a planos.



LISTADO DE APARATOS SANITARIOS Y UNIDADES GASTO POR EQUIPO

CLAVE	DESCRIPCION	UG-AF	UG-AC	UG-AF BLAN
A-2	Lavatorio de porcelana o loza vitrificada, con grifería control de codo o muñeca. Agua fría	2		
A-2A	Lavatorio de porcelana o loza vitrificada, con grifería control de codo o muñeca. agua fría / agua caliente	1.5	1.5	
A-3	Lavatorio de porcelana o loza vitrificada, con grifería control de mano agua fría	2		
B-1	Lavadero de acero inoxidable de 18" x 20" aprox. de una poza. agua fría	3		
B-1A	Lavadero de acero inoxidable de 18" x 20" aprox. de una poza. agua fría / agua caliente	2	2	
B-9	Lavadero de acero inoxidable de 19" x 37" aprox., de una poza con escurridor. agua fría	3		
B-9A	Lavadero de acero inoxidable de 19" x 37" aprox., de una poza con escurridor. agua fría / agua caliente	2	2	
B-13A	Lavadero de acero inoxidable de 21" x 54" aprox., de dos pozas con triturador en una de ellas y escurridor. Agua fría / agua caliente.	4	4	
B-50	Botadero clínico de porcelana o loza vitrificada, con limpiado de chatas, salida de desague. Colocado en piso	8	1.5	
B-102	lavadero de acero inoxidable para cirujano de una sola poza, bordes y esquinas redondeadas. fabricado en plancha pulida para facilitar su limpieza gauge 1.5 respaldo	2	2	
C-1	Inodoro de porcelana o loza vitrificada con válvula fluxométrica	8		
C-9	Urinario de porcelana o loza vitrificada de pared	5		
F-1	Ducha con grifería para agua fría y agua caliente	3	3	
J-2	Tanque de revelado manual de películas radiográficas, agua fría y caliente	1.5	1.5	
S-3	Esterilizador Dental			3
S-7	Lavachata con generador de vapor	3	3	3
S-9	Autoclave eléctrica con generador a vapor			3
S-62	Esterilizador lavadora desinfectadora eléctrica de doble puerta con gen. Eféc.	3	3	3
PR - 01	Poza de remojo		3	3

**TABLA DE DENSIDAD RELATIVA Y VISCOSIDAD CINEMÁTICA
EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA**

$$Re = V \cdot D / \nu$$

Donde: V = Velocidad media (m/seg.)
 D = Diámetro de la tubería (m)
 ν = Viscosidad cinemática (m²/seg.)

El valor de la Viscosidad cinemática depende de la temperatura, conforme a la siguiente tabla.

Densidad Relativa y Viscosidad Cinemática del Agua			
Temperatura °C	Densidad Relativa Adimensional	Viscosidad Cinemática m ² /seg.	
5	1.000	1.520	*10 ⁻⁶
10	1.000	1.308	*10 ⁻⁶
15	0.999	1.142	*10 ⁻⁶
20	0.998	1.007	*10 ⁻⁶
25	0.997	0.897	*10 ⁻⁶
30	0.995	0.804	*10 ⁻⁶
35	0.993	0.727	*10 ⁻⁶
40	0.991	0.661	*10 ⁻⁶
50	0.990	0.556	*10 ⁻⁶
65	0.980	0.442	*10 ⁻⁶

Fuente: Mecánica de los Fluidos e Hidráulica - Giles - Evett - Liu.

RED AGUA BLANDA

$C = 150$ $v = 0.000001142$

TRAMO	De	A	UG	Gasto en lps	Gasto Inst	Gasto en lt/s	Gasto en m3/s	Veloc. Planteada	Diam tentat mm	Diametr o Interno (mm)	Diam. Nominal	Diamt (m)	Long Real	Long Equiv.	Long Total	V (m/seg)	Re	f	Hf	Hf	Preciones	
																					Altura estatica	P inic

CALCULO DE REDES PRINCIPALES EN TECHOS

T.E.	02X	15.00	1.18	0.70	1.88	0.002	2.0	34.62	38.33	1.14"	0.0382	34.43	6.89	41.31	1.64	54904.61	0.0207	3.06	0.337	6.70	0.00	3.64
------	-----	-------	------	------	------	-------	-----	-------	-------	-------	--------	-------	------	-------	------	----------	--------	------	-------	------	------	------

CALCULO DE ALIMENTADORES DUCTO 02

02X	02Y	15	1.18	0.70	1.88	0.002	2.0	34.62	38.23	1.14"	0.0382	3.40	0.68	4.08	1.64	54904.61	0.0207	0.30	0.033	3.40	3.64	6.73
02Y	02Z	3	0.12	0.70	0.82	0.001	2.0	22.85	26.04	3/4"	0.0260	3.40	0.68	4.08	1.54	35115.62	0.0231	0.44	0.046	3.70	6.73	10.00

RED AGUA BLANDA

$C = 150$ $v = 0.000001142$

TRAMO	De	A	UG	Gasto en lps	Gasto Inst	Gasto en lt/s	Gasto en m3/s	Veloc. Planteada	Diam tentat mm	Diametr o Interno (mm)	Diam. Nominal	Diamt (m)	Long Real	Long Equiv.	Long Total	V (m/seg)	Re	f	Hf	Hf	Preciones	
																					Altura estatica	P inic

CALCULO HIDRAULICO POR AMBIENTES RED INTERIOR DE AGUA BLANDA

DUCTO 02

SEGUNDO NIVEL

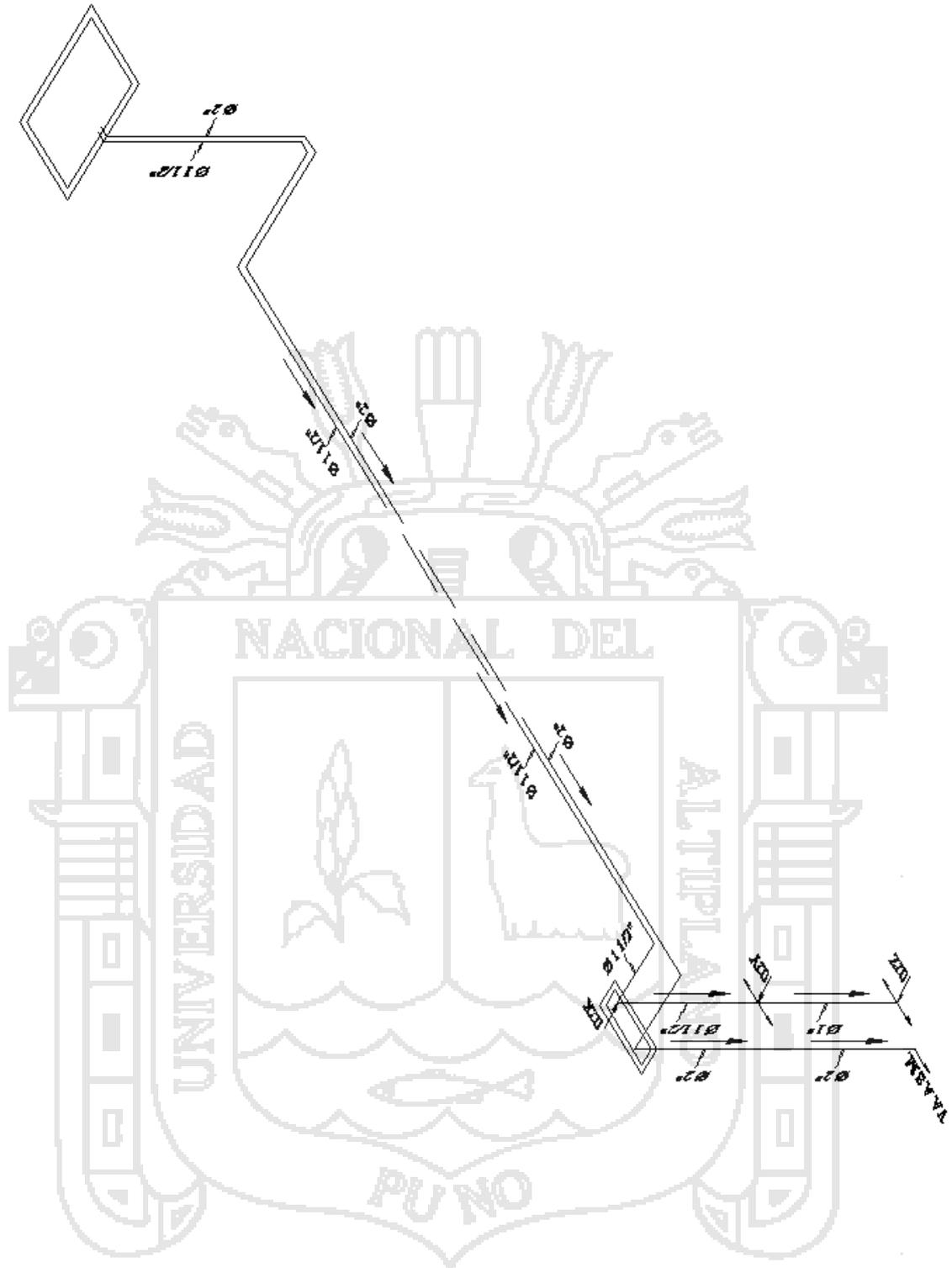
02Y	a	12	1.11			1.11	0.001	2.0	26.57	32.13	1"	0.0321	3.07	0.61	3.68	1.37	38481.44	0.0226	0.25	0.026	0.00	6.73	6.49
a	b	9	1.03			1.03	0.001	2.0	25.61	26.04	3/4"	0.0260	4.02	0.80	4.82	1.93	44108.64	0.0218	0.77	0.084	0.00	6.49	5.72
b	c	6	0.94			0.94	0.001	2.0	24.46	26.04	3/4"	0.0260	0.51	0.10	0.61	1.77	40254.49	0.0223	0.08	0.009	0.00	5.72	5.63
a	S-7	3	0.12			0.12	0.000	2.0	8.74	13.84	1/2"	0.0138	7.74	1.55	9.29	0.80	9664.85	0.0319	0.69	0.065	-1.20	6.49	4.59
b	S-9	3	0.12			0.12	0.000	2.0	8.74	13.84	1/2"	0.0138	1.55	0.31	1.86	0.80	9664.85	0.0319	0.14	0.013	-1.20	5.72	4.38
c1	S-3	3	0.12			0.12	0.000	2.0	8.74	13.84	1/2"	0.0138	1.96	0.39	2.35	0.80	9664.85	0.0319	0.18	0.016	-1.20	5.63	4.26
c1	S-62	3	0.12			0.12	0.000	2.0	8.74	13.84	1/2"	0.0138	6.45	1.29	7.73	0.80	9664.85	0.0319	0.58	0.054	-1.20	5.63	3.86

CALCULO HIDRAULICO POR AMBIENTES RED INTERIOR DE AGUA BLANDA

DUCTO 02

PRIMER NIVEL

02Z	a	3	0.12	0.70	0.82	0.001	2.0	22.85	26.04	3/4"	0.0260	8.76	1.75	10.51	1.54	35115.62	0.0231	1.13	0.119	0.00	10.00	8.87
a	b	3	0.12	0.50	0.62	0.001	2.0	19.87	19.94	3/4"	0.0199	1.21	0.24	1.45	1.99	34668.28	0.0232	0.34	0.036	0.00	8.87	8.53
a	LV-1		-	0.20	0.20	0.000	2.0	11.28	13.84	1/2"	0.0138	0.46	0.09	0.55	1.33	16108.08	0.0281	0.10	0.010	-0.30	8.87	8.47
b	LV-2		-	0.50	0.50	0.001	2.0	17.84	19.94	3/4"	0.0199	0.46	0.09	0.55	1.60	27958.29	0.0245	0.09	0.009	-0.30	8.47	8.08
b	PR-1	3	0.12		0.12	0.000	2.0	8.74	13.84	1/2"	0.0138	0.30	0.06	0.36	0.80	9664.85	0.0319	0.03	0.003	-0.30	8.47	8.14



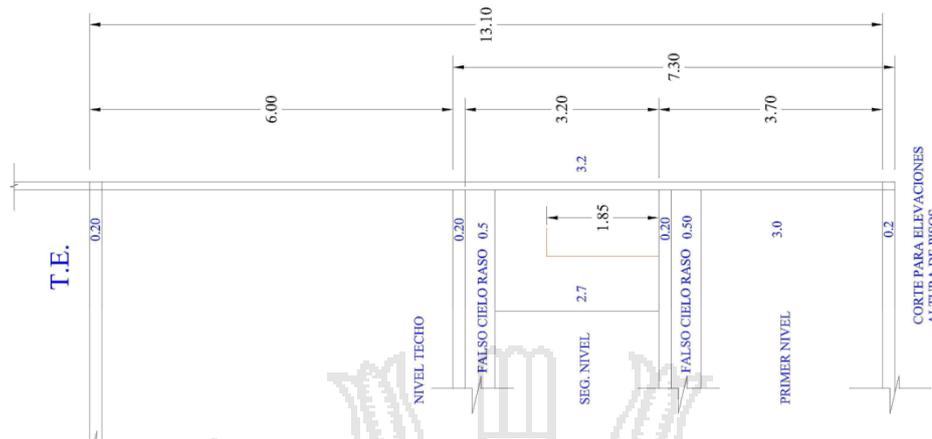


Diagrama N° 04. Plano Isométrico Sistema de Agua Blanda, con elevaciones de pisos.

3.7. SISTEMA DE AGUA PARA RIEGO.

3.7.1. DESCRIPCIÓN.

En el diseño de Instalaciones sanitarias en edificaciones de centros de salud, existen grandes áreas verdes, las cuales necesitan de agua para sobrevivir.

El sistema que se emplea mayormente es el directo, de la red de agua proveniente de la red pública, aunque hay casos en que por diversas razones esto no puede realizarse y el sistema de riego debe realizarse formando parte del sistema de distribución de agua de la edificación. Es decir siempre que sea posible debe procurarse un sistema independiente.

3.7.2. CÁLCULO Y DISEÑO DE REDES.

En los casos de que esto no se pueda conseguir, hay que darle mayor amplitud a la cisterna, y para ello se aumenta su capacidad en 2 litros/m²/día del área verde a regarse.

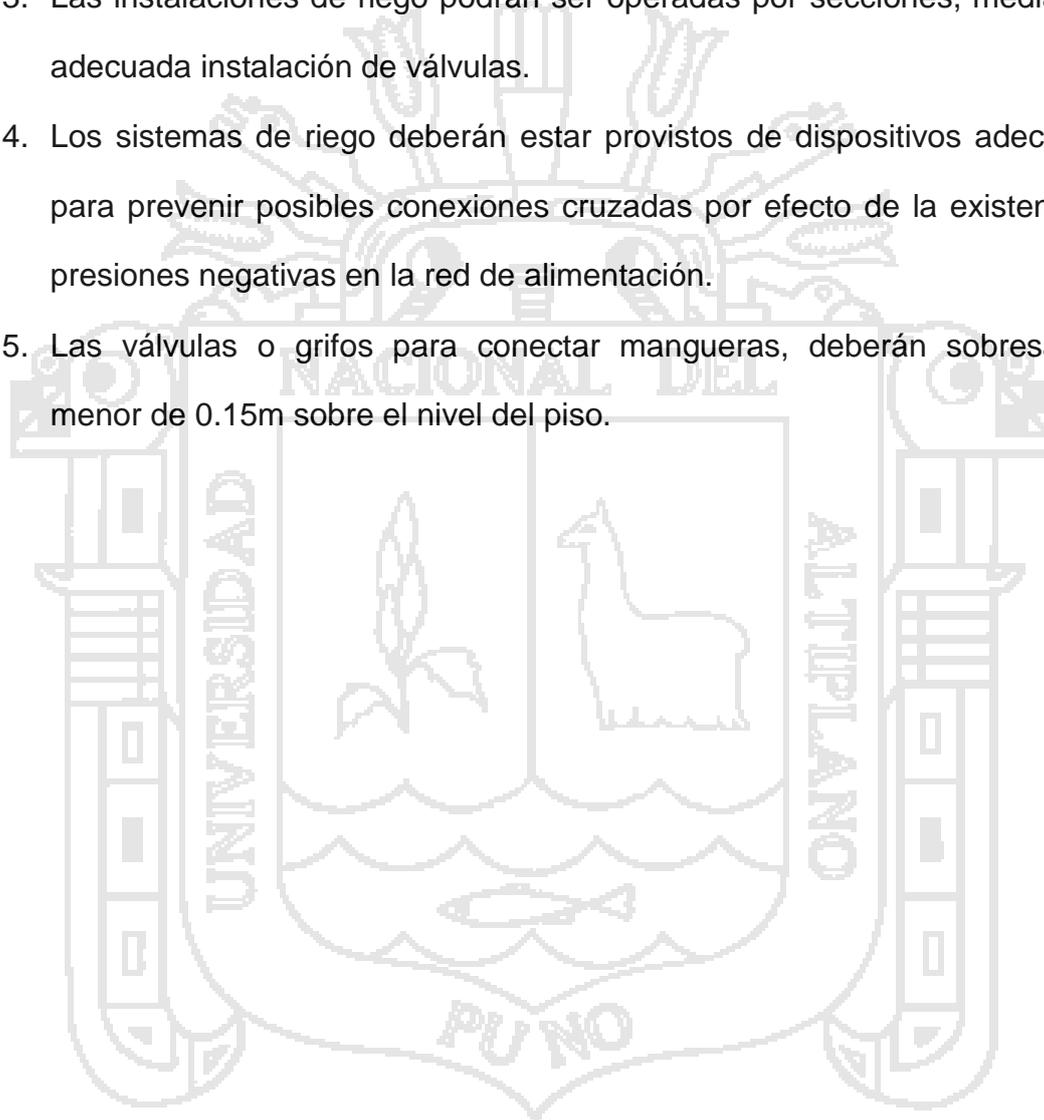
El riego de áreas verdes se realiza de las siguientes maneras:

1. Con puntos de conexión (llaves de riego) de mangueras, instaladas con sus correspondientes válvulas de compuerta.
2. Con rociadores o aspersores.

En el diseño de las instalaciones de riego, con puntos de agua para mangueras, se adoptarán los valores según tabla (tabla III – 12).

Diámetro manguera (mm)	Longitud máxima (m)	Área de riego m ²	Caudal L/s
15 (1/2")	10	100	0,2
20 (3/4")	20	250	0,3
25 (1")	30	600	0,5

3. Las instalaciones de riego podrán ser operadas por secciones, mediante la adecuada instalación de válvulas.
4. Los sistemas de riego deberán estar provistos de dispositivos adecuados, para prevenir posibles conexiones cruzadas por efecto de la existencia de presiones negativas en la red de alimentación.
5. Las válvulas o grifos para conectar mangueras, deberán sobresalir no menor de 0.15m sobre el nivel del piso.



CAPITULO IV

4. INSTALACIONES SANITARIAS RED DE DESAGÜE Y VENTILACIÓN

4.1. SISTEMA DE DESAGÜE Y VENTILACIÓN SANITARIA

4.1.1. DESCRIPCIÓN:

La evacuación de las aguas servidas se realiza por medio de un conjunto de tuberías, que deberían cumplir las condiciones siguientes:

1. Evacuar rápidamente las aguas servidas, alejándolas de los aparatos sanitarios.
2. Impedir el paso del aire, olores y organismos patógenos de las tuberías al interior del Centro de Salud.
3. Las tuberías deben ser de materiales durables e instalados de manera que no se provoque alteraciones con los movimientos de los edificios.
4. Los materiales de que están hechas las tuberías deben resistir la acción corrosiva del terreno en que están instalados y de las aguas que transportan.

4.1.2. COMPONENTES DE LA RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS SERVIDAS

Consta de las siguientes partes:

a. Tuberías de Evacuación propiamente dichas.

a.1. Derivaciones.

Pueden ser simples, cuando sirven a un solo aparato, y compuestas, cuando sirven a varios aparatos. En el primer caso el diámetro depende del tipo

de aparato; en el segundo caso varía con la pendiente y el número de aparatos servidos, de acuerdo a las unidades de peso.

Las pendientes de las derivaciones serán uniformes y no menores del 1% en diámetros de 4" y mayores, y no menores de 1.5% en diámetros de 3" o menores. Los empalmes entre ramales y derivaciones se harán a un ángulo de 45°, salvo que se hagan en un buzón o caja de registro.

Las dimensiones de los ramales de desagüe, montantes y colectores se calcularán tomando como base el gasto relativo que puede descargar cada aparato. Se da la tabla siguiente de Unidades de Descarga.

TABLA IV – 01. UNIDADES DE DESCARGA

Tipos de Aparatos	Diámetro Mínimo de la Trampa	Unidades de Descarga
Inodoro (con tanque)	75 (3")	4
Inodoro (con tanque descarga reducida)	75 (3")	2
Inodoro (con válvula automática y semiautomática)	75 (3")	8
Inodoro (con válvula automática y semiautomática descarga reducida)	75(3")	4
Bidé	40(1.1/2")	3
Lavatorio	32-40(1.1/4"-1.1/2")	1-2
Lavadero de Cocina	50(2")	2
Lavadero con trituradora de desperdicios	50(2")	3
Lavadero de ropa	40(1.1/2")	2
Ducha Privada	50(2")	2
Ducha Pública	50(2")	3
Tina	40-50(1.1/2" -2")	2-3
Urinario de pared	40(1.1/2")	4
Urinario de válvula automática y semiautomática	75(3")	8
Urinario de válvula automática y semiautomática de descarga reducida.	75(3")	4
Urinario corrido.	75(3")	4
Bebedero.	25(1")	1-2
Sumidero.	50(2")	2

Para el cálculo de las unidades de descarga de aparatos no incluidos en el cuadro anterior, puede utilizarse la tabla siguiente, basada en el diámetro del tubo

de descarga del aparato:

TABLA IV – 02. Unidades De Descarga Para Aparatos No Especificados

Diámetro de la Tubería de Descarga del Aparato	Unidades de Descarga Correspondientes
1-1/4" o menor	1
1-1/2"	2
2"	3
2-1/2"	4
3"	5
4"	6

Para los casos de aparatos con descarga continua, se calculará a razón de una unidad por cada 0.03 lt/seg. De gasto.

a.2. Columnas.

Llamadas también bandejas; aunque usualmente no se practica se recomienda que se enlacen por su parte inferior a los colectores horizontales de descarga en dos formas o se coloca un sifón en la base de cada columna, entre ésta y el colector, o bien se enlazan directamente las columnas con el colector, disponiendo un sifón al final de éste.

El primer sistema tiene la ventaja de que no pasan a las columnas las emanaciones que se producen en el colector, debido a que por su recorrido horizontal se depositan en él fácilmente sustancias sólidas, que lleva el agua en suspensión.

Tiene el inconveniente de ser más caro y de que al mantener los cierres hidráulicos en las bases de las columnas facilita la formación de sobrepresiones en la parte inferior de éstas, al descargar el agua.

Las columnas en su parte superior deben prolongarse hasta atravesar la

azotea del edificio o casa y dejar abierto su extremo superior, que puede cubrirse con un sombreado, cuyo objeto no es sólo de proteger la columna contra la entrada de cuerpos extraños, sino facilitar por la acción del viento, una aspiración de los gases contenidos en aquella.

Para el cálculo de las columnas o bajadas se adjunta la tabla siguiente.

TABLA IV – 03. Ramales horizontales y bajadas verticales

DIÁMETRO DE TUBERÍA EN PULGADAS	MÁXIMO NÚMERO UNIDADES DE PESO QUE PUEDEN SER CONECTADOS A:			
	Ramal horizontal pendiente mínima	Vertical de tres pisos o menos	Más de tres pisos de altura	
			Total para vertical	Total en un piso
1 ¼	1	2	2	1
1 ½	3	4	8	2
2	6	10	24	6
2 ½	12	20	42	9
3	20	30	60	16
4	160	240	500	90
5	360	540	1,100	200
6	620	950	1,900	350
8	1,400	2,200	3,600	600
10	2,500	3,800	5,600	1,000
12	3,900	6,000	8,400	1,500

a.3. Colectores

Recogen y transportan horizontalmente el agua de las columnas. Los diversos colectores que forman la red horizontal de saneamiento se unen a su vez en un colector final que lleva el agua a la alcantarilla o red exterior de desagües.

Se debe colocar cajas de registros en los puntos de recibo de bajantes o columnas, en los lugares de reunión de 2 o más colectores, en los cambios de dirección y cada 15m. Como máximo de longitud en cada colector. Se pueden calcular de acuerdo a la tabla dada para ramales horizontal y el Reglamento Nacional de Edificaciones.

TABLA IV – 04. Desagüe En Los Edificios Ramales Horizontales

DIÁMETRO DE TUBERÍA EN PULGADAS	MÁXIMO NÚMERO UNIDADES DE PESO QUE PUEDEN SER CONECTADOS A UN RAMAL			
	PENDIENTE			
	0.50%	1%	2"	4"
2			21	23
2 ½			24	31
3		20	27	36
4		180	216	250
5		390	480	575
6		700	840	1,000
8	1,400	1,600	1,920	2,300
10	2,500	2,900	3,500	4,200
12	3,900	4,600	5,600	6,700

b. Sistema De Evacuación De Aguas Servidas.

Pueden ser:

Unitario, cuando en la misma red se vierten tanto aguas negras como aguas de lluvia.

Separado, cuando se tienen dos redes distintas, unas para aguas de lluvia y otra para las aguas negras.

Con el primer sistema, en lugares lluviosos se tiene a los tubos trabajando llenos con las lluvias, con lo cual la ventilación resulta insuficiente y fácilmente se descargan los sifones.

c. Registro, Cajas De Registros Y Buzones

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, los sistemas de desagüe de aguas negras de lluvia y residuales industriales deberán estar dotados de

cajas de registro, registros o buzones.

Los registros serán piezas de fierro fundido o bronce, provistos de tapón en uno de sus extremos. Los tapones de los registros serán de fierro fundido o de bronce, de un espesor no menor de 4.8 mm. (3/16”), roscados y dotados de una ranura o un saliente que facilite su remoción.

En conductos menores de 4” de diámetro, los registros serán del mismo diámetro que el de la tubería a que sirven: en los de 4” de diámetro o mayores deben utilizarse registros de 4” como mínimo.

La distancia mínima entre el tapón de cualquier registro y una pared, techo o cualquier otro elemento que pudiera obstaculizar la limpieza del sistema, será de 45cms. Para tuberías de 3” o menos.

Los registros deberán colocarse en los sitios que se indican a continuación:

1. Al comienzo de cada ramal horizontal de desagüe o colector.
2. Cada 15m. En los conductos horizontales de desagüe.
3. Al pie de cada montante, salvo cuando ella descargue en un colector recto a una caja de registro o buzón distante no más de 10 m.
4. Cada 2 cambios de dirección en los conductos horizontales de desagüe.
5. En la parte superior de cada ramal de las trampas “U”.

Las cajas de registro se instalarán en las redes exteriores de desagüe en todo cambio de dirección, pendientes o diámetro y cada 15m. De largo en tramos rectos. Las cajas de registro serán de concreto o de albañilería, con marcos y tapa de fierro fundido, bronce o concreto. El acabado final de la tapa podrá ser de otro material, de acuerdo al piso que se instale.

El interior de las cajas de registro será tarrajado y pulido y el fondo deberá llevar medias cañas del diámetro de las tuberías respectivas.

Las dimensiones de las cajas se determinarán de acuerdo a:

1. Los diámetros de las tuberías y
2. Profundidad de la Caja de Registro.
3. Se harán de acuerdo a la tabla, siguiente:

TABLA IV – 05 Dimensiones de la Caja de Registro.

Dimensiones interiores de caja	Diámetro Máximo	Profundidad mínima
10"x20"	4"	0.60 m.
12"x24"	6"	0.80 m.
18"x21"	6"	1.00 m.
24"x24"	8"	1.20 m.

Para diámetros mayores de 8" o profundidades mayores de 1.20m. se deberá utilizar buzones del tipo normal del Ministerio de Vivienda.



4.1.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN.

Durante la recolección y evacuación de las aguas residuales provenientes de los diferentes servicios sanitarios y de los puntos donde se generan, a través de los conductos cerrados que forman las redes, se producen diferentes fenómenos sobre todo por el efecto pistón que genera el paso de las aguas residuales con cierta velocidad en las derivaciones y que generan presiones positivas y negativas en diferentes puntos de las redes produciendo la pérdida de los sellos de agua en las trampas o sifones, dejando que los gases salgan a través de los aparatos sanitarios a los ambientes de la edificación, o haciendo que disminuya la velocidad de transporte de las aguas residuales.

A fin de mantener la presión atmosférica en el sistema de aguas residuales para evitar o minimizar las presiones positivas y negativas y evacuar en lo posible los gases que se generan, es necesario diseñar un sistema de ventilación conformado por tuberías conectadas a las redes de aguas residuales en puntos estratégicos y siguiendo la práctica y recomendaciones de investigaciones realizadas para el efecto y volcadas generalmente en las normas vigentes.

Lo ideal es instalar una derivación de ventilación a cada uno de los sifones o trampas de los aparatos sanitarios y a los terminales de los ramales y conectarlos a una o varias tuberías o columnas de ventilación que salga al exterior. Esto es lo que se llama sistema de ventilación unitaria. Por lo general no es posible o necesario hacerlo, debido a que se tendría que instalar un número grande de tuberías, sobre todo cuando se trate de baterías de aparatos sanitarios en servicios higiénicos colectivos, lo cual muchas veces no se adapta al sistema constructivo utilizado con estructuras esbeltas y de espesores pequeños.

Como alternativa puede instalarse un sistema de ventilación en circuito en el cual se instala tuberías de ventilación a grupos de aparatos sanitarios

conformados por dos o más aparatos dependiendo de la distancia que exista desde el punto de descarga a la red de aguas residuales y el tubo de ventilación. Esta distancia varía de acuerdo al diámetro de la tubería de descarga y está establecida en las normas vigentes. En resumen:

- a) Ventilación simple
- b) Ventilación en colector

En (a), cada trampa se ventila directamente. Este sistema es el más satisfactorio y resulta eficaz, tanto contra el sifonamiento producido por la descarga a través de la misma derivación. Pero es muy costoso.

El (b), sólo puede instalarse cuando hay varios aparatos en batería, enlazándose cada colector de derivación por su extremo con la columna de derivación. El sistema puede resultar inútil contra el fenómeno de autosifonamiento si la derivación de descarga de un aparato es muy larga y de poca sección.

La ubicación de los tubos de ventilación en este sistema con respecto a los sellos de agua contenidos en los sifones o trampas es producto de la experiencia y las recomendaciones para mantener la presión atmosférica en el sistema y evitar las presiones positivas o negativas. Esto nos lleva a recomendar que el proyectista deba analizar la red de colección y en cada lugar y caso y establecer la necesidad de considerar ventilación ya sea para descarga de gases o para evitar las presiones positivas o negativas.

Normalmente la tubería de ventilación debe iniciarse en la parte más alta de la instalación de desagüe de la batería a la cual sirve para evitar que el empalme se encuentre por debajo de la línea hidráulica, sin embargo esto no es siempre posible por lo que se recurre a la llamada ventilación húmeda o mojada, que está siempre por debajo de la línea hidráulica. Si bien es cierto que en lo posible debe evitarse, puede utilizarse si está bien ubicada y con la menor

longitud húmeda.

Es importante mencionar que toda la tubería de ventilación debe tener una pendiente mínima del 0.5% de tal forma que el agua que se produzca por condensación u otro factor pueda escurrir al ramal de desagüe o montante a la cual está conectada.

El diámetro de las tuberías de ventilación se determina teniendo en cuenta lo siguiente:

El diámetro del tubo de ventilación de cada aparato sanitario podrá ser la mitad del diámetro del tubo de desagüe del aparato, pero en ningún caso menor a 1.1/2" ó 40mm.

Los diámetros de las tuberías de ventilación (horizontal o columnas) se determinaran teniendo en cuenta el número de unidades de descarga que corresponde a la tubería que se ventilará; el diámetro de la montante de aguas residuales correspondiente y la longitud total de la tubería de ventilación considerada. Esta relación está establecida en tablas incorporadas en la Norma vigente.

Las columnas deben tener el mismo diámetro en toda la altura. En su extremo inferior se enlazan agua de condensación. Por la parte alta se prolongan hasta unirse nuevamente con las columnas de descarga por encima del aparato más alto, o bien independientemente hasta atravesar la azotea y salir al exterior.

Cuando se trata de un edificio de mucha altura, los enlaces de la columna de ventilación y la de descarga no deben limitarse al inferior y al superior, sino que deben hacerse otros intermedios, pues al descargar los aparatos en columnas altas se produce, en distintas cotas de la columna, diversos caso de sobrepresión o depresión y aquellos enlaces restablecen el equilibrio.

El Reglamento Nacional de Edificaciones estipula lo siguiente:

1. El sello de agua deberá ser protegido contra sifonaje, mediante el uso

- adecuado de ramales de ventilación, tubos auxiliares de ventilación, ventilación en conjunto, ventilación húmeda o una combinación de estos métodos.
2. Los tubos de ventilación deberán tener una pendiente uniforme no menor de 1% en forma tal que el agua que pudiere condensarse en ellos, escurra a un conducto de desagüe o montante.
 3. Los tramos horizontales de la tubería de ventilación deberán quedar a una altura no menor de 0.15m por encima de la línea de rebose del aparato sanitario más alto el cual ventilan.
 4. La distancia máxima entre la salida de un sello de agua y el tubo de ventilación correspondiente, según siguiente tabla.

TABLA IV – 06 Diámetro del Conducto de Desagüe del Aparato Sanitario.

Diámetro del Conducto de Desagüe del Aparato Sanitario (mm)	Distancia Máxima Entre el sello de agua y el tubo de ventilación (m)
40 (1.1/2")	1.10m.
50 (2")	1.50m.
75 (3")	1.80m.
100 (4")	3.00m.

5. Todo montante de desagüe deberá prolongarse al exterior, sin disminuir su diámetro. En el caso que termine en una terraza accesible o utilizada para cualquier fin, se prolongará por encima del piso hasta una altura no menor de 1.80m. Cuando la cubierta del techo sea inaccesible, la montante se prolongará por encima de éste, 0.15m como mínimo.

En caso de que la distancia entre la boca de una montante y una ventana, puerta u otra entrada de aire al edificio sea menor de 3m horizontalmente, el

extremo superior de la montante deberá quedar como mínimo a 0.60m. por encima de la entrada del aire.

La unión entre la montante y la cubierta del techo o terraza deberá ser a prueba de filtraciones.

6. La tubería principal de ventilación se instalará vertical, sin quiebres en lo posible y sin disminuir su diámetro.
7. El diámetro del tubo de ventilación principal se determinará tomando en cuenta su longitud total, el diámetro de la montante correspondiente y el total de unidades de descarga ventilada, según siguiente tabla.

TABLA IV – 07. Dimensiones De Los Tubos De Ventilación Principal

Diámetro de la montante (mm)	Unidades de descarga ventiladas	Diámetro requerido para el tubo de ventilación principal			
		2"	3"	4"	6"
		50(mm)	75(mm)	100(mm)	150(mm)
Longitud máxima del tubo en metros					
50 (2")	12	60	-	-	-
50 (2")	20	45	-	-	-
65 (2.1/2")	10	-	-	-	-
75 (3")	10	30	180	-	-
75 (3")	30	18	150	-	-
75 (3")	60	15	120	-	-
100 (4")	100	11	78	300	-
100 (4")	200	9	75	270	-
100 (4")	500	6	54	210	-
203 (8")	600	-	-	15	150
203 (8")	1400	-	-	12	120
203 (8")	2200	-	-	9	105
203 (8")	3600	-	-	8	75
203 (8")	3600	-	-	8	75
254 (10")	1000	-	-	-	38
254 (10")	2500	-	-	-	30
254 (10")	3800	-	-	-	24
254 (10")	5600	-	-	-	18

8. Para la ventilación individual de aparatos sanitarios, el diámetro de la tubería de ventilación será igual a la mitad del diámetro del conducto de desagüe al cual ventila y no menor de 50mm (2") cuando la ventilación individual va conectada a un ramal horizontal común de ventilación, su diámetro y longitud

se determinarán según la siguiente tabla.

TABLA IV – 08. Diámetro de los tubos de ventilación en circuito y de los ramales. Terminales de tubos de ventilación.

Diámetro de ramal horizontal de desagüe (mm)	Número máximo de unidades de descarga	Diámetro del tubo de ventilación		
		50mm	75mm	100mm
		2"	3"	4"
		Máxima longitud del tubo de ventilación (m)		
50 (2")	12	12.0	-	-
50 (2")	20	9.0	-	-
75 (3")	10	6.0	30.0	-
75 (3")	30	-	30.0	-
75 (3")	60	-	24.0	-
100 (4")	100	2.1	15.0	60
100 (4")	200	1.8	15.0	54
100 (4")	500	-	10.8	42

9. Aquellos aparatos sanitarios que no pueden ser ventilados de acuerdo a las distancias máximas establecidas en el numeral 3, tales como lavaderos y otros similares, deberán descargar en forma indirecta a un sumidero de piso, caja u otro receptáculo apropiadamente ventilado.



METRADOS DE UNIDADES DE DESCARGA RED DE DESAGÜE

DUCTO	PISO	A.2	A.2A	A.3	B.1	B.1A	B.9	B.9A	B.13A	B.50	B.102	C.1	C.9	F.1	J.2	S.3	S.7	S.9	S.62	U.2	PR-1-DESC.	Sum	PARC UD	DIAMETRO	DIAMETRO ASUMIDO	DIAMETRO VENTILACION	ACUM UD		
1-Y	2	1			1							1	1	1								2	4	20	3	4	2	92	
1-Z	1	4									4	2	4									4	8	72	4	4	2	72	
2-Y	2	4					1		2			5	2									5	10	80	4	4	2	170	
2-Z	1	3	4								6	2	6	2								6	12	90	4	4	2	90	
3-Y	2	1			1				2	2	2	1	1			1						5	10	48	4	4	2	66	
3-Z	1	3			1						4	9	8								1	4	8	18	3	4	2	18	
4-Y	2	3									5	1										6	12	66	4	4	2	70	
4-Z	1	1									1	2	2									1	2	4	2	2	1	4	
5-Y	2	3									2	2		2								4	8	34	4	4	2	46	
5-Z	1	1									1	3	2									1	2	12	2.5	4	2	12	
6-Y	1	1									1	4	2									1	2	14	3	4	2	18	
6-Z	1							1				1	2									1	2	4	2	2	1	4	
7-Y	2	1									1	4	2									1	2	14	3	4	2	14	
7-Z	1																												
8-Y	2	1									2	7	4	2								2	4	26	4	4	2	44	
8-Z	1	1			1						2	6	2	2								2	4	18	3	4	2	18	
9-Y	2	1									1	4	2									1	2	14	3	4	2	38	
9-Z	1	1	1								2	6	2	2								2	4	24	4	4	2	24	
10-Y	2	2									2	7	4									2	4	32	4	4	2	72	
10-Z	1			2					2			3	11								2	3	10	6	40	4	4	2	40

4.2. SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES.

Se llama así, al sistema de canaletas y/o bombas y/o tuberías que recogen el agua proveniente de las precipitaciones pluviales que caen sobre el techo, patios, y/o zonas pavimentadas de una edificación y la evacua hacia un sistema de disposición final adecuado.

La red de aguas de lluvia se diseña para evacuar todo el caudal de la precipitación instantánea, debido a que las áreas de recolección son relativamente pequeñas y no se puede considerar reducción por tiempo de concentración, infiltración, evaporación a través del terreno, ya que se trata de superficies impermeables.

Es importante indicar que existen 3 formas de evacuar finalmente el agua de lluvia.

- Red de evacuación de aguas de lluvia separada del sistema de alcantarillado.
- Red de alcantarillado mixto o de uso tanto para desagüe cloacales como de lluvia.
- Evacuación hacia cunetas, canales o jardines.

Previamente al diseño y cálculo de un Sistema de colección y evacuación de agua de lluvia, es importante analizar si es necesario o conveniente considerado en el diseño del proyecto de instalaciones sanitarias de una edificación.

Para ello hay que tener en cuenta los siguientes factores que influyen en la decisión.

- Intensidad de la precipitación pluvial
- Frecuencia de las lluvias
- Área de la edificación expuesta a lluvia
- Sistema de evacuación final (mixto o separado que cuenta la ciudad donde se va a efectuar la edificación.
- Costo del Sistema - Economía.

Un análisis adecuado de estos factores servirá para determinar si es necesario implantar o no, el sistema de evacuación de agua de lluvia. (ver TABLA IV – 09).

TABLA IV – 09
RECOMENDACIONES PARA DIFERENTES FRECUENCIAS Y PRECIPITACIONES
PLUVIALES

FRECUENCIA Y PRECIPITACIÓN PLUVIAL	SISTEMAS DE EVACUACIÓN DE AGUAS DE LLUVIA DE LA CIUDAD	SOLUCIÓN AL PROBLEMA
1. Gran frecuencia y alta precipitación pluvial	Existe sistema separado	Diseño de colección y evacuación de las aguas de lluvia al colector pluvial
	No existe sistema separado	Diseño de colección de las aguas de lluvia y su evacuación a cunetas y/o acequias
2. Alta frecuencia pero baja precipitación pluvial	Existe sólo Red Pública de eliminación de Desagües.	Diseño de colección de aguas de lluvias, descargando a jardines y/o Red Pública de alcantarillado tomando cuidado de no obstruir los colectores, instalando interceptores de sólidos.
3. Precipitación pluvial bajísima y las lluvias de alta precipitación caen con frecuencia muy bajas (15, 20, 30 años)	No existe sistema separado No es económico.	Se debe dar pendiente a los techos, evacuando las aguas a alguna bajada de desagüe con sus respectivos interceptores de sólidos.

4.2.1. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO

En el proyecto de un sistema de colección y evacuación de agua de lluvia, se deberá considerar 2 etapas: El diseño del sistema y el cálculo de los conductos.

Para el diseño, será necesario estudiar detenidamente el proyecto arquitectónico de una edificación a fin de determinar las áreas expuestas a lluvia, ya sea techos, azoteas, patios, terrazas, ingresos (rampas) a garajes, estacionamientos, etc. Donde será necesario instalar los accesorios necesarios que coleccionarán el agua de lluvia a través de las superficies consideradas diseñando la pendiente apropiada para cada área o sección de área si es muy extensa.

Para terraza, patios, ingresos o ambientes utilizables, cuyas aguas son descargadas a la red de desagües, será indispensable considerar trampas o sifones, para impedir la salida de gases, no así para techos o azoteas, donde

puede conectarse a conductos de desagüe y en los casos ya explicados anteriormente.

En general será necesario, como se ha dicho anteriormente, la instalación de sumideros con rejilla y separador de sólidos.

El cálculo de los conductos, ya sean horizontales para la colección del agua de lluvia o verticales para las bajadas respectivas, se puede efectuar en varias formas. Para dicho cálculo se establecen las siguientes tablas para el cálculo de montantes, conductos horizontales y canaletas semi-circulares en las que se fija el diámetro con la intensidad de lluvia y la proyección horizontal del área servida.

Asimismo, puede calcularse el diámetro de los conductos con la fórmula:

$$Q = \frac{C.I.A}{360}$$

en la que:

Q = caudal en m³/seg.

C = Coeficiente de Impermeabilidad (Relación entre la escorrentía y la cantidad de lluvia caída en el área).

I = Intensidad de lluvia en mm/hora

A = Área a drenar en hectáreas

El valor de C puede estimarse:

- Área superficies impermeables de techo = 0.75 a 0.95
- Para pavimentos de asfalto = 0.85 a 0.90
- Para jardines, parques, prados = 0.05 a 0.25

Conocido en Q y la pendiente del área o conducto podrá determinar el diámetro respectivo.

Los diámetros de los montantes y los ramales de colector horizontales, para aguas de lluvia estarán en función del área servida y de la intensidad de la lluvia. Para calcular estos diámetros se deberán emplear las Tablas IV – 10 y IV – 11 en caso de conductos rectangulares se podrá tomar como diámetro equivalente, el



diámetro de aquel círculo que puede ser inscrito en la sección rectangular. Si no se conoce la intensidad de la lluvia en la localidad, es recomendable emplear las cifras correspondientes a 100 mm por hora.

TABLA IV – 10.
MONTANTES DE AGUAS DE LLUVIAS

Diámetro de la montante	Intensidad de lluvias (mm/hora)					
	50	75	100	125	150	200
Metros Cuadrados de área servida (Proyec. Horizontal)						
2"	130	85	65	50	40	30
2 ½"	240	160	120	95	80	60
3"	400	270	200	160	135	100
4"	850	570	425	340	285	210
5"			800	640	535	400
6"					835	625

TABLA IV – 11.
CONDUCTOS HORIZONTALES PARA AGUAS DE LLUVIA

Diámetro del conducto	Intensidad de lluvias (mm/hora)									
	50	75	100	125	150	50	75	100	125	150
	Pendiente 1%					Pendiente N° 2%				
Metro Cuadrados de área servida (Proyec. horizontal)										
3"	150	100	75	60	50	215	140	105	85	70
4"	345	230	170	135	115	490	325	245	195	160
5"	620	410	310	245	205	875	580	485	350	290
6"	900	660	405	395	330	1400	935	700	560	885
8"	2100	1425	1065	855	705	3025	2015	1510	1210	32008

Los diámetros de las canaletas semicirculares se calcularán tomando en cuenta el área servida intensidad de la lluvia y pendiente de la canaleta de acuerdo con la TABLA IV – 12. Las dimensiones de las canaletas no circulares se calcularán en base de la sección equivalente.

TABLA IV – 12.

CANALETAS SEMI-CIRCULARES

Diámetro de la canaleta	Área en proyección horizontal (m ²) para varias pendientes			
	½"	1%	1.5%	2%
3"	15	22	31	44
4"	33	47	67	94
5"	58	81	116	164
2"	89	126	178	257
7"	128	181	256	362
8"	184	260	370	520
10"	334	473	669	929

Los diámetros de los colectores mixtos, que reciben tanto las aguas negras como las de lluvias, se calcularán convirtiendo el área servida por los colectores de agua de lluvia de unidades de descarga equivalentes de acuerdo a lo siguiente:

Los primeros 90.00 m² de un área servida, se computarán como 250 unidades de descarga, el área restante se calculará en base de una unidad por cada 0.35 m², servidos. Estas cifras se basan en una precipitación de diseño se hará la proporción correspondiente.

En aquellos casos en los cuales los colectores de aguas de lluvia no pudieran descargar por gravedad deberá proveerse un tanque recolector y un sistema de bombeo para su descarga automática.

Cálculos:

1. Cálculo de las Canaletas semicirculares que colectan las aguas de lluvia en los techos.

Según la TABLA

Diámetro de la canaleta	Área en proyección horizontal (m ²) para varias pendientes			
	½"	1%	1.5%	2%
3"	15	22	31	44
4"	33	47	67	94
5"	58	81	116	164
6"	89	126	178	257
7"	128	181	256	362
8"	184	260	370	520
10"	334	473	669	929

M-01	AREA = 103.57	m2 6"
M-02	AREA = 103.57	m2 6"
M-03	AREA = 103.57	m2 6"
M-04	AREA = 103.57	m2 6"

M-07	AREA = 39.31	m2 4"
M-08	AREA = 39.31	m2 4"
M-11	AREA = 39.31	m2 4"
M-12	AREA = 39.31	m2 4"

M-05	AREA = 53.13	m2 5"
M-13	AREA = 53.13	m2 5"
M-06	AREA = 53.13	m2 5"
M-14	AREA = 53.13	m2 5"

M-09	AREA = 64.31	m2 5"
M-10	AREA = 64.31	m2 5"
M-15	AREA = 64.31	m2 5"
M-16	AREA = 64.31	m2 5"

2. Calculo de los montantes o bajantes de agua de lluvia.

Diámetro de la montante	Intensidad de lluvias (mm/hora)					
	50	75	100	125	150	200
Metros Cuadrados de área servida (Proyec. Horizontal)						
2"	130	85	65	50	40	30
2 ½"	240	160	120	95	80	60
3"	400	270	200	160	135	100
4"	850	570	425	340	285	210
5"			800	640	535	400
6"					835	625

M-01	AREA = 103.57	m2	3"
M-02	AREA = 103.57	m2	3"
M-03	AREA = 103.57	m2	3"
M-04	AREA = 103.57	m2	3"

M-07	AREA = 39.31	m2	2"
M-08	AREA = 39.31	m2	2"
M-11	AREA = 39.31	m2	2"
M-12	AREA = 39.31	m2	2"

M-05	AREA = 53.13	m2	2"
M-13	AREA = 53.13	m2	2"
M-06	AREA = 53.13	m2	2"
M-14	AREA = 53.13	m2	2"

M-09	AREA = 64.31	m2	2"
M-10	AREA = 64.31	m2	2"
M-15	AREA = 64.31	m2	2"
M-16	AREA = 64.31	m2	2"

3. Cálculo de los diámetros de las canaletas que van por piso.

Diámetro del conducto	Intensidad de lluvias (mm/hora)									
	50	75	100	125	150	50	75	100	125	150
	Pendiente 1%					Pendiente N° 2%				
Metro Cuadrados de área servida (Proyec. horizontal)										
3"	150	100	75	60	50	215	140	105	85	70
4"	345	230	170	135	115	490	325	245	195	160
5"	620	410	310	245	205	875	580	485	350	290
6"	900	660	405	395	330	1400	935	700	560	885
8"	2100	1425	1065	855	705	3025	2015	1510	1210	32008

M-01	AREA = 103.57	m2
M-02	AREA = 103.57	m2
M-07	AREA = 39.31	m2
M-08	AREA = 39.31	m2
M-11	AREA = 39.31	m2
M-12	AREA = 39.31	m2
Parcial A:		

M-05	AREA = 53.13	m2
M-13	AREA = 53.13	m2
M-06	AREA = 53.13	m2
M-14	AREA = 53.13	m2
Parcial A:	M-05+M-06	106.27 m2

M-09	AREA = 64.31	m2
M-10	AREA = 64.31	m2
M-15	AREA = 64.31	m2
M-16	AREA = 64.31	m2
Parcial A:	M-09+M-10	128.63 m2

Diámetros calculados en función del área.

TOTAL	Parcial A	Parcial B
1041.31	649.17 m2	392.14 m2
Diámetros	8"	6"
Sección	20cm x 20cm	15cm x 15cm

CAPITULO V

5. INSTALACIONES ESPECIALES.

5.1. SALA DE MAQUINAS.

Conocido también como “casa de fuerza” Es el espacio necesario para albergar todo lo correspondiente a la parte mecánica, equipos de fabricación y uso industrial que incluye los calderos, intercambiadores de calor, hidroneumáticos, filtros, ablandadores, salmuera, lavadoras, secadoras, bombas, además de grupo electrógeno y/o generadores, tanques de combustible, generadores de vapor y calefacción, y otros de uso necesario en la edificación. Comúnmente se le denomina el corazón del funcionamiento del establecimiento de salud.

Cabe señalar que no todas las edificaciones contarán con una casa de fuerza o sala de máquinas, por ejemplo una vivienda unifamiliar no necesitaría el uso de ablandadores, calderos, etc. Ya que dicha vivienda no admite el uso industrial de los mismos, teniendo un bajo requerimiento de tales equipos.

5.1.1. REQUERIMIENTO DE LOS EQUIPOS.

El requerimiento de los equipos se realizará una vez considerado los siguientes:

- 1.- Los Sistemas considerados, que en nuestro caso son:
 - Sistema de Agua Fría Dura.
 - Sistema de Agua Fría Filtrada.

- Sistema de Agua Blanda
- Sistema de Agua Caliente
- Sistema de Recirculación de Agua Caliente.
- Sistema de Agua Contra Incendio.
- Sistema de Agua para Riego.
- Sistema de Desagüe y Ventilación Sanitaria.
- Sistema de Drenaje Pluvial.

El tener la relación de los sistemas a utilizarse nos indican los equipos mínimos que son necesarios, con esto deducimos:

- Para el Sistema de Agua Fría Dura – de acuerdo al volumen a utilizarse se hace necesario considerar motobombas o electrobombas, según la conveniencia, que impulsarán el agua desde las cisternas a los tanques elevados.
- Para el Sistema de Agua Fría Filtrada – se hace necesario considerar el uso de filtros, considerando la capacidad de producción y velocidad de filtrado.
- Para el Sistema de Agua Blanda – se hace necesario considerar el uso de ablandadores, considerando la capacidad de producción y velocidad del ablandador.
- Para el Sistema de Agua Caliente – se hace necesario el uso de calderos, intercambiadores de calor o calentadores, condensadores; con sus respectivas motobombas o electrobombas, según la conveniencia.
- Para el Sistema de Recirculación de Agua Caliente – se hace necesario considerar los mismos equipos que para el agua caliente adicionándole unas motobombas o electrobombas, según la conveniencia de recirculación.
- Para el Sistema de Agua Contra Incendio – para lograr una presión de salida suficiente, se debe considerar el uso de motobombas o electrobombas, según la conveniencia.

- Para el Sistema de Agua para Riego – según sea el caso se puede considerar o no equipos adicionales para este sistema, son generalmente abastecidos directamente, debido a que la presión y las horas de servicio son suficientes.
- Para el Sistema de Desagüe y Ventilación Sanitaria – no es necesario ningún equipo, salvo en ocurrencia de sótanos o salida a desnivel en la avenida, calle u otro con contrapendiente.

Con lo antes mencionado se han cuantificado los equipos requeridos para la sala de máquinas y son los siguientes:

Equipos Requeridos Para La Sala De Máquinas

- SM-01 Caldera (cantidad 02)
- SM-02 Calentador (Intercambiador De Calor) De Agua Con Acumulador (cantidad 02)
- SM-03 Tanque De Condensado (cantidad 01)
- SM-04 Bomba De Condensado (cantidad 02)
- SM-05 Bomba De Recirculación De Agua Caliente (cantidad 02)
- SM-06 Filtro Rápido De Presión (cantidad 02)
- SM-07 Ablandador De Presión (cantidad 02)
- SM-08 Tanque De Salmuera (cantidad 01)
- SM-09 Bomba De Impulsión De Agua Blanda (cantidad 02)
- SM-10 Bomba De Agua Contra Incendio (cantidad 01)
- SM-11 Bomba Para Filtrado De Agua Dura (cantidad 02)
- SM-12 Bomba De Retrolavado (cantidad 01)
- SM-13 Bomba Para Ablandamiento (cantidad 02)
- SM-14 Bomba De Impulsión Agua Filtrada (cantidad 02)

5.1.2. CÁLCULO DE LA POTENCIA DE LA BOMBA – TUBERÍA DE IMPULSIÓN Y SUCCIÓN.

Los equipos de impulsión de agua en edificaciones son denominados comúnmente como bombas de impulsión de agua, en instalaciones sanitarias tiene los siguientes objetivos.

- Levantar el agua o líquido cloacal de un nivel inferior a otro superior, y
- Aumentar la presión del líquido dentro de un sistema de agua.
- Tal como se ha indicado en el Capítulo 1, los sistemas de agua indirectos, mixtos o combinados en edificios requieren de equipos de bombeo para poder cumplir con su finalidad de dar agua en cantidad y presión suficiente.

Es importante notar que edificios ubicados en áreas no urbanizadas o sin redes públicas de agua potable, que requieren para su suministro agua de pozos, tienen las necesidades de equipos de bombeo, los que deben ser seleccionados de acuerdo a las características propias de la fuente.

Igualmente, edificios con sótanos de niveles más bajos que los de las calles, requieren bombas de desagüe, para la eliminación de las aguas servidas.

Según el **ítem 2.5 Elevación**, de la Norma IS.O10 “Instalaciones Sanitarias para edificaciones” contenida en el acápite III.3 del Título III del Reglamento Nacional de Edificaciones, **indica para nuestro tema** lo siguiente:

Los equipos de bombeo que se instalen dentro de las edificaciones deberán ubicarse en ambientes que satisfagan los siguientes requisitos:

- Altura mínima: 1,60 m.
- Espacio libre alrededor del equipo suficiente para su fácil operación, reparación y mantenimiento.

- Piso impermeable con pendiente no menor del 2% hacia desagües previstos.
- Ventilación adecuada.
- Los equipos que se instalen en el exterior, deberán ser protegidos adecuadamente contra la intemperie.
- Los equipos de bombeo deberán ubicarse sobre estructuras de concreto, adecuadamente proyectadas para absorber las vibraciones.
- En la tubería de impulsión, inmediatamente después de la bomba deberá instalarse una válvula de retención y una válvula de interrupción. En la tubería de succión con presión positiva se instalará una válvula de interrupción. En el caso que la tubería de succión no trabaje bajo carga positiva, deberá instalarse una válvula de retención.
- Salvo en el caso de viviendas unifamiliares, el sistema de bombeo deberá contar como mínimo con dos equipos de bombeo de funcionamiento alternado.
- La capacidad de cada equipo de bombeo debe ser equivalente a la máxima demanda simultánea de la edificación y en ningún caso inferior a la necesaria para llenar el tanque elevado en dos horas. Si el equipo es doble cada bomba podrá tener la mitad de la capacidad necesaria, siempre que puedan funcionar ambas bombas simultáneamente en forma automática, cuando lo exija la demanda.

Dimensionamiento De La Tubería De Impulsión Y Succión

Para el cálculo de la tubería de impulsión se debe seguir los siguientes pasos: 1º volumen del tanque elevado (volumen efectivo), 2º tiempo de llenado o funcionamiento, 3º caudal o gasto de impulsión, 4º elección del diámetro de

impulsión (considerar velocidad = 2m/s) y con el nuevo diámetro, recalculer la velocidad, 5º elección de la tubería de succión, 6º cálculo de la potencia de la bomba, considerando las perdidas por fricción, por accesorios y altura dinámica total (HDT).

1º Volumen del Tanque elevado.

Se considera el volumen efectivo del agua a almacenarse.

Consideraciones:

Capacidad mínima igual al 100% de la dotación.

Deseable 125% de la dotación.

En caso de utilizarse un sistema mixto ó combinado, es decir con tanque elevado y cisterna, las capacidades deben ser por un día.

Tanque elevado	1/3 Dotación	Mínimo
Cisterna	3/4 Dotación	RNE

En la parte correspondiente a sala de máquinas, haremos el cálculo de: la tubería de Succión, la tubería de impulsión y la potencia de la bomba para cada sistema.

CÁLCULOS (Tubería de impulsión, succión y potencia de la bomba - según RNE)

5.1.2.1. PARA EL SISTEMA DE AGUA FRÍA FILTRADA

Requerimiento y Capacidad.

DATOS: Dotación Diaria. 20 (m3)

Considerando los tres casos:

a) Cisterna Sola.

Capacidad: 20 (m3)

b) Tanque Elevado solo.

Capacidad: 20 (m3)

c) Cisterna y Tanque Elevado.

Capacidad Cisterna: 3/4 Dotación 15 (m3)

Capacidad Cisterna: 1/3 Dotación 6.67 (m3) 1º volumen efectivo de almacenamiento.

Capacidad total = 21.6667 (m3)**Disposición de Área para el Tanque Elevado.**

Según los planos y lo especificado por la estructuración y distribución arquitectónica se dispone de un área de 9.4987 m2 para el Tanque Elevado.

Altura Mínima a considerar: Hmin. + 0.45m

$$H_{min} = \text{Vol. T.E.} / \text{Área Disp.}$$

Reemplazando:

$$\text{Vol. T.E.} = 6.67 \quad (\text{m}^3) \quad H_{min} = 6.67/9.499$$

$$\text{Área Disp.} = 9.499 \quad (\text{m}^2) \quad H_{min} = 0.702$$

Se entiende que esta es la capacidad útil del tanque elevado, es decir que las dimensiones de la Cisterna y el Tanque Elevado es mayor.

Consideraciones:

- Distancia vertical entre el techo del tanque y la superficie libre del agua entre 30 y 40 cm.
- La distancia vertical entre los ejes de tubos de rebose y de entrada de agua no debe ser menor a 0.15m.

- La distancia vertical entre el eje de tubos de rebose y el máximo nivel de agua, nunca debe ser menor a 0.10m.

Por lo tanto altura mínima a considerar: $H = 1.152$

Altura considerada en el proyecto: $H_{final} = 2.00$

2º Tiempo de llenado

Es el tiempo que debe demorar en llenar el tanque elevado hasta llegar al volumen indicado: 6.67 m³.

Se recomienda como capacidad del equipo un tiempo de llenado del tanque elevado de **2 horas**.

Por lo tanto el tiempo de llenado será: 2 horas = 7 200 Segundos.

3º Caudal o Gasto de Impulsión. (Qimp).

Es la división del Volumen Efectivo entre el tiempo de llenado.

$$Q_{imp.} = Vol. Efectivo / Tiempo de llenado$$

$$Q_{imp.} = 6.67 / 7200 = 0.000926 \text{ m}^3/\text{seg} \approx \mathbf{0.92593 \text{ lts/seg.}}$$

4º Elección del Diámetro de impulsión.

El R.N.E. establece que la velocidad debe estar comprendida entre 0.60 - 3.00 m/seg. Para efectos de cálculo asumiremos una velocidad de 2.00 m/seg.

$$Q = V \cdot A \implies A = Q/V \implies D = \sqrt{(4Q/\pi V)}$$

Reemplazando:

$$Q = 0.000926 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$V = 2 \text{ m/seg.}$$

$$D = \mathbf{0.02428 \text{ m;}} \quad D = 2.4279\text{cm;} \quad D = 0.95586 \text{ Pulg.}$$

Considerando el diámetro comercial más próximo a lo calculado:

D = 1 pulg.

D = 2.540 cm.

D = 0.0254 m

Con el nuevo diámetro recalculamos la velocidad.

$$Q = V \cdot A \implies V = Q/A \implies V = Q \cdot 4 / \pi \cdot D^2$$

Por lo tanto $V = 1.827$ m/seg.

5º Elección de la tubería de Succión.

La Tubería de Succión será el inmediato superior que el de la tubería de impulsión.

Considerando el diámetro comercial más próximo a lo calculado: D = 1 1/2 pulg.

6º Cálculo de la Potencia de la Bomba.

Se debe considerar las pérdidas por fricción (por la longitud total de la tubería), las pérdidas por accesorios, y la altura dinámica total.

a) Pérdidas por Fricción.

Darcy - Weisbach (1975) presenta el cálculo hidráulico más exacto, está en función del coeficiente de fricción " f " y para su cálculo de " f " en tuberías tenemos las formulas propuestas por: 1) Blasius - 1911, 2) Plandtl y Von - Karman - 1930, 3) Colebrook - White - 1939 y 4) Moody _ Diagrama o Ábaco _ -1944.

En 1933 Nikuradse propone su ecuación, el cual es válido **SÓLO** para tuberías rugosas, razón por la cual no se ha incluido, por ser nuestro caso tubos lisos.

Darcy - Weisbach (1975):

$$H = f \frac{LV^2}{2gD}$$

Dónde:

H = Pérdida de carga o energía (m)

f = Coeficiente de Fricción (adimensional).

L = Longitud de la tubería (m) $L = L_{real} + L.E.$; $L.E. = 0.2 * L_{real}$

D = Diámetro interno de la tubería (m).

V = Velocidad (m/seg.).

g = Aceleración de la Gravedad (m/seg²).

Q = Caudal (m³/seg).

Cálculos Previos:

Para la utilización de las fórmulas arriba mencionadas, se requiere determinar 1) el Número de Reynolds (Re) y 2) la rugosidad absoluta y relativa.

$$Re = V * D / \nu$$

Dónde:

V = Velocidad media (m/seg.)

D = Diámetro de la Tubería (m)

ν = Viscosidad Cinemática (m²/seg.)

Para determinar el valor de la Viscosidad Cinemática, se utilizan tablas que han sido previamente calculadas en función a los datos recogidos en laboratorios, tal como se muestra en la siguiente tabla.

TABLA V – 01. Densidad Relativa y Viscosidad del Agua.

Densidad Relativa y Viscosidad Cinemática del Agua		
Temperatura	Densidad Relativa	Viscosidad Cinemática
°C	Adimensional	m ² /seg.

5	1.000	1.520	*10 ⁻⁶
10	1.000	1.308	*10 ⁻⁶
15	0.999	1.142	*10 ⁻⁶
20	0.998	1.007	*10 ⁻⁶
25	0.997	0.897	*10 ⁻⁶
30	0.995	0.804	*10 ⁻⁶
35	0.993	0.727	*10 ⁻⁶
40	0.991	0.661	*10 ⁻⁶
50	0.990	0.556	*10 ⁻⁶
65	0.980	0.442	*10 ⁻⁶

Fuente: Mecánica de los Fluidos e Hidráulica - Giles - Evett - Liu.

En la Siguiete tabla se muestran algunos valores de rugosidad absoluta para distintos materiales.

TABLA V – 02. Rugosidad Absoluta de Materiales.

RUGOSIDAD ABSOLUTA DE MATERIALES	
Material	ξ (mm)
Plástico (PE, PVC)	0.0015
Poliester reforzado con fibra de vidrio	0.01
Tubo estaridos de acero	0.0024
Tubos de Laton o de Cobre	0.0015
Fundición revestida de cemento	0.0024
Fundición con revestimiento bituminoso	0.0024
Fundición Centrifugada	0.003
Fundición asfaltada	0.06 - 0.18
Fundición	0.12 - 0.6
Acero comercial y soldado	0.03 - 0.09
Hierro forjado	0.03 - 0.09
Hierro galvanizado	0.06 - 0.24
Madera	0.18 - 0.9
Hormigón	0.3 - 3.0

Fuente: Mecánica de los Fluidos e Hidráulica - Giles - Evett - Liu.

De la TABLA V – 01 Tenemos:

Considerando una Temperatura promedio de 15°C.

$u = \text{Viscosidad Cinemática (m}^2\text{/seg.)}$

$$u = 0.00000114$$

Reemplazando en:

$$Re = V \cdot D / u ; \quad Re = 1.827 \cdot 0.0254 / 0.00000114$$

$$Re = 40643.07$$

Adicionalmente calculamos la rugosidad relativa, según la TABLA V – 02 para rugosidades absolutas.

$$\text{Rugosidad absoluta } \xi \text{ para PVC} = 0.00150 \text{ mm} \quad \Rightarrow 0.0000015 \text{ m}$$

$$\text{La Rugosidad Relativa es igual a: } \xi_r = \xi / D \Rightarrow \xi_r = 0.00005906$$

Con los cálculos previos se tiene que para:

a.1) Blasius (1911).

El coeficiente de Fricción "f" según lo expresado por Blasius es:

$$f = 0.3164 \cdot Re^{(-0.25)}$$

$$f = 0.024661$$

a.2) Plandtl y Von - Karman (1930)

El coeficiente de Fricción "f" según lo expresado por Plandtl y Von - Karman es:

$$f = 0.022284 \quad \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \text{Log} \left(\frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{f}} \right)$$

a.3) Colebrook - White (1939)

El coeficiente de Fricción "f" según lo expresado por Colebrook - White es:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \text{Log} \left(\frac{\xi}{3.71 \cdot D} + \frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{f}} \right)$$

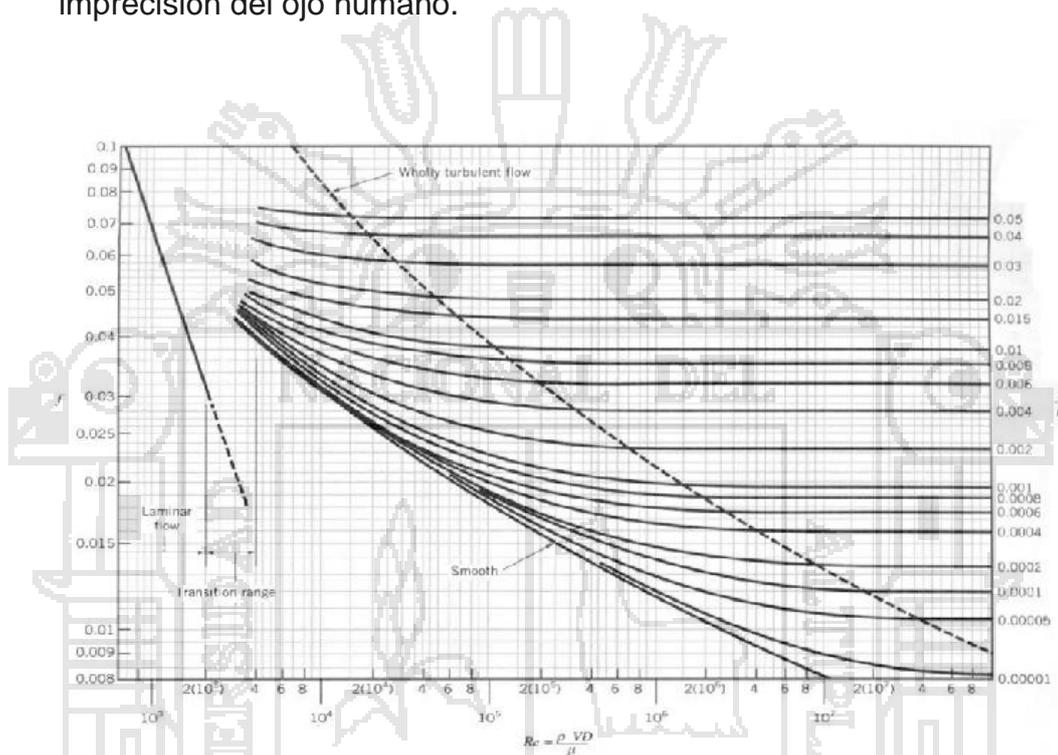
$$f = 0.02189$$

a.4) Utilizando el Diagrama de Moody (1944)

El coeficiente de Fricción "f" según el diagrama de Moody es:

Utilizando los valores de entrada de: $Re = 400643.0735$ y $\xi_r = 0.00005906$.

Si bien es mucho más sencillo el cálculo mediante el Diagrama de Moody (Diagrama N° 01), depende de la escala del diagrama y la imprecisión del ojo humano.



f = 0.022

Como se observa, los resultados son muy coincidentes, entendiéndose que la expresión a.3) Colebrook - White (1939) es la más exacta, será la que utilizaremos para nuestro cálculo, por lo tanto:

Finalmente: **f = 0.02208**

Con el coeficiente de fricción ya calculado procedemos a calcular las pérdidas por fricción.

Darcy - Weisbach (1975):

$L_{real} = 70.3234 \text{ m.}$

$L = L_{real} + L.E. = L_{real} + 0.2 * L_{real}$

$L = 84.38808 \text{ m}$

$$H = f \frac{LV^2}{2gD}$$

$H = 12.4842 \text{ m}$

b) Perdidas por Accesorios.

$H_{acc} = 0.20 * L_{real} = L.E.$

$H_{acc} = 16.8776 \text{ m}$

c) Altura Dinámica Total (HDT).

$H_{dinam} = H_{estat} + H + H_{acc}; \quad H_{estat.} = 13.1 \text{ (de los planos).}$

$H_{dinam} = 42.4618 \text{ m}$

d) Potencia de la Bomba.

$Pot\text{-Bomba} = \frac{\gamma_{agua} * Q_{impuls} * H_{dinam}}{75n}; \quad n = \text{Eficiencia de la bomba.}$

$n = 0.7 \text{ Sierra, } n = 0.6 \text{ Costa y Selva.}$

$Pot\text{-Bomba} = 0.749 \text{ HP}$

Pot-Bomba = 1.00 HP; Potencia de bomba asumida.

RESUMEN	
Tubería de Succión	1 1/2 "
Tubería de Impulsión	1 "
Potencia de la Bomba	1 HP

5.1.2.2. PARA EL SISTEMA DE AGUA BLANDA

Requerimiento y Capacidad.

DATOS:

Dotación Diaria. 10 (m3)

Considerando los tres casos:

a) Cisterna Sola.

Capacidad: 10 (m³)

b) Tanque Elevado solo.

Capacidad: 10 (m³)

c) Cisterna y Tanque Elevado.

Capacidad Cisterna: 3/4 Dotación 7.5 (m³)

Capacidad Cisterna: 1/4 Dotación 3.33 (m³)

Capacidad total = 10.8333 (m³)

El volumen efectivo de almacenamiento es con T.E. Sólo. Y es igual a 10m³.

Disposición de Área para el Tanque Elevado.

Según los planos y lo especificado por la estructuración y distribución arquitectónica se dispone de un área de 7.185 m² para el Tanque Elevado.

Altura Mínima a considerar: Hmin. + 0.45m

Hmin = Vol. T.E./Área Disp.

Reemplazando:

Vol. T.E. = **10.00** (m³) Hmin = 10.00/7.185

Área Disp. = **7.185** (m²) **Hmin = 1.392 m**

Se entiende que esta es la capacidad útil del tanque elevado, es decir que las dimensiones de la Cisterna y el Tanque Elevado es mayor.

Consideraciones:

- Distancia vertical entre el techo del tanque y la superficie libre del agua

entre 30 y 40 cm.

- La distancia vertical entre los ejes de tubos de rebose y de entrada de agua no debe ser menor a 0.15m.

- La distancia vertical entre el eje de tubos de rebose y el máximo nivel de agua, nunca debe ser menor a 0.10m.

Por lo tanto altura mínima a considerar: $H = 1.842$

Altura considerada en el proyecto: $H_{final} = 2.00$

2º Tiempo de llenado

Es el tiempo que debe demorar en llenar el tanque elevado hasta llegar al volumen indicado: 10.0 m³.

Se recomienda como tiempo de llenado del tanque elevado **2 horas**.

Por lo tanto el tiempo de llenado será: 2 horas = 7 200 Segundos.

3º Caudal o Gasto de Impulsión. (Qimp).

Es la división del Volumen Efectivo entre el tiempo de llenado.

$$Q_{imp} = \text{Vol. Efectivo} / \text{Tiempo de llenado}$$

$$Q_{imp} = 10.0 / 7200 = 0.001389 \text{ m}^3/\text{seg} \approx 1.38889 \text{ lts}/\text{seg}.$$

4º Elección del Diámetro de impulsión.

El R.N.E. establece que la velocidad debe estar comprendida entre 0.60 - 3.00 m/seg. Para efectos de cálculo asumiremos una velocidad de 2.00 m/seg.

$$Q = V \cdot A \implies A = Q/V \implies D = \sqrt{(4Q/\pi V)}$$

Reemplazando:

$$Q = 0.000694 \text{ m}^3/\text{seg}.$$

$$V = 2.0 \text{ m}/\text{seg}.$$

$$D = 0.029735 \text{ m}; \quad D = 2.9735 \text{ cm}; \quad D = 1.1706851 \text{ Pulg.}$$

Considerando el diámetro comercial más próximo a lo calculado:

$$D = 1 \frac{1}{2} \text{ pulg.} \quad D = 3.810 \text{ cm.} \quad D = 0.0381 \text{ m}$$

Con el nuevo diámetro recalculamos la velocidad.

$$Q = V \cdot A \implies V = Q/A \implies V = Q \cdot 4 / \pi \cdot D^2$$

Por lo tanto $V = 1.218 \text{ m/seg.}$

5º Elección de la tubería de Succión.

La Tubería de Succión será el inmediato superior que el de la tubería de impulsión. Considerando el diámetro comercial más próximo a lo calculado: $D = 2$ pulg.

6º Cálculo de la Potencia de la Bomba.

Se debe considerar las pérdidas por fricción (por la longitud total de la tubería), las perdidas por accesorios, y la altura dinámica total.

a) Perdidas por Fricción.

Darcy - Weisbach (1975) presenta el cálculo hidráulico mas exacto, esta en función del coeficiente de fricción " f " y para su cálculo de " f " en tuberías tenemos las formulas propuestas por: 1) Blasius - 1911, 2) Plandtl y Von - Karman - 1930, 3) Colebrook - White - 1939 y 4) Moody _ Diagrama o Ábaco _ -1944.

En 1933 Nikuradse propone su ecuación, el cual es válido **SÓLO** para tuberías rugosas, razón por la cual no se ha incluido, por ser nuestro caso tubos lisos.

Darcy - Weisbach (1975):

$$H = f \frac{LV^2}{2gD}$$

Donde:

H = Pérdida de carga o energía (m)

f = Coeficiente de Fricción (adimensional).

L = Longitud de la tubería (m) $L = L_{real} + L.E.$; $L.E. = 0.2 * L_{real}$

D = Diámetro interno de la tubería (m).

V = Velocidad (m/seg.).

g = Aceleración de la Gravedad (m/seg²).

Q = Caudal (m³/seg).

Cálculos Previos:

Para la utilización de las fórmulas arriba mencionadas, se requiere determinar 1) el Número de Reynolds (Re) y 2) la rugosidad absoluta y relativa.

$$Re = V * D / \nu$$

Donde:

V = Velocidad media (m/seg.)

D = Diámetro de la Tubería (m)

ν = Viscosidad Cinemática (m²/seg.)

Para determinar el valor de la Viscosidad Cinemática, se utilizan tablas que han sido previamente calculadas en función a los datos recogidos en laboratorios, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla V – 01. densidad Relativa y Viscosidad Cinemática del Agua.

Densidad Relativa y Viscosidad Cinemática del Agua		
Temperatura	Densidad Relativa	Viscosidad Cinemática

°C	Adimensional	m ² /seg.	
5	1.000	1.520	*10 ⁻⁶
10	1.000	1.308	*10 ⁻⁶
15	0.999	1.142	*10 ⁻⁶
20	0.998	1.007	*10 ⁻⁶
25	0.997	0.897	*10 ⁻⁶
30	0.995	0.804	*10 ⁻⁶
35	0.993	0.727	*10 ⁻⁶
40	0.991	0.661	*10 ⁻⁶
50	0.990	0.556	*10 ⁻⁶
65	0.980	0.442	*10 ⁻⁶

Fuente: Mecánica de los Fluidos e Hidráulica - Giles - Evett - Liu.

En la Siguiete tabla se muestran algunos valores de rugosidad absoluta para distintos materiales.



Tabla V – 02. Rugosidad Absoluta de Materiales.

RUGOSIDAD ABSOLUTA DE MATERIALES	
Material	ξ (mm)
Plástico (PE, PVC)	0.0015
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0.01
Tubo estariados de acero	0.0024
Tubos de Laton o de Cobre	0.0015
Fundición revestida de cemento	0.0024
Fundición con revestimiento bituminoso	0.0024
Fundición Centrifugada	0.003
Fundición asfaltada	0.06 - 0.18
Fundición	0.12 - 0.6
Acero comercial y soldado	0.03 - 0.09
Hierro forjado	0.03 - 0.09
Hierro galvanizado	0.06 - 0.24
Madera	0.18 - 0.9
Hormigón	0.3 - 3.0

Fuente: Mecánica de los Fluidos e Hidráulica - Giles - Evett - Liu.

De la TABLA V – 01 Tenemos:

Considerando una Temperatura promedio de 15°C.

$u = \text{Viscosidad Cinemática (m}^2/\text{seg.)}$

$u = 0.00000114$

Reemplazando en:

$Re = V \cdot D / u ; \quad Re = 1.218 \cdot 0.0381 / 0.00000114$

Re = 40643.073

Adicionalmente calculamos la rugosidad relativa, según la TABLA V – 02 para rugosidades absolutas.

Rugosidad absoluta ξ para PVC = 0.00150 mm $\Rightarrow \xi = 0.0000015$ m

La Rugosidad Relativa es igual a: $\xi_r = \xi/D \Rightarrow \xi_r = 0.00003937$

Con los cálculos previos se tiene que para:

a.1) Blasius (1911).

El coeficiente de Fricción "f" según lo expresado por Blasius es:

$$f = 0.3164 \cdot \text{Re}^{-0.25}$$

$$f = 0.0222838$$

a.2) Plandtl y Von - Karman (1930)

El coeficiente de Fricción "f" según lo expresado por Plandtl y Von -

Karman es:

$$f = 0.0218903 \quad \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \text{Log} \left(\frac{2.51}{\text{Re} \cdot \sqrt{f}} \right)$$

a.3) Colebrook - White (1939)

El coeficiente de Fricción "f" según lo expresado por Colebrook -

White es:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \text{Log} \left(\frac{\xi}{3.71 \cdot D} + \frac{2.51}{\text{Re} \cdot \sqrt{f}} \right)$$

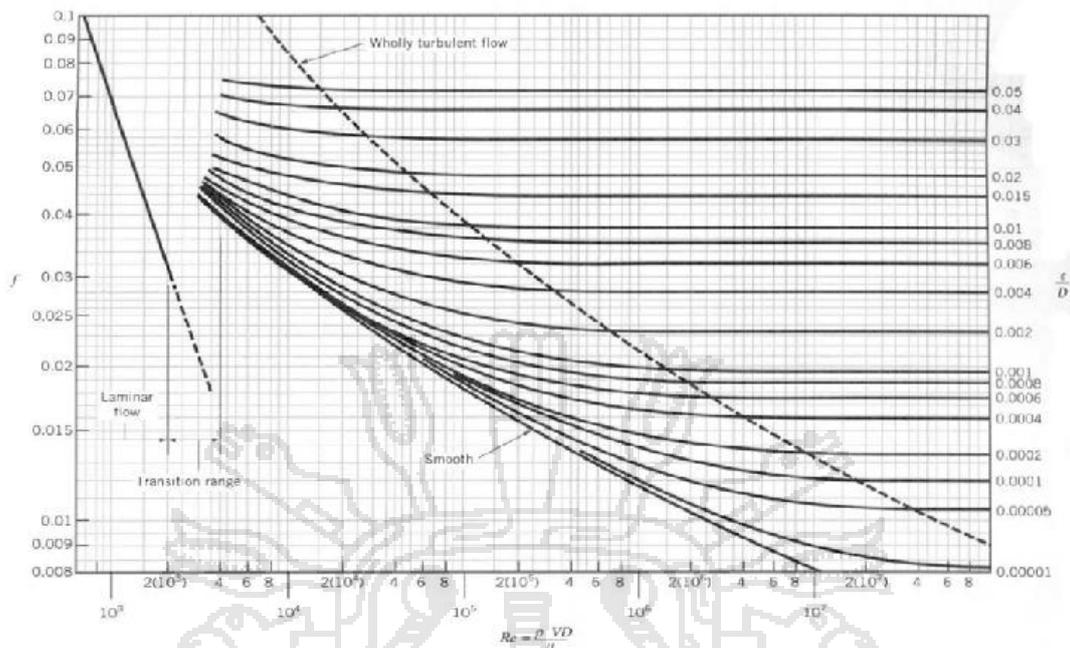
$$f = 0.0220788$$

a.4) Utilizando el Diagrama de Moody (1944)

El coeficiente de Fricción "f" según el diagrama de Moody es:

Utilizando los valores de entrada de: $\text{Re} = 40643.073$ y $\xi_r = 0.00003937$.

Si bien es mucho más sencillo el cálculo mediante el Diagrama de Moody (Diagrama N° 01), depende de la escala del diagrama y la imprecisión del ojo humano.



f = 0.023

Como se observa, los resultados son muy coincidentes, entendiendo que la expresión a.3) Colebrook - White (1939) es la más exacta, será la que utilizaremos para nuestro cálculo, por lo tanto:

Finalmente: **f = 0.0220788**

Con el coeficiente de fricción ya calculado procedemos a calcular las pérdidas por fricción.

Darcy - Weisbach (1975):

$$L_{real} = 74.3076 \text{ m}$$

$$L = L_{real} + L.E. = L_{real} + 0.2 * L_{real}$$

$$L = 89.16912 \text{ m}$$

$$H = f \frac{LV^2}{2gD}$$

$$H = 3.9086 \text{ m}$$

b) Perdidas por Accesorios.

$$H_{acc} = 0.20 * L_{real} = L.E.$$

$$H_{acc} = 17.8338 \text{ m}$$

c) Altura Dinámica Total (HDT).

$$H_{dinam} = H_{estat} + H + H_{acc}; \quad H_{estat.} = 13.1 \text{ (de los planos).}$$

$$H_{dinam} = 34.8424 \text{ m}$$

d) Potencia de la Bomba.

$$Pot\text{-Bomba} = \frac{\gamma_{agua} * Q_{impuls} * H_{dinam}}{75n}; \quad n = \text{Eficiencia de la bomba.}$$

$$n = 0.7 \text{ Sierra, } n = 0.6 \text{ Costa y Selva.}$$

$$Pot\text{-Bomba} = 0.922 \text{ HP}$$

$$Pot\text{-Bomba} = 1.00 \text{ HP; Potencia de bomba asumida.}$$

RESUMEN	
Tubería de Succión	2 "
Tubería de Impulsión	1 1/2 "
Potencia de la Bomba	1 HP

5.1.2.3. PARA EL SISTEMA DE AGUA CALIENTE

Requerimiento y Capacidad.

DATOS:

Dotación Diaria. 5 (m3)

Considerando:

a) Coeficiente de Almacenamiento para Hospitales: 2/5 de la Dotación.

Capacidad: 2 (m3)

b) Capacidad de producción de los calentadores, para hospitales: 1/6 de la dotación.

Capacidad: 0.833 (m3)

Disposición de Área.

Según los planos y lo especificado por la estructuración y distribución arquitectónica se dispone de un área suficiente para la instalación de los equipos de producción de agua caliente, calderos y calentadores o intercambiadores de calor, tal como se muestra en el plano.

2º Tiempo de Producción

Es el tiempo que debe demorar en producir la cantidad de agua caliente en función de la capacidad de producción de los calderos e intercambiadores de calor.

Se recomienda como tiempo de producción de **1 horas**.

Por lo tanto el tiempo de llenado será: 1 horas = 3 600 Segundos.

3º Caudal o Gasto de producción. (Qprod).

Es la división del Volumen Efectivo entre el tiempo de Producción.

$Q_{prod.} = Vol. Efectivo / Tiempo de Llenado$

$Q_{prod.} = 2.0 / 3600 = 0.000231 \text{ m}^3/\text{seg} \approx \mathbf{0.23148 \text{ lts/seg.}}$

Puesto que este se suministra directamente a la red de agua caliente, más no a un tanque elevado o un sistema de almacenamiento y desde ahí a la red, se considera para el cálculo del diámetro, el gasto o caudal de distribución según las unidades gasto, siendo este igual a: 3.650 lts/seg. Equivalente a **0.00365** m3/seg.

4º Elección del Diámetro de impulsión.

El R.N.E. establece que la velocidad debe estar comprendida entre 0.60 - 3.00 m/seg. Para efectos de cálculo asumiremos una velocidad de 2.00 m/seg.

$$Q = V \cdot A \implies A = Q/V \implies D = \sqrt{(4Q/\pi V)}$$

Reemplazando:

$$Q = 0.00365 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$V = 2.0 \text{ m/seg.}$$

$$D = \mathbf{0.048204 \text{ m}}; \quad D = 4.8204 \text{ cm}; \quad D = 1.8978102 \text{ Pulg.}$$

Considerando el diámetro comercial más próximo a lo calculado:

$$\mathbf{D = 2 \text{ pulg.}} \quad D = 5.080 \text{ cm.} \quad D = 0.0508 \text{ m}$$

Con el nuevo diámetro recalculamos la velocidad.

$$Q = V \cdot A \implies V = Q/A \implies V = Q \cdot 4/\pi \cdot D^2$$

Por lo tanto $V = \mathbf{1.801 \text{ m/seg.}}$

5º Elección de la tubería de Succión.

La Tubería de Succión será el inmediato superior que el de la tubería de impulsión.

Considerando el diámetro comercial más próximo a lo calculado: $D = 2 \frac{1}{2}$ pulg.

6º Cálculo de la Potencia de la Bomba.

Se debe considerar las pérdidas por fricción (por la longitud total de la tubería), las pérdidas por accesorios, y la altura dinámica total.

a) Pérdidas por Fricción.

Darcy - Weisbach (1975) presenta el cálculo hidráulico mas exacto, esta en función del coeficiente de fricción "f" y para su cálculo de "f" en tuberías tenemos las formulas propuestas por: 1) Blasius - 1911, 2) Plandtl y Von - Karman - 1930, 3) Colebrook - White - 1939 y 4) Moody _ Diagrama o Ábaco _ -1944.

En 1933 Nikuradse propone su ecuación, el cual es válido **SÓLO** para tuberías rugosas, razón por la cual no se ha incluido, por ser nuestro caso tubos lisos.

Darcy - Weisbach (1975):

$$H = f \frac{LV^2}{2gD}$$

Donde:

H = Pérdida de carga o energía (m)

f = Coeficiente de Fricción (adimensional).

L = Longitud de la tubería (m) L = Lreal + L.E.; L.E. = 0.2*Lreal

D = Diámetro interno de la tubería (m).

V = Velocidad (m/seg.).

g = Aceleración de la Gravedad (m/seg²).

Q = Caudal (m³/seg).

Cálculos Previos:

Para la utilización de las fórmulas arriba mencionadas, se requiere determinar 1) el Número de Reynolds (Re) y 2) la rugosidad absoluta y relativa.

$$Re = V \cdot D / \nu$$

Donde:

V = Velocidad media (m/seg.)

D = Diámetro de la Tubería (m)

ν = Viscosidad Cinemática (m²/seg.)

Para determinar el valor de la Viscosidad Cinemática, se utilizan tablas que han sido previamente calculadas en función a los datos recogidos en laboratorios, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla V – 01. Densidad Relativa y Viscosidad Cinemática del Agua.

Densidad Relativa y Viscosidad Cinemática del Agua			
Temperatura	Densidad Relativa	Viscosidad Cinemática	
°C	Adimensional	m ² /seg.	
5	1.000	1.520	*10 ⁻⁶
10	1.000	1.308	*10 ⁻⁶
15	0.999	1.142	*10 ⁻⁶
20	0.998	1.007	*10 ⁻⁶
25	0.997	0.897	*10 ⁻⁶
30	0.995	0.804	*10 ⁻⁶
35	0.993	0.727	*10 ⁻⁶
40	0.991	0.661	*10 ⁻⁶
50	0.990	0.556	*10 ⁻⁶
65	0.980	0.442	*10 ⁻⁶

Fuente: Mecánica de los Fluidos e Hidráulica - Giles - Evett - Liu.

En la Siguiete tabla se muestran algunos valores de rugosidad absoluta para distintos materiales.

Tabla V – 02. Rugosidad Absoluta De Materiales

RUGOSIDAD ABSOLUTA DE MATERIALES	
Material	ξ (mm)
Plástico (PE, PVC)	0.0015
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0.01
Tubo estariados de acero	0.0024
Tubos de Laton o de Cobre	0.0015
Fundición revestida de cemento	0.0024
Fundición con revestimiento bituminoso	0.0024
Fundición Centrifugada	0.003
Fundición asfaltada	0.06 - 0.18
Fundición	0.12 - 0.6
Acero comercial y soldado	0.03 - 0.09
Hierro forjado	0.03 - 0.09
Hierro galvanizado	0.06 - 0.24
Madera	0.18 - 0.9
Hormigón	0.3 - 3.0

Fuente: Mecánica de los Fluidos e Hidráulica - Giles - Evett - Liu.

De la TABLA V – 01 Tenemos:

Considerando una Temperatura promedio de 60°C.

ν = Viscosidad Cinemática (m²/seg.)

$\nu = 0.00000052$

Reemplazando en:

$Re = V \cdot D / \nu$; $Re = 1.801 \cdot 0.0508 / 0.00000052$

Re = 177636.43

Adicionalmente calculamos la rugosidad relativa, según la TABLA V – 02 para rugosidades absolutas.

Rugosidad absoluta ξ para PVC = 0.00150 mm $\Rightarrow \xi = 0.0000015$ m

La Rugosidad Relativa es igual a: $\xi_r = \xi / D \Rightarrow \xi_r = 0.00002953$

Con los cálculos previos se tiene que para:

a.1) Blasius (1911).

El coeficiente de Fricción "f" según lo expresado por Blasius es:

$$f = 0.3164 \cdot Re^{-0.25}$$

$$f = 0.015118$$

a.2) Plandtl y Von - Karman (1930)

El coeficiente de Fricción "f" según lo expresado por Plandtl y Von - Karman es:

$$f = 0.01600677 \quad \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{f}} \right)$$

a.3) Colebrook - White (1939)

El coeficiente de Fricción "f" según lo expresado por Colebrook - White es:

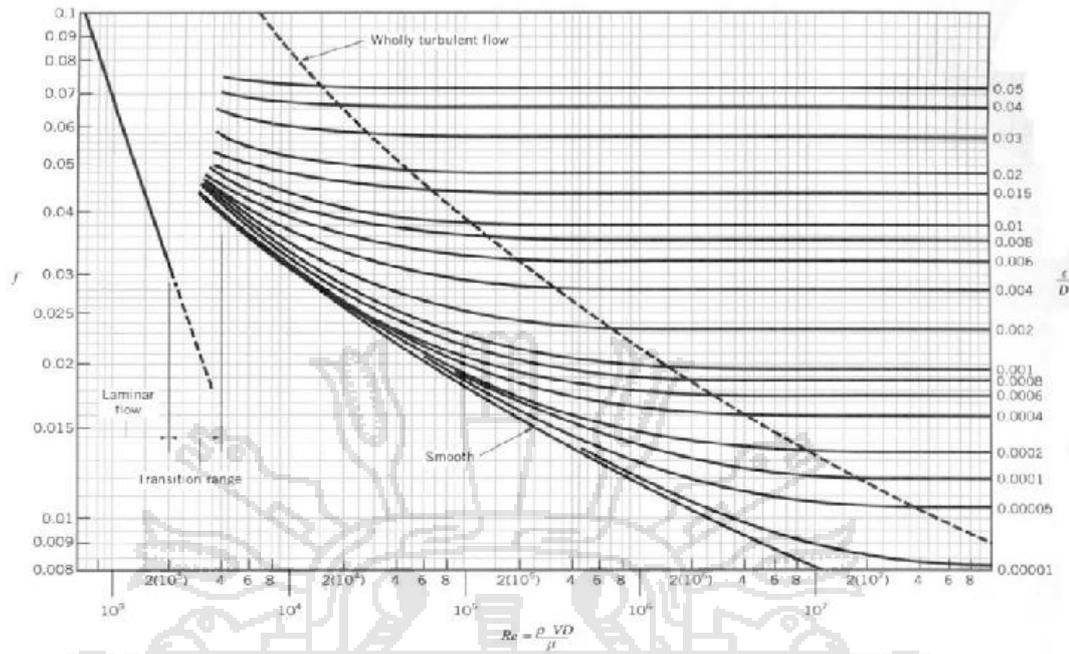
$$f = 0.1 \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\xi}{3.71 \cdot D} + \frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{f}} \right)$$

a.4) Utilizando el Diagrama de Moody (1944)

El coeficiente de Fricción "f" según el diagrama de Moody es:

Utilizando los valores de entrada de: $Re = 177636.43$ y $\xi r = 0.00002953$.

Si bien es mucho más sencillo el cálculo mediante el Diagrama de Moody (Diagrama N° 01), depende de la escala del diagrama y la imprecisión del ojo humano.



f = 0.023

Como se observa, los resultados son muy coincidentes, entendiendo que la expresión a.3) Colebrook - White (1939) es la más exacta, será la que utilizaremos para nuestro cálculo, por lo tanto:

Finalmente: **f = 0.0162286**

Con el coeficiente de fricción ya calculado procedemos a calcular las pérdidas por fricción.

Darcy - Weisbach (1975):

$$H = f \frac{LV^2}{2gD}$$

Lreal = 97.07 m

L = Lreal + L.E. = Lrreal + 0.2*Lreal

L = 116.484 m

H = 6.15086 m

b) Perdidas por Accesorios.

$$H_{acc} = 0.10 * L_{real} = L.E.$$

$$H_{acc} = 11.6484 \text{ m}$$

c) Altura Dinámica Total (HDT).

$$H_{dinam} = H_{stat} + H + H_{acc}; \quad H_{stat.} = 7.1 \text{ (de los planos).}$$

$$H_{dinam} = 24.8993 \text{ m}$$

d) Potencia de la Bomba.

$$Pot\text{-Bomba} = \frac{\gamma_{agua} * Q_{impuls} * H_{dinam}}{75n} \quad n = \text{Eficiencia de la bomba.}$$

$$n = 0.7 \text{ Sierra, } n = 0.6 \text{ Costa y Selva.}$$

$$Pot\text{-Bomba} = 1.731 \text{ HP}$$

Pot-Bomba = 2.00 HP; Potencia de bomba asumida.

RESUMEN	
Tubería de Succión	2 1/2 "
Tubería de Impulsión	2 "
Potencia de la Bomba	2 HP

5.1.2.4. PARA EL SISTEMA DE RETORNO DE AGUA CALIENTE

El sistema de retorno de agua caliente es en paralelo, es decir la red de circulación va paralelo a la red de agua caliente.

Formulas:

$$Q = K * L * dT / 504 (ts - td)$$

$$dT = (Ts + Td) / 2 + To$$

Ts: Temperatura de salida del calentador.

Td: Temperatura más desfavorable, la mínima aceptable.

To: Temperatura ambiente.

ϕ	K
1/2	0.112
3/4	0.132
1	0.152
1 1/4	0.172
1 1/2	0.192
2	0.232
2 1/4	0.252

Fuente: Luis Castillo Anselmi – Instalaciones Sanitarias para Edificaciones Diseño.

Datos:

$$T_s = 160 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$T_d = 140 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$T_o = 70 \text{ }^\circ\text{F}.$$

$$Q = 8640.15/504(160-140) \quad \mathbf{Q = 0.857 \text{ g.p.m.}}$$

Se entiende que la bomba no tendrá un trabajo continuo, si no por periodos de tiempo y a intervalos fijados de antemano, estos periodos o intervalos son variables dependiendo del rango del gasto y del criterio del proyectista, variando entre 5 a 10 minutos de trabajo cada 1 a 2 horas.

Para intervalos de 5 minutos por hora.

$$Q(5\text{min/hora}) = 0.857 \cdot 60/5 \quad \mathbf{Q(5\text{min/hora}) = 10.29 \text{ g.p.m.}}$$

$$\mathbf{Q(5\text{min/hora}) = 0.78 \text{ lts/seg.}}$$

2º Elección del Diámetro de impulsión.

El R.N.E. establece que la velocidad debe estar comprendida entre 0.60 - 3.00 m/seg. Para efectos de cálculo asumiremos una velocidad de 2.00 m/seg.

$$Q = V \cdot A \implies A = Q/V \implies D = \sqrt{(4Q/\pi V)}$$

Reemplazando:

$$Q = 0.00078 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$V = 2.0 \text{ m/seg.}$$

$$D = \mathbf{0.022284 \text{ m}}; \quad D = 2.2284 \text{ cm}; \quad D = 0.877311 \text{ Pulg.}$$

Considerando el diámetro comercial más próximo a lo calculado:

$$\mathbf{D = 1 \text{ pulg.}} \quad D = 2.54 \text{ cm.} \quad D = 0.0254 \text{ m}$$

Con el nuevo diámetro recalculamos la velocidad.

$$Q = V \cdot A \implies V = Q/A \implies V = Q \cdot 4 / \pi \cdot D^2$$

Por lo tanto $V = \mathbf{1.539 \text{ m/seg.}}$

3º Elección de la tubería de Succión.

La Tubería de Succión será el inmediato superior que el de la tubería de impulsión.

Considerando el diámetro comercial más próximo a lo calculado: $D = 1 \frac{1}{2}$ pulg.

4º Cálculo de la Potencia de la Bomba.

Se debe considerar las pérdidas por fricción (por la longitud total de la tubería), las pérdidas por accesorios, y la altura dinámica total.

e) Pérdidas por Fricción.

Darcy - Weisbach (1975) presenta el cálculo hidráulico más exacto, esta en función del coeficiente de fricción " f " y para su cálculo de " f " en tuberías tenemos las formulas propuestas por: 1) Blasius - 1911, 2) Plandtl y Von - Karman - 1930, 3) Colebrook - White - 1939 y 4) Moody _ Diagrama o Ábaco _ -1944.

En 1933 Nikuradse propone su ecuación, el cual es válido **SÓLO** para tuberías rugosas, razón por la cual no se ha incluido, por ser nuestro caso tubos lisos.

Darcy - Weisbach (1975):
$$H = f \frac{LV^2}{2gD}$$

Donde:

H = Pérdida de carga o energía (m)

f = Coeficiente de Fricción (adimensional).

L = Longitud de la tubería (m) $L = L_{real} + L.E.$; $L.E. = 0.2 * L_{real}$

D = Diámetro interno de la tubería (m).

V = Velocidad (m/seg.).

g = Aceleración de la Gravedad (m/seg²).

Q = Caudal (m³/seg).

Cálculos Previos:

Para la utilización de las fórmulas arriba mencionadas, se requiere determinar 1) el Número de Reynolds (Re) y 2) la rugosidad absoluta y relativa.

$$Re = V * D / \nu$$

Donde:

V = Velocidad media (m/seg.)

D = Diámetro de la Tubería (m)

ν = Viscosidad Cinemática (m²/seg.)

Para determinar el valor de la Viscosidad Cinemática, se utilizan tablas que han sido previamente calculadas en función a los datos recogidos en laboratorios, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla V – 01. Densidad Relativa y Viscosidad Cinemática del Agua

Densidad Relativa y Viscosidad Cinemática del Agua			
Temperatura	Densidad Relativa	Viscosidad Cinemática	
°C	Adimensional	m ² /seg.	
5	1.000	1.520	*10 ⁻⁶
10	1.000	1.308	*10 ⁻⁶
15	0.999	1.142	*10 ⁻⁶
20	0.998	1.007	*10 ⁻⁶
25	0.997	0.897	*10 ⁻⁶
30	0.995	0.804	*10 ⁻⁶
35	0.993	0.727	*10 ⁻⁶
40	0.991	0.661	*10 ⁻⁶
50	0.990	0.556	*10 ⁻⁶
65	0.980	0.442	*10 ⁻⁶

Fuente: Mecánica de los Fluidos e Hidráulica - Giles - Evett - Liu.

En la Siguiete tabla se muestran algunos valores de rugosidad absoluta para distintos materiales.

Tabla V – 02. Rugosidad Absoluta De Materiales

RUGOSIDAD ABSOLUTA DE MATERIALES	
Material	ξ (mm)
Plástico (PE, PVC)	0.0015
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0.01
Tubo estariados de acero	0.0024
Tubos de Laton o de Cobre	0.0015
Fundición revestida de cemento	0.0024
Fundición con revestimiento bituminoso	0.0024
Fundición Centrifugada	0.003
Fundición asfaltada	0.06 - 0.18
Fundición	0.12 - 0.6
Acero comercial y soldado	0.03 - 0.09
Hierro forjado	0.03 - 0.09
Hierro galvanizado	0.06 - 0.24
Madera	0.18 - 0.9
Hormigón	0.3 - 3.0

Fuente: Mecánica de los Fluidos e Hidráulica - Giles - Evett - Liu.

De la TABLA V – 01 Tenemos:

Considerando una Temperatura promedio de 60°C.

$u = \text{Viscosidad Cinemática (m}^2\text{/seg.)}$

$$u = 0.00000052$$

Reemplazando en:

$$Re = V \cdot D / u ; \quad Re = 1.539 \cdot 0.0254 / 0.00000052$$

$$Re = 75921.324$$

Adicionalmente calculamos la rugosidad relativa, según la TABLA V – 02 para rugosidades absolutas.

$$\text{Rugosidad absoluta } \xi \text{ para PVC} = 0.00150 \text{ mm} \Rightarrow \xi = 0.0000015 \text{ m}$$

$$\text{La Rugosidad Relativa es igual a: } \xi_r = \xi / D \Rightarrow \xi_r = 0.00005906$$

Con los cálculos previos se tiene que para:

a.1) Blasius (1911).

El coeficiente de Fricción "f" según lo expresado por Blasius es:

$$f = 0.3164 \cdot Re^{-0.25}$$

$$f = 0.019061$$

a.2) Plandtl y Von - Karman (1930)

El coeficiente de Fricción "f" según lo expresado por Plandtl y Von - Karman es:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \text{Log} \left(\frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{f}} \right)$$

$$f = 0.0190686$$

a.3) Colebrook - White (1939)

El coeficiente de Fricción "f" según lo expresado por Colebrook - White es:

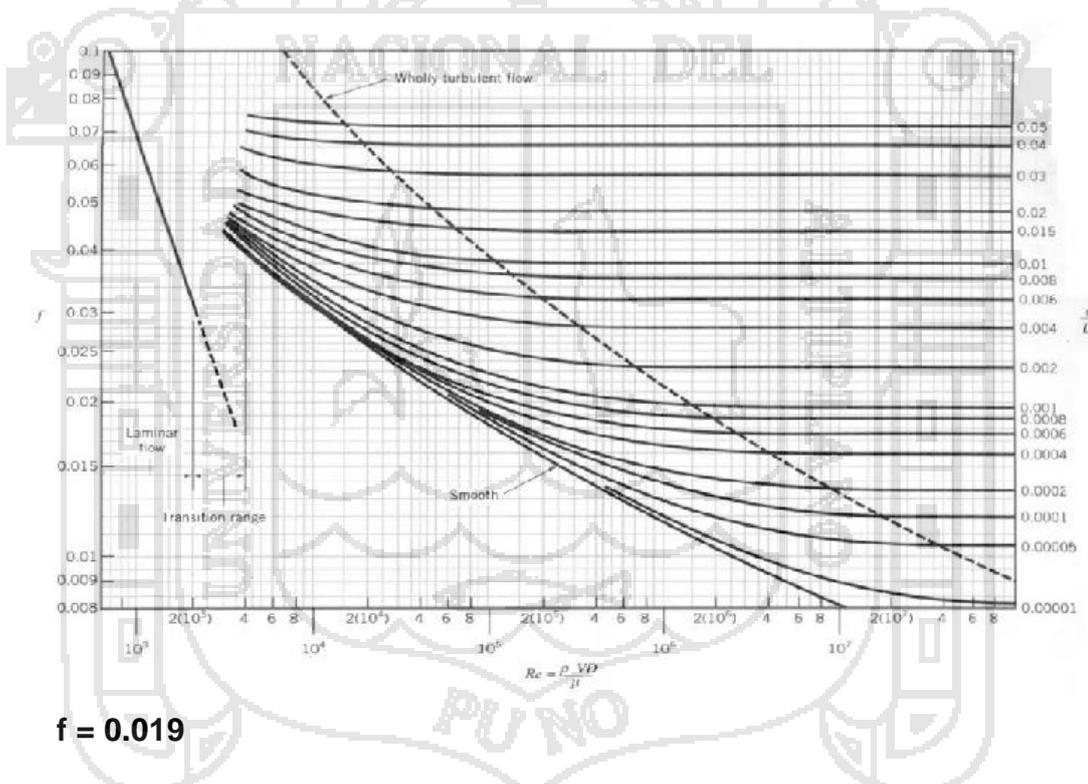
$$f = 0.01 \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \text{Log} \left(\frac{\xi}{3.71 * D} + \frac{2.51}{\text{Re} * \sqrt{f}} \right)$$

a.4) Utilizando el Diagrama de Moody (1944)

El coeficiente de Fricción "f" según el diagrama de Moody es:

Utilizando los valores de entrada de: $\text{Re} = 177636.43$ y $\xi_r = 0.00002953$.

Si bien es mucho más sencillo el cálculo mediante el Diagrama de Moody (Diagrama N° 01), depende de la escala del diagrama y la imprecisión del ojo humano.



f = 0.019

Como se observa, los resultados son muy coincidentes, entendiéndose que la expresión a.3) Colebrook - White (1939) es la más exacta, será la que utilizaremos para nuestro cálculo, por lo tanto:

Finalmente: **f = 0.01934**

Con el coeficiente de fricción ya calculado procedemos a calcular las pérdidas por fricción.

Darcy - Weisbach (1975):

$$H = f \frac{LV^2}{2gD}$$

Lreal = 97.07 m

L = Lreal + L.E. = Lreral + 0.2*Lreal

L = 116.484 m

H = 10.7096 m

b) Pérdidas por Accesorios.

H acc = 0.10*Lreal = L.E.

H acc = 11.6484 m

c) Altura Dinámica Total (HDT).

Hdinam = Hestat + H + H acc; Hestat. = 7.1 (de los planos).

Hdinam = 29.458 m

d) Potencia de la Bomba.

Pot-Bomba = $\frac{\gamma_{agua} * Q_{impuls} * H_{dinam}}{75n}$; n = Eficiencia de la bomba.

n = 0.7 Sierra, n = 0.6 Costa y Selva.

Pot-Bomba = 0.438 HP

Pot-Bomba = 0.50 HP; Potencia de bomba asumida.

RESUMEN	
Tubería de Succión	1 1/2 "
Tubería de Impulsión	1 "
Potencia de la Bomba	1/2 HP

5.1.2.5. PARA EL SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO

Requerimiento y Capacidad.

DATOS:

Dotación para el Sistema de Agua Contra Incendio: 25 (m3)

Considerando los tres casos:

a) Cisterna Sola.

Capacidad: 25 (m3)

b) Tanque Elevado solo.

Capacidad: 25 (m3)

c) Cisterna y Tanque Elevado.

Capacidad Cisterna: 3/4 Dotación 18.75 (m3)

Capacidad T.E. : 1/4 Dotación 8.33 (m3)

Capacidad total = 27.0833 (m3)

Disposición de Área para Cisterna sola.

Según los planos y lo especificado por la estructuración y distribución arquitectónica se dispone de un área de 13.927 m2 para la cisterna.

Altura Mínima a considerar: Hmin. + 0.45m

$$H_{min} = \text{Vol. T.E.} / \text{Área Disp.}$$

Reemplazando:

Cisterna Sola = **25.00** (m3) Hmin = 25/13.927

Área Disp. = **13.927** (m2) **Hmin = 1.795**

Se entiende que esta es la capacidad útil del tanque elevado, es decir que las dimensiones de la Cisterna es mayor.

Consideraciones:

- Distancia vertical entre el techo del tanque y la superficie libre del agua entre 30 y 40 cm.
- La distancia vertical entre los ejes de tubos de rebose y de entrada de agua no debe ser menor a 0.15m.
- La distancia vertical entre el eje de tubos de rebose y el máximo nivel de agua, nunca debe ser menor a 0.10m.

Por lo tanto altura mínima a considerar: $H = 2.245 \text{ m}$

Altura considerada en el proyecto: $H_{\text{final}} = 2.50 \text{ m}$

2º Almacenamiento Requerido

De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones se tiene un volumen mínimo de: 25 m³.

El volumen de reserva de Agua Contra Incendio deberá satisfacer el caudal necesario para el uso de dos mangueras de 1 ½" trabajando simultáneamente durante 30 ó 60 minutos.

2 Mangueras de 1 1/2" durante 60 minutos = 2 horas = 7200 segundos.

3º Caudal o Gasto de Impulsión. (Qimp).

Es la división del Volumen Efectivo entre el tiempo de llenado.

$Q_{\text{imp}} = \text{Vol. Efectivo} / \text{Tiempo de uso}$

$Q_{\text{imp}} = 25 / 7200 = 0.003472 \text{ m}^3/\text{seg} \approx 3.47222 \text{ lts}/\text{seg}.$

4º Elección del Diámetro de impulsión.

El R.N.E. establece que la velocidad debe estar comprendida entre 0.60 - 3.00 m/seg. Para efectos de cálculo asumiremos una velocidad de 2.00 m/seg.

$$Q = V \cdot A \implies A = Q/V \implies D = \sqrt{(4Q/\pi V)}$$

Reemplazando:

$$Q = 0.003472 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$V = 2 \text{ m/seg.}$$

$$D = \mathbf{0.047016 \text{ m}}; \quad D = 4.7016\text{cm}; \quad D = 1.851015 \text{ Pulg.}$$

Considerando el diámetro comercial más próximo a lo calculado:

$$\mathbf{D = 2 \text{ pulg.}} \quad D = 5.080 \text{ cm.} \quad D = 0.0508 \text{ m}$$

Con el nuevo diámetro recalculamos la velocidad.

$$Q = V \cdot A \implies V = Q/A \implies V = Q \cdot 4/\pi \cdot D^2$$

Por lo tanto $V = \mathbf{1.713 \text{ m/seg.}}$

5º Elección de la tubería de Succión.

La Tubería de Succión será el inmediato superior que el de la tubería de impulsión.

Considerando el diámetro comercial más próximo a lo calculado: $D = 2 \frac{1}{2}$ pulg.

6º Cálculo de la Potencia de la Bomba.

Se debe considerar las pérdidas por fricción (por la longitud total de la tubería), las perdidas por accesorios, y la altura dinámica total.

a) Pérdidas por Fricción.

Darcy - Weisbach (1975) presenta el cálculo hidráulico mas exacto, esta en función del coeficiente de fricción "f" y para su cálculo de "f" en tuberías tenemos las formulas propuestas por: 1) Blasius - 1911, 2) Plandtl y Von - Karman - 1930, 3) Colebrook - White - 1939 y 4) Moody _ Diagrama o Ábaco _ -1944.

En 1933 Nikuradse propone su ecuación, el cual es válido **SÓLO** para tuberías rugosas, razón por la cual no se ha incluido, por ser nuestro caso tubos lisos.

Darcy - Weisbach (1975):

$$H = f \frac{LV^2}{2gD}$$

Donde:

H = Pérdida de carga o energía (m)

f = Coeficiente de Fricción (adimensional).

L = Longitud de la tubería (m) L = Lreal + L.E.; L.E. = 0.2*Lreal

D = Diámetro interno de la tubería (m).

V = Velocidad (m/seg.).

g = Aceleración de la Gravedad (m/seg²).

Q = Caudal (m³/seg).

Cálculos Previos:

Para la utilización de las fórmulas arriba mencionadas, se requiere determinar 1) el Número de Reynolds (Re) y 2) la rugosidad absoluta y relativa.

$$Re = V \cdot D / \nu$$

Donde: V = Velocidad media (m/seg.)

D = Diámetro de la Tubería (m)

ν = Viscosidad Cinemática (m²/seg.)

Para determinar el valor de la Viscosidad Cinemática, se utilizan tablas que han sido previamente calculadas en función a los datos recogidos en laboratorios, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla V – 01. Densidad Relativa y Viscosidad Cinemática del Agua.

Densidad Relativa y Viscosidad Cinemática del Agua			
Temperatura	Densidad Relativa	Viscosidad Cinemática	
°C	Adimensional	m ² /seg.	
5	1.000	1.520	*10 ⁻⁶
10	1.000	1.308	*10 ⁻⁶
15	0.999	1.142	*10 ⁻⁶
20	0.998	1.007	*10 ⁻⁶
25	0.997	0.897	*10 ⁻⁶
30	0.995	0.804	*10 ⁻⁶
35	0.993	0.727	*10 ⁻⁶
40	0.991	0.661	*10 ⁻⁶
50	0.990	0.556	*10 ⁻⁶
65	0.980	0.442	*10 ⁻⁶

Fuente: Mecánica de los Fluidos e Hidráulica - Giles - Evett - Liu.

En la siguiente tabla se muestran algunos valores de rugosidad absoluta para distintos materiales.

Tabla V – 02. Rugosidad Absoluta de Materiales.

RUGOSIDAD ABSOLUTA DE MATERIALES	
Material	ξ (mm)
Plástico (PE, PVC)	0.0015
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0.01
Tubo estariados de acero	0.0024
Tubos de Laton o de Cobre	0.0015
Fundición revestida de cemento	0.0024
Fundición con revestimiento bituminoso	0.0024
Fundición Centrifugada	0.003
Fundición asfaltada	0.06 - 0.18
Fundición	0.12 - 0.6
Acero comercial y soldado	0.03 - 0.09
Hierro forjado	0.03 - 0.09
Hierro galvanizado	0.06 - 0.24
Madera	0.18 - 0.9
Hormigón	0.3 - 3.0

Fuente: Mecánica de los Fluidos e Hidráulica - Giles - Evett - Liu.

De la TABLA V – 01 Tenemos:

Considerando una Temperatura promedio de 15°C.

ν = Viscosidad Cinemática (m²/seg.)

$\nu = 0.00000114$

Reemplazando en:

$Re = V \cdot D / \nu$; $Re = 1.713 \cdot 0.0508 / 0.00000114$

Re = 76205.763

Adicionalmente calculamos la rugosidad relativa, según la TABLA V – 2 para rugosidades absolutas.

Rugosidad absoluta ξ para PVC = 0.00150 mm $\Rightarrow \xi = 0.0000015$ m

La Rugosidad Relativa es igual a: $\xi_r = \xi / D \Rightarrow \xi_r = 0.00002953$

Con los cálculos previos se tiene que para:

a.1) Blasius (1911).

El coeficiente de Fricción "f" según lo expresado por Blasius es:

$$f = 0.3164 \cdot Re^{-0.25}$$

$$f = 0.0190432$$

a.2) Plandtl y Von - Karman (1930)

El coeficiente de Fricción "f" según lo expresado por Plandtl y Von - Karman es:

$$f = 0.0190432 \quad \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{f}} \right)$$

a.3) Colebrook - White (1939)

El coeficiente de Fricción "f" según lo expresado por Colebrook -

White e

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\xi}{3.71 \cdot D} + \frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{f}} \right)$$

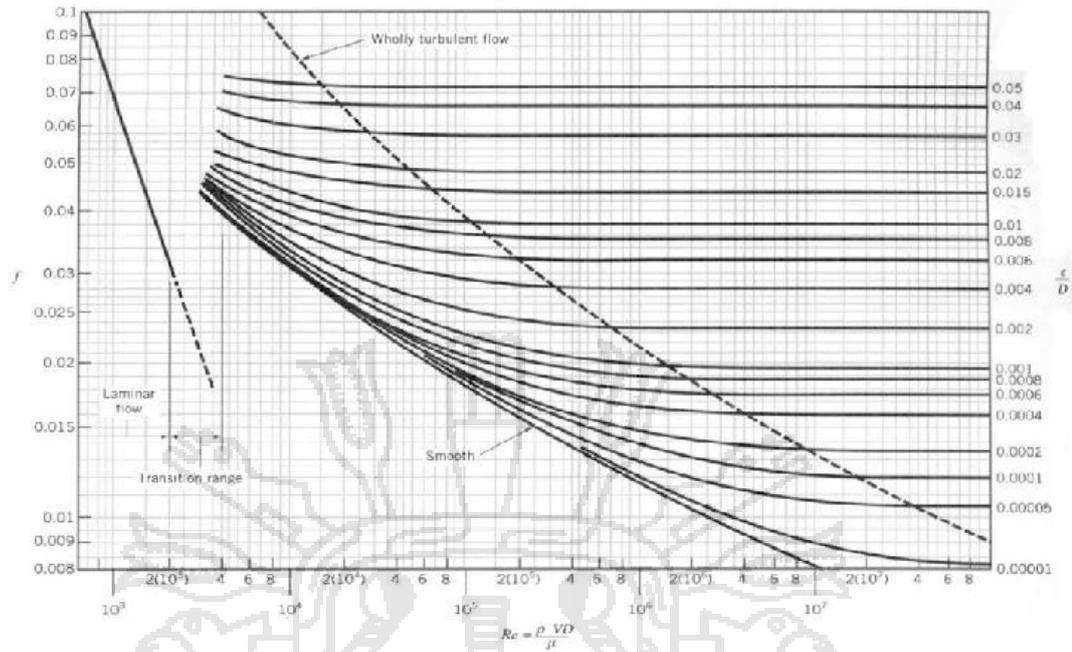
$$f = 0.0190533$$

a.4) Utilizando el Diagrama de Moody (1944)

El coeficiente de Fricción "f" según el diagrama de Moody es:

Utilizando los valores de entrada de: $Re = 76205.763$ y $\xi_r = 0.00002953$.

Si bien es mucho más sencillo el cálculo mediante el Diagrama de Moody (Diagrama N° 01), depende de la escala del diagrama y la imprecisión del ojo humano.



f = 0.019

Como se observa, los resultados son muy coincidentes, entendiendo que la expresión a.3) Colebrook - White (1939) es la más exacta, será la que utilizaremos para nuestro cálculo, por lo tanto:

Finalmente: **f = 0.0191883**

Con el coeficiente de fricción ya calculado procedemos a calcular las pérdidas por fricción.

Darcy - Weisbach (1975):

$L_{real} = 63.152 \text{ m.}$

$L = L_{real} + L.E. = L_{real} + 0.2 * L_{real}$

$L = 75.7824 \text{ m} \quad H = f \frac{LV^2}{2gD}$

$H = 4.28176 \text{ m}$

b) Perdidas por Accesorios.

$$H_{acc} = 0.20 * L_{real} = L.E.$$

$$H_{acc} = 12.6304 \text{ m}$$

c) Altura Dinámica Total (HDT).

$H_{dinam} = H_{stat} + H + H_{acc} + H_s$; $H_{stat.} = 4.9$ (de los planos); $H_s = 45\text{m}$ (RNE). Por lo tanto: **$H_{dinam} = 66.8122 \text{ m}$**

d) Potencia de la Bomba.

$$\text{Pot-Bomba} = \frac{\gamma_{agua} * Q_{impuls} * H_{dinam}}{75n}; \quad n = \text{Eficiencia de la bomba.}$$

$n = 0.7$ Sierra, $n = 0.6$ Costa y Selva.

Pot-Bomba = 4.419 HP;

Pot-Bomba = 5.00 HP; Potencia de bomba asumida.

RESUMEN	
Tubería de Succión	2 1/2 "
Tubería de Impulsión	2 "
Potencia de la Bomba	5 HP

5.2. SISTEMA DE AGUA CALIENTE Y RECIRCULACIÓN.

5.2.1. Descripción:

En todo centro de salud se requiere de agua caliente tanto para la higiene personal, lavado de utensilios, autoclaves, lavandería y otros que requieren de agua a mayor temperatura que la ambiental.

El funcionamiento del sistema debe ser satisfactorio y a la vez seguro. La seguridad de los sistemas debe hacerse dentro de las normas para protegerlos contra una presión excesiva y evitar accidentes a las personas o daños a la propiedad. Un diseño satisfactorio se alcanza cuando cumple objetivos tales como:

- Demanda de Agua Caliente
- Presión, volumen y temperatura correctamente controlados.

La temperatura del agua debe ser apropiada para las condiciones de servicios requeridas, y un correcto funcionamiento de los aparatos sanitarios. La medida más positiva para la conservación de energía es la que aísla eficazmente toda la tubería de suministro, tubería de recirculación, tanques y calentadores, de manera que conserve el calor allí dentro y reduzca a un mínimo el gasto y pérdida del calor en el ambiente.

Los sistemas operados y controlados automáticamente son una necesidad práctica para mantener la temperatura en la escala establecida. Generalmente los sistemas mecánicos a nivel inferior no son fiables para mantener el control de la temperatura correctamente en el surtidor y no se recomiendan excepto en circunstancias especiales.

La utilización eficiente de fuentes de calor, económicas y obtenibles es la consideración más importante sobre el equipo que debe instalarse en una construcción dada.

a) Dispositivos de Seguridad.

Los sistemas de suministro de agua caliente deben estar provistos de dispositivos de seguridad para aliviar las presiones peligrosas, y las temperaturas excesivas.

Las presiones se consideran peligrosas cuando exceden las condiciones del trabajo para los que el equipo y la tubería están diseñados, aunque varios elementos individuales del equipo se diseñan para altas presiones la mayoría de ellos, incluyendo los tanques almacenadores de agua caliente, están diseñados por lo general a no más de 125 PSI. Las presiones mayores pueden hacer estallar las partes débiles de los sistemas y causar daños.

Cuando el agua se calienta a temperaturas superiores a los 100°C, es extremadamente peligroso, pues parte del agua caliente es liberada convirtiéndose en vapor de agua a la presión atmosférica. De este modo pueden resultar personas con quemaduras graves al utilizar los aparatos de suministro de agua caliente. La descarga de vapor en la atmósfera, puede ocurrir bajo condiciones no controladas, como puede suceder cuando un tanque de almacenamiento de agua caliente se rompe. El vapor liberado de esa forma puede lanzar lejos el tanque de su sitio y en algunos casos puede hacer que éste salga despedido a través de los pisos, las paredes o techos de los edificios.

Las válvulas de alivio de temperatura e interruptores de energía y los elementos sensibles a la temperatura deben estar en contacto con el agua más caliente del sistema.

Es importante indicar que los equipos de producción deberán contar con espacios destinados exclusivamente para la instalación de los mismos y tienen que contar con las medidas de seguridad adecuadas.

En medianas y grandes instalaciones de agua caliente es necesario recubrir las tuberías con aislante térmico que disminuya al mínimo la pérdida de temperatura que significa mayor costo de operación.

Para ello existen materiales eficaces como carbonato de magnesio con amianto y/o asbesto prensado, fabricados en segmentos que se ajustan al diámetro de las tuberías; lana de vidrio forrada y laminada en segmentos semi circulares.

En las redes de agua caliente se consideran dos sistemas.

1. Sistema directo (sistema sin recirculación)
2. Sistema con circulación (con recirculación)

5.2.1.1. Sistema Directo (sin recirculación).

Se utiliza cuando el suministro de agua caliente es pequeño, es decir cuando el número de puntos de suministro por calentador es limitado y la distancia entre la fuente de agua caliente y los puntos de salida no permite gran pérdida de calor. Esto sugiere que influyan varios factores como la temperatura del agua a la salida del calentador, el material de la tubería, la cubierta de la misma y con qué rapidez es necesaria el agua caliente en el punto de suministro.

El sistema directo consiste en instalar un equipo de calentamiento de agua o calentador en el lugar apropiado, con la suficiente capacidad de producción o almacenamiento para abastecer a un determinado número de salidas en los aparatos sanitarios en los que se requiere agua caliente. El suministro de agua fría al calentador, se hará desde la red de distribución general y a partir del mismo se diseñará una red de distribución de agua caliente con capacidad para conducir la máxima demanda simultanea de agua caliente.

5.2.1.2. Sistema con Circulación (con recirculación).

Utilizado cuando una edificación requiere de un suministro de agua caliente muy eficiente con determinadas características como:

- Un número importante de servicios sanitarios con requerimiento de agua caliente.
- Distancias considerables entre el equipo de producción de agua caliente y los servicios.
- La salida del agua caliente en el aparato sanitario sea muy rápida.

La tubería de suministro de agua caliente transmite el calor a los alrededores de temperatura más baja por convección, radiación y conducción. Este calor se pierde por el agua caliente en la tubería durante un periodo prolongado de tiempo, su temperatura desciende hasta un grado en que el agua queda relativamente fría e inadecuada para el servicio de agua caliente. Esta agua debe extraerse de la tubería antes de que el agua caliente a la temperatura de servicio normal pueda obtenerse en las salidas. Esto es inconveniente en donde se requiere un lapso de tiempo excesivo para purgar el agua fría de la tubería antes de poder obtener el agua caliente y en donde una cantidad excesiva de agua se desperdicia al purgar el agua fría, de los sistemas de suministro de agua caliente.

Raras veces existe una necesidad imperiosa de agua de circulación continua en los pequeños sistemas de las viviendas de una a dos familias en donde la longitud de la tubería del suministro de agua caliente es relativamente corta y los diámetros de los tubos son pequeños. En tales casos, aunque el agua caliente puede enfriarse en la tubería cuando no se extrae agua, puede obtenerse el agua a la temperatura normal de servicio en las salidas dentro de un periodo de tiempo razonablemente corto y sin una extracción excesiva de agua fría. Por supuesto, en donde los sistemas abastecen equipo que requiera agua caliente, entonces puede ser necesario un sistema de tipo de circulación de retorno para el funcionamiento del equipo. Un sistema de recirculación (circulación-retorno) es

definitivamente necesario para los grandes y extensos sistemas de suministro de agua caliente. Si no estuvieran diseñados para hacer que circule el agua continuamente habría demoras para obtener el agua caliente a la temperatura de servicio normal y habría un exceso de agua desperdiciada de temperatura inadecuada.

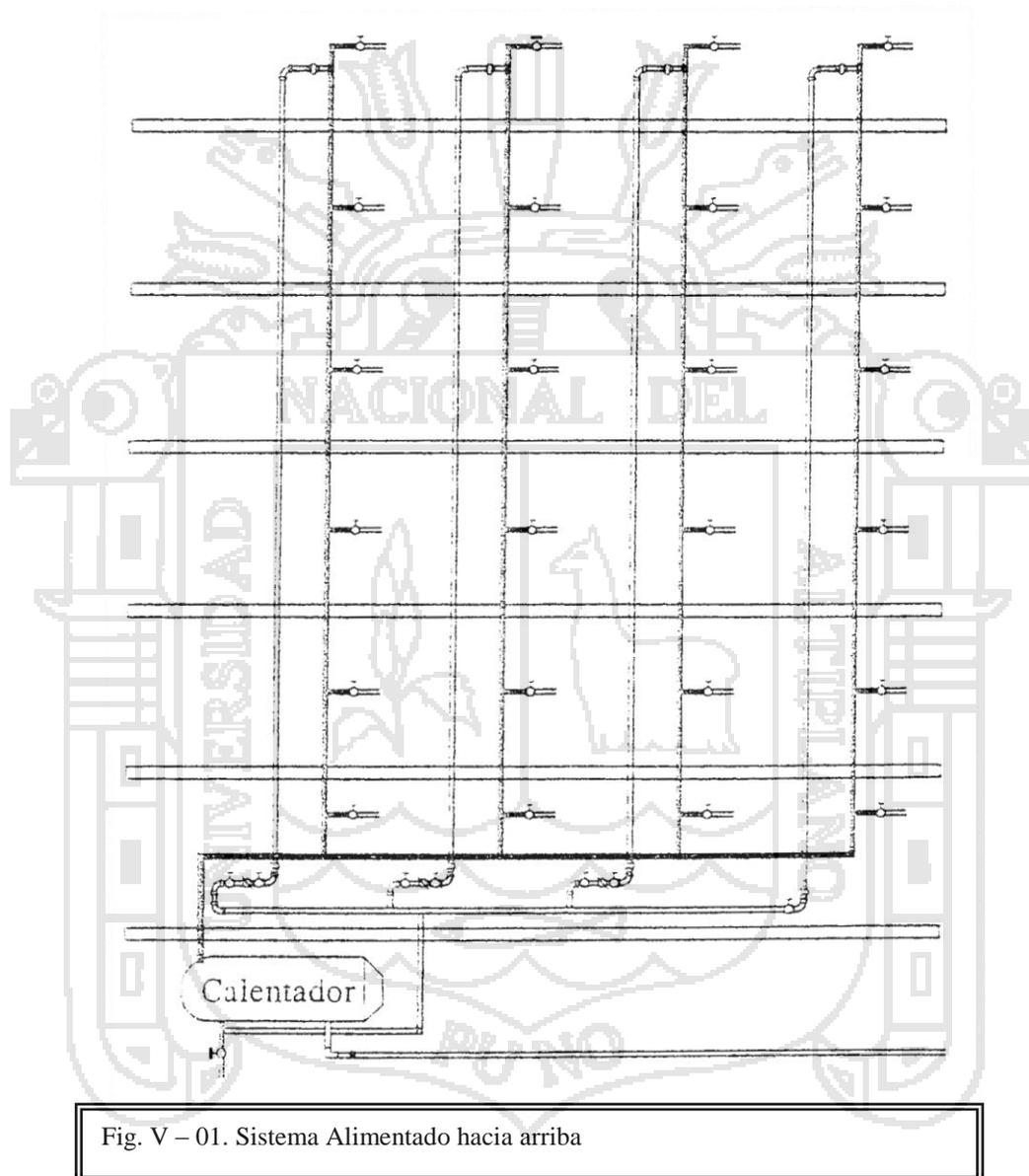
5.2.1.3. Tipos de Sistemas de Circulación.

Hay tres tipos generales de sistemas de circulación continuada de agua caliente: El sistema alimentado hacia arriba, el sistema alimentado hacia abajo y el sistema combinado de alimentación hacia arriba y hacia abajo. Estos nombres se derivan de los elevadores (alimentadores) de agua caliente que abastecen a los remates que llevan a los accesorios y no tienen ninguna relación con la dirección del flujo en la tubería de retorno.

A. Sistema Alimentado Hacia Arriba.

El sistema convencional de alimentación hacia arriba se ilustra en la figura V – 01. En este sistema, la línea principal de suministro de agua se extiende desde la fuente de suministro de agua caliente y está colocada en la parte más baja del edificio. Desde ese lugar, el agua caliente se suministra al fondo de todos los elevadores que abastecen a las ramas de los aparatos. Se coloca un tubo elevador de retorno de agua caliente para cada uno de los elevadores de suministro de agua caliente. La parte más alta del elevador de retorno está conectada al tubo elevador de suministro exactamente abajo del ramal de suministro más alto que lleva a los aparatos. Los tubos elevadores de retorno se extienden hacia abajo hasta la parte más baja del edificio donde se conectan a una línea principal de retorno de agua caliente, a través de la cual circula el agua caliente. En este sistema el aire acumulado en la parte más alta de cada elevador

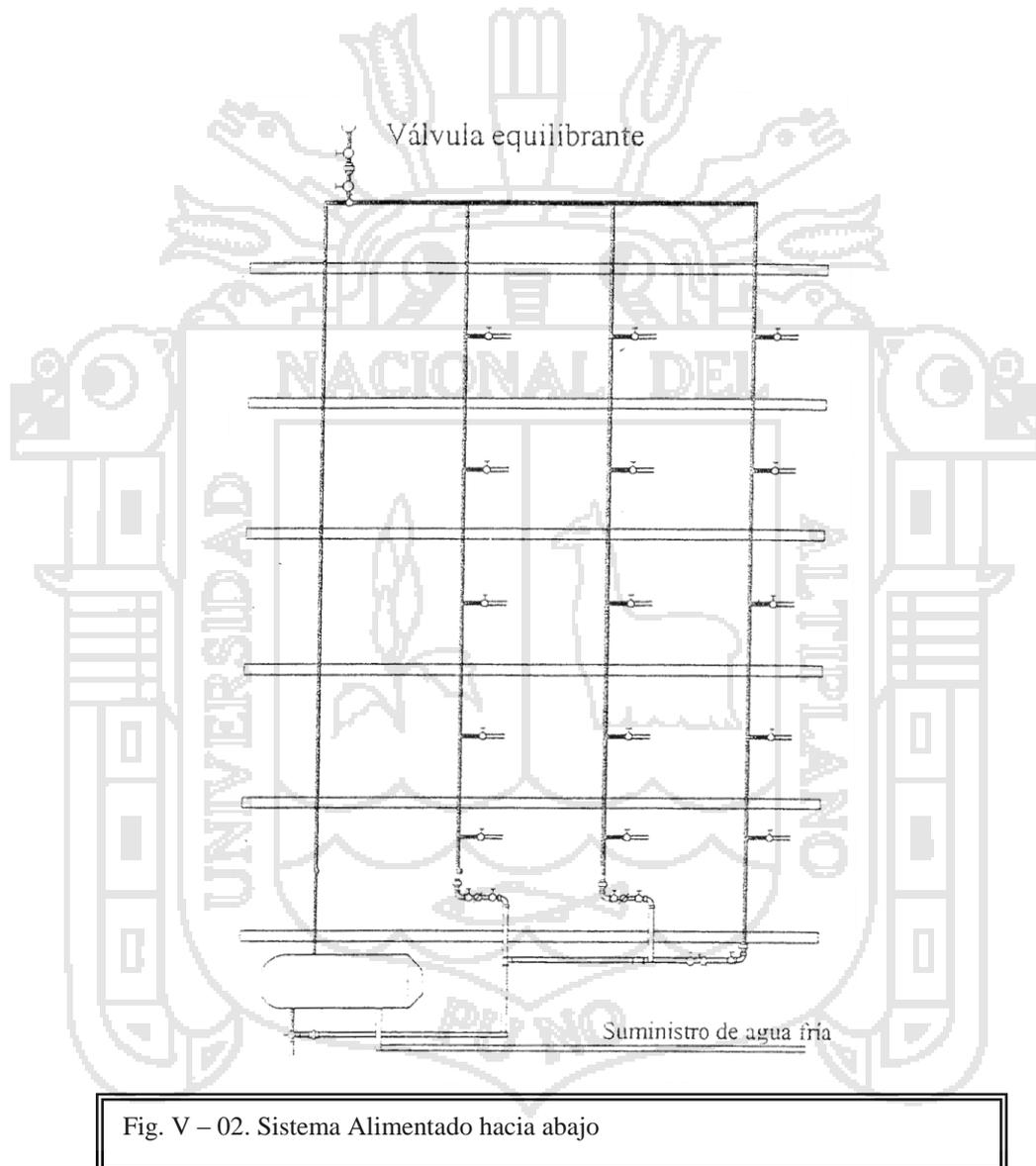
se extrae cuando se abre un grifo de agua caliente abastecido desde la parte alta del elevador de suministro, eliminando así la acumulación de aire que de otra manera podría restringir la circulación.



B. Sistema Alimentado Hacia Abajo.

El Sistema convencional de circulación hacia abajo se ilustra en la figura V – 02. En este sistema la línea principal de suministro de agua caliente va hasta la parte más alta del edificio. Desde ese lugar, el agua caliente es suministrada

hacia las partes más altas de todos los tubos elevadores de suministro de agua caliente. El flujo es hacia abajo en todos los elevadores que abastecen a los ramales que llevan a los aparatos. La base de cada tubo elevador de alimentación hacia abajo está conectada a una línea principal de retorno, de manera que circule el agua fría para retornar a la fuente de suministro de agua caliente.



En la parte superior, línea principal de suministro de agua caliente, en el punto más alto del sistema, se debe tener la precaución de eliminar el aire, de

manera que no se formen bolsas que restrinjan la circulación del agua caliente. Esto puede lograrse conectando al ramal una ventosa en el punto más alto del sistema, de manera que pueda extraerse el aire.

C. Sistema Combinado.

El sistema convencional combinado de alimentación hacia arriba y hacia abajo, es una combinación de los sistemas previamente descritos. En este caso algunos elevadores de suministro de agua caliente tienen flujo hacia arriba en tanto que otros tienen flujo hacia abajo. Cada tubo elevador de alimentación hacia abajo se abastece desde la parte alta de un elevador hacia arriba y la base de cada tubo elevador de alimentación hacia abajo está conectada a una línea principal de retorno de agua caliente, a través de la cual circula el agua de regreso a la fuente de suministro de agua caliente. Es necesario poner medios para evitar la acumulación de aire en los puntos altos del sistema, puede escogerse un método de los citados para sistemas de alimentación hacia arriba y sistemas de alimentación hacia abajo.

El uso de las válvulas apropiadas en todos los elevadores es una necesidad práctica. Deben colocarse válvulas de compuerta en la parte alta de todos los elevadores de suministro alimentados hacia arriba, con el fin de permitir el cierre de tales elevadores cuando sea necesario.

Por la misma razón deben proveerse válvulas de compuerta o llaves de paso en la tubería horizontal, en la base de cada elevador de retorno de agua caliente aguas arriba de su conexión a una línea principal de retorno de agua caliente. Además, debe instalarse una válvula de retención adyacente y aguas arriba de estas válvulas de paso en la base de cada elevador de retorno con el fin de evitar la succión del agua de la línea de retorno en las salidas de los aparatos. La fuerza que origina la circulación en un sistema de suministro de agua caliente

del tipo de circulación de retorno, es la diferencia de carga que existe en las líneas de suministro de agua caliente y en las líneas de retorno en la fuente del suministro de agua caliente. En un sistema de circulación por gravedad, la diferencia de temperatura y las densidades correspondientes del agua en las líneas de suministro y de retorno de agua caliente. El agua en la línea de retorno es más fría y más densa que el agua en la línea de suministro y por lo tanto produce una mayor carga o presión hidrostática en el punto en el que se conectan a la fuente de suministro de agua caliente. La carga inducida por la diferencias de temperaturas del agua en las líneas de suministro y de retorno se denomina comúnmente carga térmica. Esta carga varía directamente con las líneas de suministro y de retorno en común por encima del nivel del calentador.

5.2.2. Relación de Aparatos Sanitarios en el Centro de Salud.

Incluye el listado completo de los equipos que se consideran en c/u de ellos con indicación de su nombre.

Se adjunta el Cuadro de las claves de los equipos usados en los planos para una mejor comprensión de dichos planos.

LISTADO DE APARATOS SANITARIOS PARA AGUA CALIENTE

	CLAVE	DESCRIPCION	UG-AF	UG-AC	UG-AF BLAN
LAVATORIOS ESPECIALES	A-2	Lavatorio de porcelana o loza vitrificada, con grifería control de codo o muñeca. Agua fría	2		
	A-2A	Lavatorio de porcelana o loza vitrificada, con grifería control de codo o muñeca. agua fría / agua caliente	1.5	1.5	
	A-3	Lavatorio de porcelana o loza vitrificada, con grifería control de mano agua fría	2		
LAVADEROS	B-1	Lavadero de acero inoxidable de 18" x 20" aprox. de una poza. agua fría	3		
	B-1A	Lavadero de acero inoxidable de 18" x 20" aprox. de una poza. agua fría / agua caliente	2	2	
	B-9	Lavadero de acero inoxidable de 19" x 37" aprox., de una poza con escurridor. agua fría	3		
	B-9A	Lavadero de acero inoxidable de 19" x 37" aprox., de una poza con escurridor. agua fría / agua caliente	2	2	
	B-13A	Lavadero de acero inoxidable de 21" x 54" aprox., de dos pozas con triturador en una de ellas y escurridor. Agua fría / agua caliente.	4	4	
	B-50	Botadero clínico de porcelana o loza vitrificada, con limpiado de chatas, salida de desagüe. Colocado en piso	8	1.5	
	B-102	lavadero de acero inoxidable para cirujano de una sola poza, bordes y esquinas redondeadas, fabricado en plancha pulida para facilitar su limpieza gauge 15 respaldo contra salpicaduras de 30 cm. Colocado en piso.	2	2	
	OTROS	C-1	Inodoro de porcelana o loza vitrificada con válvula fluxométrica	8	
C-9		Urinario de porcelana o loza vitrificada de pared	5		
F-1		Ducha con grifería para agua fría y agua caliente	3	3	
PLACA	J-2	Tanque de revelado manual de películas radiográficas, agua fría y caliente	1.5	1.5	
EQUIPOS ESPECIALES	S-3	Esterilizador Dental			3
	S-7	Lavachata con generador de vapor	3	3	3
	S-9	Autoclave eléctrica con generador a vapor			3
	S-62	Esterilizador lavadora desinfectadora eléctrica de doble puerta con gen. Eléc.	3	3	3
	PR-01	Poza de remojo		3	3
	U-3	Salida consultorio dental	1.5		

5.2.3. Cálculo Y Diseño De Las Redes Interiores.

Factores importantes para el diseño.

1. Temperatura a la cual se utilizan los puntos de consumo.
2. Energía que se utiliza para el calentamiento del agua, puede ser electricidad, gas, petróleo, vapor y solar. El tipo de energía que se utilice

influirá en la rapidez de calentamiento, lo que ha permitido la fabricación y uso de calentadores del tipo instantáneo y calentadores con almacenamiento.

3. La dotación de agua caliente que está establecida en las Normas de diseño vigente.
4. El tamaño de la instalación de un sistema directo o un sistema con circulación, utilizando determinado tipo de calentador.

El cálculo de las redes de agua caliente y retorno tiene en consideración varios aspectos, como las unidades gasto asignadas por el proveedor o el gasto que requiere cada equipo, además, de la influencia de la temperatura y las consiguientes pérdidas de la misma.

Predimensionamiento, diseño y cálculo preliminar. Se realiza utilizando la normatividad vigente y formulas hidráulicas racionales.

Adicionalmente nuestro diseño debe ser funcional para todos los aparatos sanitarios que contenga la edificación y cuyo uso tenga un funcionamiento correcto, notamos en nuestro proyecto que la cantidad de agua fría, caliente, blanda y demás; dependen del tipo de edificación y de la zona, del uso y de la hora del día. El sistema debe llenar los requisitos de capacidad suficiente en todas sus partes: tuberías, bombas, tanques de almacenamiento, etc. para satisfacer las demandas máximas.

Para determinar los caudales correspondientes a la máxima demanda simultanea de cada tramo de la red, utilizaremos el método más utilizado para el cálculo de las redes de distribución interior de agua que es el método de **Roy B. Hunter** o el método de gastos probables, que se basa en asignar a cada uno de los aparatos sanitarios una cantidad de unidades gasto o peso determinados

experimentalmente, equivalentes a 25 litros por minuto ó 0.47 litros por segundo (7.48 g.p.m.) y establecer una relación probabilística entre la simultaneidad de uso de una determinada cantidad de aparatos y un caudal como máxima demanda simultánea.

Una vez calculada el total de unidades gasto, se podrán determinar “los gastos probables” para la aplicación del Método Hunter. TABLA III – 10.

Se considerará los criterios establecidos según el **ítem 2.3 Red de Distribución**, de la Norma IS.O10 “Instalaciones Sanitarias para edificaciones” contenida en el acápite III.3 del Título III del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Procedimiento de cálculo

1. Revisar los planos en planta e identificar los aparatos sanitarios que se sugieren en los planos o por la especialidad de arquitectura. Adicionar, disminuir, o corregir el tipo de aparato sanitario para el tipo de instalación, esto depende de la experiencia en proyectos en el área de salud.
2. Ubicar los ductos adecuados y necesarios para las camadas de tuberías, esto en coordinación con los distintos equipos de trabajo según las especialidades de los mismos.
3. Distribuir la posición de las tuberías en los ductos, tiene que entenderse que habrá ductos en los cuales no solo se presentarán tuberías de agua (ya sea fría, caliente, recirculación) sino también de desagüe, ventilación, comunicación y eléctricas.
4. Asignar las Unidades Gasto para cada aparato sanitario en los planos en planta.
5. Construir los planos isométricos de la red de agua en el cual pueda identificarse los puntos de entrega al grupo de aparatos sanitarios por niveles y en cada ducto en donde se encuentre la red.

6. Sumar las Unidades Gasto en las montantes y del más lejano hasta el más próximo ir acumulando las Unidades Gasto, y de esta manera tener el total por montante y por nivel.
7. Ubicar el punto más desfavorable y ver que se cumpla que la presión no debe ser menor a la mínima exigida según el R.N.E. y/o según las especificaciones de cada aparato sanitario.
8. Con los tramos establecidos en los planos de planta e isométrico, calculamos las Unidades Gasto por Tramos.
9. Con las Unidades Gasto Calculamos el caudal para cada aparato sanitario, para cada tramo, montante, y el final acumulado, considerando el gasto instantáneo correspondiente a los equipos especiales que se indican en la relación de aparatos sanitarios.
10. Suponiendo una velocidad promedio de 2 m/s calculamos el Diámetro y lo aproximamos a uno comercial (al inmediato superior).
11. Calculamos la longitud física de la tubería, también la longitud equivalente (20% de la longitud física) y la longitud total (suma de la longitud física y longitud equivalente).
12. Con el diámetro comercial recalculamos la velocidad.
13. Con la longitud, velocidad y diámetros recalculados y con la formula de Darcy – Weisbach (fórmula más exacta para el cálculo hidráulico) calculamos la pérdida de energía.
14. Considerando la Presión inicial o Estática y descontando las pérdidas de energía hallamos la presión final o disponible.
15. Para el sistema de **Recirculación**, el cual tiene por objeto circular el agua que se enfría debido a la pérdida de calor por conducción, convección y radiación, cuando el sistema de agua caliente se encuentra estático, es decir, cuando no hay consumo de agua caliente o ésta es mínimo.

Para ello es necesario establecer un caudal que debe circular por la tubería de retorno, suponiendo que el sistema es estático. Entendiéndose que la pérdida de calor a través de las tuberías de agua caliente son iguales a las que perdería el agua que circula por ellas, se puede establecer la siguiente relación:

$Q = K.L.dT/504(T1 - T2)$, en cual;

Q = Caudal de circulación en GPM.

K = Coeficiente de transmisión en BTU/hora/°F/Pie de tubería, que depende del diámetro de la tubería y del aislamiento térmico que utilice.

$dT = (T1 + T2)/2 - To$; donde:

To = Temperatura ambiente.

T1 = Temperatura de producción de agua caliente.

T2 = temperatura del agua en el tramo considerado y calculado en base a pérdida de temperatura unitaria, considerando como pérdida total de temperatura la diferencia entre la temperatura de salida del calentador y la temperatura de salida en el aparato más desfavorable.

El caudal establecido, siendo de circulación continua, será el que deba conducir la tubería principal de circulación o retorno que llega a la fuente de producción por gravedad producida por la diferencia de calor; pero como lo que queremos es utilizar un sistema con circulación forzada intercalamos una bomba, la que trabajará con intervalos de tiempo fijados de antemano, siendo entonces necesario establecer un nuevo caudal como capacidad de la bomba. Estos intervalos o periodos de tiempo son variables dependiendo de los rangos de caudal y del criterio del proyectista, variando entre 5 a 10 minutos de trabajo cada 1 ó 2 horas.

El caudal que circula por la tubería principal (caudal de trabajo de la bomba) se reparte proporcionalmente a cada uno de los ramales de agua caliente encontrando así los caudales correspondientes a cada montante o ramal de circulación con los que se calcula los diámetros de las tuberías respectivas,

utilizando el mismo procedimiento que para agua fría o caliente, estableciendo las pérdidas de carga de las tuberías de circulación, que servirá para determinar la altura dinámica total de la bomba de retorno.

Es así mismo necesario establecer la temperatura de llegada a la bomba de retorno a base de la pérdida de calor entre el punto más alejado y la bomba, a fin de fijar el rango de máxima y mínima temperatura de parada y arranque respectivamente.

A continuación se muestra las hojas de cálculo para el sistema de agua caliente, tanto de las redes por techo, como de los alimentadores (red Mayor). Y posteriormente del sistema de recirculación.

Densidad Relativa y Viscosidad Cinemática del Agua			
Temperatura °C	Densidad Relativa Adimensional	Viscosidad Cinemática m ² /seg.	
5	1.000	1.520	*10 ⁻⁶
10	1.000	1.308	*10 ⁻⁶
15	0.999	1.142	*10 ⁻⁶
20	0.998	1.007	*10 ⁻⁶
25	0.997	0.897	*10 ⁻⁶
30	0.995	0.804	*10 ⁻⁶
35	0.993	0.727	*10 ⁻⁶
40	0.991	0.661	*10 ⁻⁶
50	0.990	0.556	*10 ⁻⁶
65	0.980	0.442	*10 ⁻⁶

Fuente: Mecanica de los Fluidos e Hidraulica - Giles - Evett - Liu.

$T^{\circ} = 60^{\circ}C \rightarrow v = 0.000000515$



RED AGUA CALIENTE

$C = 150$ $v = 0.00000515$

TRAMO	De	A	UG	Gasto en lps	Gasto Inst	Gasto en lt/s	Gasto en m ³ /s	Veloc. Planta	Diam. tentat mm	Diam. Interno (mm)	Diam. Nominal	Diamt (m)	Long. Real	Long. Equiv	Long. Total	V (m/seg)	Re	f	Hf	Altura estatica	P inic	P fin	Presiones
TE	CALEF		90.0	2.43	1.22	3.65	0.004	2.0	48.20	48.60	2	0.0486	73.26	14.65	87.91	1.97	341395572.82	0.0023	6.72	12.10	0.00	5.38	
CALEF	A		90.00	2.43	1.22	3.65	0.004	2.0	48.20	48.60	2	0.0486	44.35	8.87	53.22	1.97	206679611.65	0.0026	1.69	7.10	5.38	10.79	
A	A1		31.00	1.57		1.57	0.002	2.0	31.62	34.00	1 1/4	0.0340	1.86	0.37	2.23	1.73	5423883.50	0.0066	0.00	0.00	10.79	10.79	
A	B		59.00	2.05	1.22	3.27	0.003	2.0	45.65	48.60	2	0.0486	10.18	2.04	12.22	1.76	47458912.62	0.0038	0.03	0.00	10.79	10.76	
B	C		35.00	1.65		1.65	0.002	2.0	32.44	34.00	1 1/4	0.0340	23.73	4.75	28.47	1.82	69110097.09	0.0035	0.54	0.00	10.76	10.22	
C	D		26.00	1.45		1.45	0.001	2.0	30.40	34.00	1 1/4	0.0340	1.68	0.34	2.01	1.60	4880679.61	0.0067	0.00	0.00	10.22	10.22	
D	E		19.50	1.29		1.29	0.001	2.0	28.69	34.00	1 1/4	0.0340	5.33	1.07	6.40	1.42	15326893.20	0.0050	0.01	0.00	10.22	10.21	
E	F		9.00	1.03		1.03	0.001	2.0	25.61	25.80	1	0.0258	0.45	0.09	0.54	1.97	1048543.69	0.0099	0.00	0.00	10.21	10.21	
A1	1X		22.50	1.37		1.37	0.001	2.0	29.49	34.00	1 1/4	0.0340	17.38	3.48	20.85	1.50	50618155.34	0.0038	0.23	0.00	10.79	10.56	
A1	3X		8.50	1.02		1.02	0.001	2.0	25.42	25.80	1	0.0258	3.40	0.68	4.08	1.94	7922330.10	0.0060	0.00	0.00	10.79	10.79	
B	2X		24.00	1.40		2.62	0.003	2.0	40.86	48.60	2	0.0486	5.03	1.01	6.03	1.41	23417475.73	0.0045	0.00	0.00	10.76	10.76	
C	C1		9.00	1.03		1.03	0.001	2.0	25.61	25.80	1	0.0258	1.95	0.39	2.34	1.97	4543689.32	0.0069	0.00	0.00	10.22	10.22	
C1	5Xa		4.50	0.20		0.20	0.000	2.0	11.35	12.70	1/2	0.0127	0.53	0.11	0.63	1.60	611650.49	0.1113	0.00	0.00	10.22	10.22	
C1	5Xb		4.50	0.20		0.20	0.000	2.0	11.35	12.70	1/2	0.0127	1.08	0.22	1.29	1.60	1252427.18	0.0095	0.00	0.00	10.22	10.22	
D	6X		6.50	0.96		0.96	0.001	2.0	24.66	25.80	1	0.0258	4.38	0.88	5.26	1.83	10203825.24	0.0056	0.01	0.00	10.22	10.21	
E	E1		10.50	1.08		1.08	0.001	2.0	26.16	34.00	1 1/4	0.0340	1.95	0.39	2.34	1.18	5679611.65	0.0065	0.00	0.00	10.21	10.21	
E1	8Xa		6.00	0.94		0.94	0.001	2.0	24.46	25.80	1	0.0258	0.53	0.11	0.63	1.80	1223300.97	0.0095	0.00	0.00	10.21	10.21	
E1	8Xb		4.50	0.20		0.20	0.000	2.0	11.35	12.70	1/2	0.0127	1.08	0.22	1.29	1.60	1252427.18	0.0095	0.00	0.00	10.21	10.21	
F	7X		4.50	0.20		0.20	0.000	2.0	11.35	12.70	1/2	0.0127	3.48	0.70	4.18	1.60	4054368.93	0.0071	0.01	0.00	10.21	10.20	
F	9X		4.50	0.20		0.20	0.000	2.0	11.35	12.70	1/2	0.0127	7.96	1.39	9.55	1.60	9273786.41	0.0057	0.08	0.00	10.21	10.13	

CALCULO DE REDES PRINCIPALES EN TECHOS



TRAMO	De	A	UG	Gasto en lps	Gasto Inst	Gasto en lt/s	Gasto en m3/s	Veloc. Planta	Diam tentat mm	Diametr o interno (mm)	Diam. Nominal	Diamt (m)	Long Real	Long Equiv	Long. Total	V (m/seg)	Re	f	Hf	Presiones	
																				Altura estatic a	P inic

CALCULO DE ALIMENTADORES

CALCULO DE ALIMENTADORES - RED MAYOR

DUCTO 01

01X	01Y	22.50	1.37	1.11	1.37	0.001	2.0	29.49	34.00	1	1/4	0.0340	3.40	0.68	4.08	1.50	9902912.62	0.0056	0.00	3.40	10.56	13.96
01Y	01Z	12	1.11	1.11	1.11	0.001	2.0	26.57	34.00	1	1/4	0.0340	3.70	0.74	4.44	1.22	10776899.03	0.0055	0.00	3.70	13.96	17.66

DUCTO 02

02X	02Y	24	1.40	1.22	2.62	0.003	2.0	40.86	48.60	2		0.0456	3.40	0.68	4.08	1.41	15844660.19	0.0050	0.00	3.40	10.76	14.16
02Y	02Z	7	0.97	1.22	2.19	0.002	2.0	37.34	39.40	1	1/2	0.0394	3.70	0.74	4.44	1.80	12922058.83	0.0053	0.00	3.70	14.16	17.86

DUCTO 03

03X	03Y	8.5	1.02	1.02	1.02	0.001	2.0	25.42	25.80	1		0.0258	3.40	0.68	4.08	1.94	7922330.10	0.0060	0.00	3.40	10.79	14.19
-----	-----	-----	------	------	------	-------	-----	-------	-------	---	--	--------	------	------	------	------	------------	--------	------	------	-------	-------

DUCTO 05

05Xa	05Ya	4.5	0.20	0.20	0.20	0.000	2.0	11.35	12.70	1/2		0.0127	3.40	0.68	4.08	1.60	3961165.05	0.0071	0.01	3.40	10.22	13.61
05Xb	05Yb	4.5	0.20	0.20	0.20	0.000	2.0	11.35	12.70	1/2		0.0127	3.40	0.68	4.08	1.60	3961165.05	0.0071	0.01	3.40	10.22	13.61

DUCTO 06

06X	06Y	6.5	0.96	0.07	0.96	0.001	2.0	24.66	25.80	1		0.0258	3.40	0.68	4.08	1.83	7922330.10	0.0060	0.00	3.40	10.21	13.61
06Y	06Z	2.0	0.07	0.07	0.07	0.000	2.0	6.43	12.70	1/2		0.0127	3.70	0.74	4.44	0.51	4310679.61	0.0069	0.01	3.70	13.61	17.30

DUCTO 07

07X	07Y	4.5	0.20	0.20	0.20	0.000	2.0	11.35	12.70	1/2		0.0127	3.40	0.68	4.08	1.60	3961165.05	0.0071	0.01	3.40	10.20	13.59
-----	-----	-----	------	------	------	-------	-----	-------	-------	-----	--	--------	------	------	------	------	------------	--------	------	------	-------	-------

DUCTO 08

08Xa	08Ya	6	0.94	0.20	0.94	0.001	2.0	24.46	25.80	1		0.0258	3.40	0.68	4.08	1.80	7922330.10	0.0060	0.00	3.40	10.21	13.61
08Xb	08Yb	4.5	0.20	0.20	0.20	0.000	2.0	11.35	12.70	1/2		0.0127	3.40	0.68	4.08	1.60	3961165.05	0.0071	0.01	3.40	10.21	13.60
08Ya	08Z	1.5	0.08	0.08	0.08	0.000	2.0	6.97	12.70	1/2		0.0127	3.70	0.74	4.44	0.60	4310679.61	0.0069	0.01	3.70	13.61	17.30

DUCTO 09

09X	09Y	4.5	0.20	0.20	0.20	0.000	2.0	11.35	12.70	1/2		0.0127	3.40	0.68	4.08	1.60	3961165.05	0.0071	0.01	3.40	10.13	13.52
-----	-----	-----	------	------	------	-------	-----	-------	-------	-----	--	--------	------	------	------	------	------------	--------	------	------	-------	-------

DUCTO 10 No tiene instalación de agua caliente.



TRAMO												Presiones									
De	A	UG	Gasto en lps	Gasto Inst	Gasto en lt/s	Gasto en m3/s	Veloc Planteada	Diam tentat mm	Diam. o Interno (mm)	Diam. Nominal	Diamt (m)	Long Real	Long Equiv	Long. Total	V (m/seg)	Re	f	Hf	Altura estatica	P inic	P fin
CALCULO DE ALIMENTADORES																					
CALCULO DE ALIMENTADORES - RED MAYOR																					
DUCTO 01																					
01X	01Y	22.50	1.37		1.37	0.001	2.0	29.49	34.00	1 1/4	0.0340	3.40	0.68	4.08	1.50	9902912.62	0.0056	0.00	3.40	10.56	13.96
01Y	01Z	12	1.11		1.11	0.001	2.0	26.57	34.00	1 1/4	0.0340	3.70	0.74	4.44	1.22	10776699.03	0.0055	0.00	3.70	13.96	17.66
DUCTO 02																					
02X	02Y	24	1.40	1.22	2.62	0.003	2.0	40.86	48.60	2	0.0486	3.40	0.68	4.08	1.41	15844660.19	0.0050	0.00	3.40	10.76	14.16
02Y	02Z	7	0.97	1.22	2.19	0.002	2.0	37.34	39.40	1 1/2	0.0394	3.70	0.74	4.44	1.80	12952038.83	0.0053	0.00	3.70	14.16	17.86
DUCTO 03																					
03X	03Y	8.5	1.02		1.02	0.001	2.0	25.42	25.80	1	0.0258	3.40	0.68	4.08	1.94	7922330.10	0.0060	0.00	3.40	10.79	14.19
DUCTO 05																					
05Xa	05Ya	4.5	0.20		0.20	0.000	2.0	11.35	12.70	1/2	0.0127	3.40	0.68	4.08	1.60	3961165.05	0.0071	0.01	3.40	10.22	13.61
05Xb	05Yb	4.5	0.20		0.20	0.000	2.0	11.35	12.70	1/2	0.0127	3.40	0.68	4.08	1.60	3961165.05	0.0071	0.01	3.40	10.22	13.61
DUCTO 06																					
06X	06Y	6.5	0.96		0.96	0.001	2.0	24.66	25.80	1	0.0258	3.40	0.68	4.08	1.83	7922330.10	0.0060	0.00	3.40	10.21	13.61
06Y	06Z	2.0	0.07		0.07	0.000	2.0	6.43	12.70	1/2	0.0127	3.70	0.74	4.44	0.51	4310679.61	0.0069	0.01	3.70	13.61	17.30
DUCTO 07																					
07X	07Y	4.5	0.20		0.20	0.000	2.0	11.35	12.70	1/2	0.0127	3.40	0.68	4.08	1.60	3961165.05	0.0071	0.01	3.40	10.20	13.59
DUCTO 08																					
08Xa	08Ya	6	0.94		0.94	0.001	2.0	24.46	25.80	1	0.0258	3.40	0.68	4.08	1.80	7922330.10	0.0060	0.00	3.40	10.21	13.61
08Xb	08Yb	4.5	0.20		0.20	0.000	2.0	11.35	12.70	1/2	0.0127	3.40	0.68	4.08	1.60	3961165.05	0.0071	0.01	3.40	10.21	13.60
08Ya	08Z	1.5	0.08		0.08	0.000	2.0	6.97	12.70	1/2	0.0127	3.70	0.74	4.44	0.60	4310679.61	0.0069	0.01	3.70	13.61	17.30
DUCTO 09																					
09X	09Y	4.5	0.20		0.20	0.000	2.0	11.35	12.70	1/2	0.0127	3.40	0.68	4.08	1.60	3961165.05	0.0071	0.01	3.40	10.13	13.52
DUCTO 10 No tiene instalacion de agua caliente.																					



TRAMO		UG	Gasto en lbs	Gasto Inst	Gasto en ft/s	Gasto en m ³ /s	Veloc. Planteada	Diam. tentada mm	Diametr o interno (mm)	Diam. Nominal	Diamt. (m)	Long. Real	Long. Equiv	Long. Total	V (m/seg)	Re	f	Hf	Altura estática	Presiones	
De	A																			P inic	P fin

CALCULO HIDRAULICO POR AMBIENTES RED INTERIOR DE AGUA CALIENTE
DUCTO 01
SEGUNDO NIVEL

01Y	a	10.5	1.08		1.08	0.001	2.0	26.16	34.00	1	1/4	0.0340	0.60	0.12	0.72	1.18	1747572.82	0.0087	0.00	0.00	13.96	13.96
	b	7.5	0.99		0.99	0.001	2.0	25.04	25.80	1		0.0258	1.10	0.22	1.32	1.88	2563106.80	0.0079	0.00	0.00	13.96	13.96
	c	6	0.94		0.94	0.001	2.0	24.46	25.80	1		0.0258	6.25	1.25	7.50	1.80	14563106.80	0.0051	0.02	0.00	13.96	13.94
	d	4	0.18		0.18	0.000	2.0	10.56	12.70	1/2		0.0127	0.40	0.08	0.48	1.38	466019.42	0.0121	0.00	0.00	13.94	13.94
	a	F-1	3	0.12		0.12	0.000	2.0	8.73	12.70	1/2	0.0127	2.80	0.56	3.36	0.94	3262135.92	0.0074	0.00	-1.85	13.96	12.10
	b	A-2A	1.5	0.08		0.08	0.000	2.0	6.97	12.70	1/2	0.0127	1.55	0.31	1.86	0.60	1805825.24	0.0086	0.00	-0.60	13.96	13.96
	c	B-1A	2	0.09		0.09	0.000	2.0	7.60	12.70	1/2	0.0127	1.42	0.28	1.70	0.72	1654368.93	0.0088	0.00	-1.12	13.94	12.82
	d	B-9A	2	0.09		0.09	0.000	2.0	7.60	12.70	1/2	0.0127	1.37	0.27	1.64	0.72	1596116.50	0.0089	0.00	-1.12	13.94	12.82
	d	B-1A	2	0.09		0.09	0.000	2.0	7.60	12.70	1/2	0.0127	4.97	0.99	5.97	0.72	5795417.48	0.0064	0.02	-1.12	13.94	12.80

CALCULO HIDRAULICO POR AMBIENTES RED INTERIOR DE AGUA CALIENTE
DUCTO 01
PRIMER NIVEL

01Z	a	12	1.11		1.11	0.001	2.0	26.57	34.00	1	1/4	0.0340	0.90	0.18	1.08	1.22	262159.22	0.0079	0.00	0.00	17.66	17.66
	b	9	1.03		1.03	0.001	2.0	25.61	25.80	1		0.0258	4.05	0.81	4.86	1.97	9436893.20	0.0057	0.01	0.00	17.66	17.65
	b	6	0.94		0.94	0.001	2.0	24.46	25.80	1		0.0258	1.05	0.21	1.26	1.80	243359.22	0.0080	0.00	0.00	17.65	17.65
	a	F-1	3	0.12		0.12	0.000	2.0	8.73	12.70	1/2	0.0127	11.18	2.24	13.41	0.94	1302147.57	0.0053	0.22	-1.85	17.66	15.59
	b	F-1	3	0.12		0.12	0.000	2.0	8.73	12.70	1/2	0.0127	2.45	0.49	2.93	0.94	284843.69	0.0077	0.00	-1.85	17.65	15.80
	c	F-1	3	0.12		0.12	0.000	2.0	8.73	12.70	1/2	0.0127	2.45	0.49	2.93	0.94	284843.69	0.0077	0.00	-1.85	17.65	15.80
	c	F-1	3	0.12		0.12	0.000	2.0	8.73	12.70	1/2	0.0127	6.48	1.30	7.78	0.94	7554291.26	0.0060	0.05	-1.85	17.65	15.75

CALCULO HIDRAULICO POR AMBIENTES RED INTERIOR DE AGUA CALIENTE
DUCTO 02
SEGUNDO NIVEL

02Y	a	17	1.23		1.23	0.001	2.0	28.00	34.00	1	1/4	0.0340	2.87	0.57	3.44	1.36	832815.53	0.0059	0.00	0.00	14.16	14.16	
	a	10	1.06		1.06	0.001	2.0	25.98	34.00	1	1/4	0.0340	5.26	1.05	6.31	1.17	15313689.32	0.0051	0.01	0.00	14.16	14.15	
	b	c	7	0.97		0.97	0.001	2.0	24.85	25.80	1		0.0258	1.57	0.31	1.88	1.86	3654291.26	0.0072	0.00	0.00	14.15	14.15
	c	d	4	0.18		0.18	0.000	2.0	10.56	12.70	1/2	0.0127	2.03	0.41	2.44	1.38	236877.70	0.0081	0.00	0.00	14.15	14.15	
	a	a1	7	0.97		0.97	0.001	2.0	24.85	25.80	1	0.0258	1.85	0.37	2.22	1.86	4310679.61	0.0069	0.00	0.00	14.16	14.16	
	a	a1	5	0.91		0.91	0.001	2.0	24.07	25.80	1	0.0258	0.50	0.10	0.60	1.74	116877.70	0.0096	0.00	0.00	14.15	14.15	
	c	c1	3	0.12		0.12	0.000	2.0	8.74	12.70	1/2	0.0127	1.85	0.37	2.22	0.95	2155339.81	0.0083	0.00	0.00	14.15	14.14	
	b	S-7	3	0.12		0.12	0.000	2.0	8.73	12.70	1/2	0.0127	2.88	0.58	3.46	0.94	3560932.04	0.0074	0.01	-1.20	14.15	12.94	



TRAMO	De	A	UG	Gasto en lps	Gasto Inst	Gasto en l/s	Gasto en m ³ /s	Veloc. Planteada	Diam tentat mm	Diametr o Interno (mm)	Diam. Nominal	Diamt (m)	Long Real	Long Equiv	Long. Total	V (m/seg)	Re	f	Hf	Altura estatica	Presiones	
																					P inic	P fin
d	B-9A	2	0.09			0.09	0.000	2.0	7.60	12.70	1/2	0.0127	1.38	0.28	1.65	0.72	1601941.75	0.0089	0.00	-1.12	14.15	13.03
d	B-9A	2	0.09			0.09	0.000	2.0	7.60	12.70	1/2	0.0127	1.52	0.30	1.82	0.72	1765048.54	0.0087	0.00	-1.12	14.15	13.03
a1	B-13A	2	0.09			0.09	0.000	2.0	7.60	12.70	1/2	0.0127	1.12	0.22	1.34	0.72	1304854.37	0.0094	0.00	-1.12	14.16	13.04
a2	B-13A	2	0.09			0.09	0.000	2.0	7.60	12.70	1/2	0.0127	1.27	0.25	1.52	0.72	1473786.41	0.0091	0.00	-1.12	14.15	13.03
e1	B-50	1.5	0.08			0.08	0.000	2.0	6.97	12.70	1/2	0.0127	0.79	0.16	0.95	0.60	924932.04	0.0102	0.00	-0.65	14.14	13.49
e1	B-50	1.5	0.08			0.08	0.000	2.0	6.97	12.70	1/2	0.0127	2.70	0.54	3.24	0.60	3148210.68	0.0075	0.00	-0.65	14.14	13.49

CALCULO HIDRAULICO POR AMBIENTES RED INTERIOR DE AGUA CALIENTE

DUCTO 02

PRIMER NIVEL

02Z	a	3	0.12	0.70	0.82	0.001	2.0	22.85	25.80	1		0.0258	9.30	1.86	11.16	1.57	2166902.91	0.0046	0.05	0.00	17.86	17.80
a	b	3	0.12	0.50	0.62	0.001	2.0	19.87	25.80	1		0.0258	1.28	0.26	1.54	1.19	3990679.61	0.0076	0.00	0.00	17.80	17.80
02Z	a1	4	0.18	0.52	0.70	0.001	2.0	21.03	25.80	1		0.0258	14.50	2.90	17.40	1.33	33795495.15	0.0041	0.19	0.00	17.86	17.67
a1	a2	4	0.18	0.13	0.31	0.000	2.0	13.93	19.05	3/4		0.0191	1.01	0.20	1.21	1.07	1756310.68	0.0087	0.00	0.00	17.67	17.67
a2	a3	4	0.18		0.18	0.000	2.0	10.56	12.70	1/2		0.0127	2.10	0.42	2.52	1.38	2446951.46	0.0080	0.00	0.00	17.67	17.67
a	LY-1	0	-	0.20	0.20	0.000	2.0	11.28	12.70	1/2		0.0127	0.40	0.08	0.48	1.58	466019.42	0.0121	0.00	-0.30	17.80	17.50
b	LV-2	0	-	0.50	0.50	0.001	2.0	17.84	19.05	3/4		0.0191	0.40	0.08	0.48	1.75	699029.13	0.0109	0.00	-0.30	17.50	17.20
b	PR-1	3	0.12		0.12	0.000	2.0	8.73	12.70	1/2		0.0127	0.30	0.06	0.36	0.94	349514.56	0.0130	0.00	-0.30	17.50	17.20
a1	M		-	0.39	0.39	0.000	2.0	15.76	19.05	3/4		0.0191	0.30	0.06	0.36	1.37	524271.84	0.0118	0.00	-0.30	17.67	17.37
a2	MR		-	0.13	0.13	0.000	2.0	9.10	12.70	1/2		0.0127	0.65	0.13	0.78	1.03	757281.55	0.0107	0.00	-0.30	17.37	17.07
a3	B-13A	2	0.09		0.09	0.000	2.0	7.60	12.70	1/2		0.0127	1.72	0.34	2.06	0.72	2003383.50	0.0084	0.00	-1.12	17.07	15.95
a3	B-13A	2	0.09		0.09	0.000	2.0	7.60	12.70	1/2		0.0127	2.12	0.42	2.54	0.72	2464077.67	0.0080	0.00	-1.12	17.07	15.95

CALCULO HIDRAULICO POR AMBIENTES RED INTERIOR DE AGUA CALIENTE

DUCTO 03

SEGUNDO NIVEL

03Y	a	8.5	1.02		1.02	0.001	2.0	25.42	25.80	1		0.0258	0.65	0.13	0.78	1.94	1509436.89	0.0090	0.00	0.00	14.19	14.19
a	b	3.5	0.15		0.15	0.000	2.0	9.69	12.70	1/2		0.0127	3.27	0.65	3.93	1.16	3812038.83	0.0072	0.01	0.00	14.19	14.18
a	a1	5	0.91		0.91	0.001	2.0	24.07	25.80	1		0.0258	0.30	0.06	0.35	1.74	687378.64	0.0110	0.00	0.00	14.19	14.19
b	B-102	2	0.09		0.09	0.000	2.0	7.60	12.70	1/2		0.0127	2.75	0.55	3.30	0.72	3207378.64	0.0075	0.00	-1.12	14.18	13.05



TRAMO	De A	UG	Gasto en lps	Gasto Inst	Gasto en l/s	Gasto en m3/s	Veloc. Planteada	Diam tentat mmm	Diametr o Interno (mm)	Diam. Nominal	Diamt (m)	Long Real	Long Equiv	Long. Total	V (m/seg)	Re	f	Hf	Altura estatica	Presiones	
																				P inic	P fin
d	B-9A	2	0.09		0.09	0.000	2.0	7.60	12.70	1/2	0.0127	1.38	0.28	1.65	0.72	1601941.75	0.0089	0.00	-1.12	14.15	13.03
d	B-9A	2	0.09		0.09	0.000	2.0	7.60	12.70	1/2	0.0127	1.52	0.30	1.82	0.72	1765048.54	0.0087	0.00	-1.12	14.15	13.03
a1	B-13A	2	0.09		0.09	0.000	2.0	7.60	12.70	1/2	0.0127	1.12	0.22	1.34	0.72	1304854.37	0.0094	0.00	-1.12	14.16	13.04
a2	B-13A	2	0.09		0.09	0.000	2.0	7.60	12.70	1/2	0.0127	1.27	0.25	1.52	0.72	1473786.41	0.0091	0.00	-1.12	14.15	13.03
c1	B-50	1.5	0.08		0.08	0.000	2.0	6.97	12.70	1/2	0.0127	0.79	0.16	0.95	0.60	924932.04	0.0102	0.00	-0.65	14.14	13.49
c1	B-50	1.5	0.08		0.08	0.000	2.0	6.97	12.70	1/2	0.0127	2.70	0.54	3.24	0.60	3148310.68	0.0075	0.00	-0.65	14.14	13.49

CALCULO HIDRAULICO POR AMBIENTES RED INTERIOR DE AGUA CALIENTE

DUCTO 02

PRIMER NIVEL

02Z	a	3	0.12	0.70	0.82	0.001	2.0	22.85	25.80	1	0.0258	9.30	1.86	11.16	1.57	21689902.91	0.0046	0.05	0.00	17.86	17.80
a	b	3	0.12	0.50	0.62	0.001	2.0	19.87	25.80	1	0.0258	1.28	0.26	1.54	1.19	2990679.61	0.0076	0.00	0.00	17.80	17.80
02Z	a1	4	0.18	0.52	0.70	0.001	2.0	21.03	25.80	1	0.0258	14.50	2.90	17.40	1.33	35795495.15	0.0041	0.19	0.00	17.86	17.67
a1	a2	4	0.18	0.13	0.31	0.000	2.0	13.93	19.05	3/4	0.0191	1.01	0.20	1.21	1.07	1756310.68	0.0087	0.00	0.00	17.67	17.67
a2	a3	4	0.18		0.18	0.000	2.0	10.56	12.70	1/2	0.0127	2.10	0.42	2.52	1.38	2446951.46	0.0080	0.00	0.00	17.67	17.67
a	LV-1	0	-	0.20	0.20	0.000	2.0	11.28	12.70	1/2	0.0127	0.40	0.08	0.48	1.58	466019.42	0.0121	0.00	-0.30	17.80	17.50
b	LV-2	0	-	0.50	0.50	0.001	2.0	17.84	19.05	3/4	0.0191	0.40	0.08	0.48	1.75	699029.13	0.0109	0.00	-0.30	17.50	17.20
b	PR-1	3	0.12		0.12	0.000	2.0	8.73	12.70	1/2	0.0127	0.30	0.06	0.36	0.94	349514.56	0.0130	0.00	-0.30	17.50	17.20
a1	M		-	0.39	0.39	0.000	2.0	15.76	19.05	3/4	0.0191	0.30	0.06	0.36	1.37	524271.84	0.0118	0.00	-0.30	17.67	17.37
a2	MR		-	0.13	0.13	0.000	2.0	9.10	12.70	1/2	0.0127	0.65	0.13	0.78	1.03	757281.55	0.0107	0.00	-0.30	17.37	17.07
a3	B-13A	2	0.09		0.09	0.000	2.0	7.60	12.70	1/2	0.0127	1.72	0.34	2.06	0.72	2003883.50	0.0084	0.00	-1.12	17.07	15.95
a3	B-13A	2	0.09		0.09	0.000	2.0	7.60	12.70	1/2	0.0127	2.12	0.42	2.54	0.72	2464077.67	0.0080	0.00	-1.12	17.07	15.95

CALCULO HIDRAULICO POR AMBIENTES RED INTERIOR DE AGUA CALIENTE

DUCTO 03

SEGUNDO NIVEL

03Y	a	8.5	1.02		1.02	0.001	2.0	25.42	25.80	1	0.0258	0.65	0.13	0.78	1.94	1509436.89	0.0090	0.00	0.00	14.19	14.19
a	b	3.5	0.15		0.15	0.000	2.0	9.69	12.70	1/2	0.0127	3.27	0.65	3.93	1.16	3812038.83	0.0072	0.01	0.00	14.19	14.18
a	a1	5	0.91		0.91	0.001	2.0	24.07	25.80	1	0.0258	0.30	0.06	0.35	1.74	687378.64	0.0110	0.00	0.00	14.19	14.19
b	B-102	2	0.09		0.09	0.000	2.0	7.60	12.70	1/2	0.0127	2.75	0.55	3.30	0.72	3207378.64	0.0075	0.00	-1.12	14.18	13.05

TRAMO	De	A	UG	Gasto en lps	Gasto Inst	Gasto en l/s	Gasto en m3/s	Veloc. Planteada	Diam. tentat. mm	Diametr. o interno (mm)	Diam. Nominal	Diamt. (m)	Long. Real	Long. Equiv	Long. Total	V (m/se g)	Re	f	Hf	Altura estatica a	Presiones	
																					P inic	P fin
b	A-2A		1.5	0.08		0.08	0.000	2.0	6.97	12.70	1/2	0.0127	3.93	0.79	4.72	0.60	4584116.30	0.0068	0.01	-0.60	14.18	13.57
a1	F-1		3	0.12		0.12	0.000	2.0	8.73	12.70	1/2	0.0127	1.85	0.37	2.22	0.94	2155339.81	0.0083	0.00	-1.85	14.19	12.33
a1	B-102		2	0.09		0.09	0.000	2.0	7.60	12.70	1/2	0.0127	3.22	0.64	3.86	0.72	3751456.31	0.0072	0.01	-1.12	14.19	13.06

CALCULO HIDRAULICO POR AMBIENTES RED INTERIOR DE AGUA CALIENTE

DUCTO 05

SEGUNDO NIVEL

05Ya	a		4.5	0.20		0.20	0.000	2.0	11.35	12.70	1/2	0.0127	1.63	0.33	1.95	1.60	1895203.88	0.0085	0.00	0.00	13.61	13.61
a	F-1		3	0.12		0.12	0.000	2.0	8.73	12.70	1/2	0.0127	2.00	0.40	2.39	0.94	2324271.84	0.0081	0.00	-1.85	13.61	11.76
a	A-2A		1.5	0.08		0.08	0.000	2.0	6.97	12.70	1/2	0.0127	3.75	0.75	4.49	0.60	4363805.83	0.0069	0.01	-0.60	13.61	13.00

05Yb	b		4.5	0.20		0.20	0.000	2.0	11.35	12.70	1/2	0.0127	1.45	0.29	1.74	1.60	1689320.39	0.0088	0.00	0.00	13.61	13.61
b	F-1		3	0.12		0.12	0.000	2.0	8.73	12.70	1/2	0.0127	2.10	0.42	2.51	0.94	2440776.70	0.0080	0.00	-1.85	13.61	11.76
b	A-2A		1.5	0.08		0.08	0.000	2.0	6.97	12.70	1/2	0.0127	4.16	0.83	4.99	0.60	4848466.02	0.0067	0.01	-0.60	13.61	13.00

CALCULO HIDRAULICO POR AMBIENTES RED INTERIOR DE AGUA CALIENTE

DUCTO 06

SEGUNDO NIVEL

06Y	a		4.5	0.20		0.20	0.000	2.0	11.35	12.70	1/2	0.0127	0.28	0.06	0.33	1.60	320388.35	0.0133	0.00	0.00	13.61	13.61
a	F-1		3	0.12		0.12	0.000	2.0	8.73	12.70	1/2	0.0127	3.25	0.65	3.89	0.94	3780582.52	0.0072	0.01	-1.85	13.61	11.75
a	A-2A		1.5	0.08		0.08	0.000	2.0	6.97	12.70	1/2	0.0127	3.40	0.68	4.08	0.60	3962446.60	0.0071	0.01	-0.60	13.61	13.00

CALCULO HIDRAULICO POR AMBIENTES RED INTERIOR DE AGUA CALIENTE

DUCTO 06

PRIMER NIVEL

06Z	a		2	0.07		0.07	0.000	2.0	6.43	12.70	1/2	0.0127	0.53	0.11	0.63	0.51	612466.02	0.0113	0.00	0.00	17.30	17.30
a	B-9A		2	0.09		0.09	0.000	2.0	7.60	12.70	1/2	0.0127	2.53	0.51	3.03	0.72	2945242.72	0.0076	0.00	-1.12	17.30	16.18



TRAMO		UG	Gasto en lps	Gasto Inst	Gasto en lt/s	Veloc. Planteada	Diam tentat mm	Diametr o interno (mm)	Diamt Nominal (m)	Long Real	Long Equiv	Long Total	V (m/seg)	Re	f	Hf	Altura estatica	Presiones	
De	P fin																		

CALCULO HIDRAULICO POR AMBIENTES RED INTERIOR DE AGUA CALIENTE

DUCTO 07

SEGUNDO NIVEL

07Y	a	4.5	0.20		0.20	0.000	2.0	11.35	12.70	1/2	0.0127	0.43	0.09	0.51	1.60	49584.66	0.0119	0.00	13.59	13.59
	a	F-1	3	0.12	0.12	0.000	2.0	8.73	12.70	1/2	0.0127	3.80	0.76	4.55	0.94	442058.25	0.0069	0.01	-1.85	13.59
	a	A-2A	1.5	0.08	0.08	0.000	2.0	6.97	12.70	1/2	0.0127	2.73	0.55	3.28	0.60	3182796.12	0.0075	0.00	-0.60	13.59

CALCULO HIDRAULICO POR AMBIENTES RED INTERIOR DE AGUA CALIENTE

DUCTO 08

SEGUNDO NIVEL

08Y	a	4.5	0.20		0.20	0.000	2.0	11.35	12.70	1/2	0.0127	1.43	0.29	1.71	1.60	1660194.17	0.0088	0.00	13.61	13.61
	a	F-1	3	0.12	0.12	0.000	2.0	8.73	12.70	1/2	0.0127	2.00	0.40	2.39	0.94	2324271.84	0.0081	0.00	-1.85	13.61
	a	A-2A	1.5	0.08	0.08	0.000	2.0	6.97	12.70	1/2	0.0127	3.72	0.74	4.47	0.60	4383391.26	0.0069	0.01	-0.60	13.61

08Y	b	4.5	0.20		0.20	0.000	2.0	11.35	12.70	1/2	0.0127	1.08	0.22	1.29	1.60	1252427.18	0.0095	0.00	13.60	13.60
	b	F-1	3	0.12	0.12	0.000	2.0	8.73	12.70	1/2	0.0127	2.47	0.49	2.96	0.94	2877669.90	0.0077	0.00	-1.85	13.60
	b	A-2A	1.5	0.08	0.08	0.000	2.0	6.97	12.70	1/2	0.0127	1.98	0.40	2.38	0.60	2309941.75	0.0081	0.00	-0.60	13.60

CALCULO HIDRAULICO POR AMBIENTES RED INTERIOR DE AGUA CALIENTE

DUCTO 08

PRIMER NIVEL

08Z	a	2	0.07		0.07	0.000	2.0	6.43	12.70	1/2	0.0127	0.83	0.17	0.99	0.51	961165.05	0.0101	0.00	17.30	17.30
	a	J-2	2	0.09	0.09	0.000	2.0	7.60	12.70	1/2	0.0127	3.70	0.74	4.43	0.72	4304854.37	0.0069	0.01	-1.20	17.30

CALCULO HIDRAULICO POR AMBIENTES RED INTERIOR DE AGUA CALIENTE

DUCTO 09

SEGUNDO NIVEL

09Y	a	4.5	0.20		0.20	0.000	2.0	11.35	12.70	1/2	0.0127	0.43	0.09	0.51	1.60	49584.66	0.0119	0.00	13.52	13.52
	a	F-1	3	0.12	0.12	0.000	2.0	8.73	12.70	1/2	0.0127	3.82	0.76	4.58	0.94	4450834.95	0.0069	0.01	-1.85	13.52
	a	A-2A	1.5	0.08	0.08	0.000	2.0	6.97	12.70	1/2	0.0127	2.71	0.54	3.25	0.60	3155067.96	0.0075	0.00	-0.60	13.52

5.2.4. Planos utilizados para el cálculo:

En todo cálculo es esencial la utilización de planos, como mínimo deberemos considerar los planos de distribución (planta), plano de elevaciones, y el plano isométrico.

A continuación se muestra el plano isométrico del sistema de agua caliente y recirculación sin escala de manera ilustrativa para que se tenga la referencia general del sistema integral. Los planos a escala están detallados en el anexo 03. Correspondiente a planos.





RED AGUA CALIENTE

TRAMO	De	A	UG	Gasto en lps	Gasto Inst	Gasto en l/s	Gasto en m3/s	Gasto en GPM	Long Real	Perdida de T° por T°/ml	Perdida de T° por Tramos	T° Inicial (Tsi)	T° Final (Tf)	dT	Long. En Pies	K	K*L*dT	Factor de Peopor	Gasto para R.A.C.	Gasto en m3/seg	Diam tentat mm	Diametr Interno (mm)	Diam. Nominal	Veloc. Plante ada	Diam tentat mm	Diametr Interno (mm)	Presiones																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
																											P inc	P fin																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
<table border="1"> <tr> <td>φ</td> <td>2 1/4"</td> <td>2"</td> <td>1 1/2"</td> <td>1 1/4"</td> <td>1"</td> <td>3/4"</td> <td>1/2"</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>0.252</td> <td>0.232</td> <td>0.192</td> <td>0.172</td> <td>0.152</td> <td>0.132</td> <td>0.112</td> </tr> </table>																												φ	2 1/4"	2"	1 1/2"	1 1/4"	1"	3/4"	1/2"	K	0.252	0.232	0.192	0.172	0.152	0.132	0.112																																																																																																																																																																																																																																																																																												
φ	2 1/4"	2"	1 1/2"	1 1/4"	1"	3/4"	1/2"																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
K	0.252	0.232	0.192	0.172	0.152	0.132	0.112																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
<p>CALCULO DE ALIMENTADORES</p> <p>CALCULO DE ALIMENTADORES - RED MA YOR</p> <p>DUCTO 01</p> <table border="1"> <tr> <td>01Y</td> <td>01Z</td> <td>12</td> <td>1.11</td> <td></td> <td>1.11</td> <td>0.001</td> <td>17.578</td> <td>3.70</td> <td>0.21</td> <td>0.76</td> <td>145.81</td> <td>145.05</td> <td>75.43</td> <td>12.14</td> <td>0.172</td> <td>157.50</td> <td>0.18</td> <td>3.16</td> <td>0.0002</td> <td>11.27</td> <td>13.84</td> <td>1/2</td> <td>2.0</td> <td>26.57</td> <td>34.00</td> <td>1</td> <td>1/4</td> <td>6.96</td> <td>10.64</td> </tr> </table> <p>DUCTO 02</p> <table border="1"> <tr> <td>02Y</td> <td>02Z</td> <td>7</td> <td>0.97</td> <td>1.22</td> <td>2.19</td> <td>0.002</td> <td>34.712</td> <td>3.70</td> <td>0.21</td> <td>0.76</td> <td>147.03</td> <td>146.27</td> <td>76.65</td> <td>12.14</td> <td>0.192</td> <td>178.65</td> <td>0.18</td> <td>6.25</td> <td>0.0004</td> <td>15.84</td> <td>19.94</td> <td>3/4</td> <td>2.0</td> <td>37.34</td> <td>39.40</td> <td>1</td> <td>1/2</td> <td>7.05</td> <td>10.71</td> </tr> </table> <p>DUCTO 03</p> <table border="1"> <tr> <td>03X</td> <td>03Y</td> <td>8.5</td> <td>1.02</td> <td></td> <td>1.02</td> <td>0.001</td> <td>16.088</td> <td>3.40</td> <td>0.21</td> <td>0.70</td> <td>149.39</td> <td>148.69</td> <td>79.04</td> <td>11.15</td> <td>0.152</td> <td>134.02</td> <td>0.18</td> <td>2.90</td> <td>0.0002</td> <td>10.78</td> <td>13.84</td> <td>1/2</td> <td>2.0</td> <td>25.42</td> <td>25.80</td> <td>1</td> <td></td> <td>3.69</td> <td>7.02</td> </tr> </table> <p>DUCTO 04</p> <p>No hay Retorno de Agua Caliente</p> <p>DUCTO 05</p> <table border="1"> <tr> <td>05Xa</td> <td>05Yb</td> <td>4.5</td> <td>0.20</td> <td></td> <td>0.20</td> <td>0.000</td> <td>3.210</td> <td>3.40</td> <td>0.21</td> <td>0.70</td> <td>143.37</td> <td>142.67</td> <td>73.02</td> <td>11.15</td> <td>0.112</td> <td>91.22</td> <td>0.18</td> <td>0.58</td> <td>0.0000</td> <td>4.82</td> <td>13.84</td> <td>1/2</td> <td>2.0</td> <td>11.35</td> <td>12.70</td> <td>1/2</td> <td></td> <td>3.31</td> <td>6.60</td> </tr> <tr> <td>05Xb</td> <td>05Yb</td> <td>4.5</td> <td>0.20</td> <td></td> <td>0.20</td> <td>0.000</td> <td>3.210</td> <td>3.40</td> <td>0.21</td> <td>0.70</td> <td>143.15</td> <td>142.44</td> <td>72.80</td> <td>11.15</td> <td>0.112</td> <td>90.95</td> <td>0.18</td> <td>0.58</td> <td>0.0000</td> <td>4.82</td> <td>13.84</td> <td>1/2</td> <td>2.0</td> <td>11.35</td> <td>12.70</td> <td>1/2</td> <td></td> <td>3.30</td> <td>6.58</td> </tr> </table> <p>DUCTO 06</p> <table border="1"> <tr> <td>06Y</td> <td>06Z</td> <td>2.0</td> <td>0.09</td> <td></td> <td>0.09</td> <td>0.000</td> <td>1.439</td> <td>3.70</td> <td>0.21</td> <td>0.76</td> <td>141.93</td> <td>141.17</td> <td>71.55</td> <td>12.14</td> <td>0.112</td> <td>97.27</td> <td>0.18</td> <td>0.26</td> <td>0.0000</td> <td>3.23</td> <td>13.84</td> <td>1/2</td> <td>2.0</td> <td>7.60</td> <td>12.70</td> <td>1/2</td> <td></td> <td>6.61</td> <td>10.28</td> </tr> </table> <p>DUCTO 07</p> <table border="1"> <tr> <td>07X</td> <td>07Y</td> <td>4.5</td> <td>0.20</td> <td></td> <td>0.20</td> <td>0.000</td> <td>3.210</td> <td>3.40</td> <td>0.21</td> <td>0.70</td> <td>141.62</td> <td>140.92</td> <td>71.27</td> <td>11.15</td> <td>0.112</td> <td>89.04</td> <td>0.18</td> <td>0.58</td> <td>0.0000</td> <td>4.82</td> <td>13.84</td> <td>1/2</td> <td>2.0</td> <td>11.35</td> <td>12.70</td> <td>1/2</td> <td></td> <td>3.18</td> <td>6.47</td> </tr> </table> <p>DUCTO 08</p> <table border="1"> <tr> <td>08Xb</td> <td>08Yb</td> <td>4.5</td> <td>0.20</td> <td></td> <td>0.20</td> <td>0.000</td> <td>3.210</td> <td>3.40</td> <td>0.21</td> <td>0.70</td> <td>141.81</td> <td>141.11</td> <td>71.46</td> <td>11.15</td> <td>0.112</td> <td>89.28</td> <td>0.18</td> <td>0.58</td> <td>0.0000</td> <td>4.82</td> <td>13.84</td> <td>1/2</td> <td>2.0</td> <td>11.35</td> <td>12.70</td> <td>1/2</td> <td></td> <td>3.26</td> <td>6.55</td> </tr> <tr> <td>08Ya</td> <td>08Z</td> <td>1.5</td> <td>0.08</td> <td></td> <td>0.08</td> <td>0.000</td> <td>1.210</td> <td>3.70</td> <td>0.21</td> <td>0.76</td> <td>141.22</td> <td>140.46</td> <td>70.84</td> <td>12.14</td> <td>0.112</td> <td>96.31</td> <td>0.18</td> <td>0.22</td> <td>0.0000</td> <td>2.96</td> <td>13.84</td> <td>1/2</td> <td>2.0</td> <td>6.97</td> <td>12.70</td> <td>1/2</td> <td></td> <td>6.63</td> <td>10.31</td> </tr> </table> <p>DUCTO 09</p> <table border="1"> <tr> <td>09X</td> <td>09Y</td> <td>4.5</td> <td>0.20</td> <td></td> <td>0.20</td> <td>0.000</td> <td>3.210</td> <td>3.40</td> <td>0.21</td> <td>0.70</td> <td>140.70</td> <td>140.00</td> <td>70.35</td> <td>11.15</td> <td>0.112</td> <td>87.89</td> <td>0.18</td> <td>0.58</td> <td>0.0000</td> <td>4.82</td> <td>13.84</td> <td>1/2</td> <td>2.0</td> <td>11.35</td> <td>12.70</td> <td>1/2</td> <td></td> <td>3.03</td> <td>6.32</td> </tr> </table> <p>DUCTO 10</p> <p>No hay Retorno de Agua Caliente</p>																												01Y	01Z	12	1.11		1.11	0.001	17.578	3.70	0.21	0.76	145.81	145.05	75.43	12.14	0.172	157.50	0.18	3.16	0.0002	11.27	13.84	1/2	2.0	26.57	34.00	1	1/4	6.96	10.64	02Y	02Z	7	0.97	1.22	2.19	0.002	34.712	3.70	0.21	0.76	147.03	146.27	76.65	12.14	0.192	178.65	0.18	6.25	0.0004	15.84	19.94	3/4	2.0	37.34	39.40	1	1/2	7.05	10.71	03X	03Y	8.5	1.02		1.02	0.001	16.088	3.40	0.21	0.70	149.39	148.69	79.04	11.15	0.152	134.02	0.18	2.90	0.0002	10.78	13.84	1/2	2.0	25.42	25.80	1		3.69	7.02	05Xa	05Yb	4.5	0.20		0.20	0.000	3.210	3.40	0.21	0.70	143.37	142.67	73.02	11.15	0.112	91.22	0.18	0.58	0.0000	4.82	13.84	1/2	2.0	11.35	12.70	1/2		3.31	6.60	05Xb	05Yb	4.5	0.20		0.20	0.000	3.210	3.40	0.21	0.70	143.15	142.44	72.80	11.15	0.112	90.95	0.18	0.58	0.0000	4.82	13.84	1/2	2.0	11.35	12.70	1/2		3.30	6.58	06Y	06Z	2.0	0.09		0.09	0.000	1.439	3.70	0.21	0.76	141.93	141.17	71.55	12.14	0.112	97.27	0.18	0.26	0.0000	3.23	13.84	1/2	2.0	7.60	12.70	1/2		6.61	10.28	07X	07Y	4.5	0.20		0.20	0.000	3.210	3.40	0.21	0.70	141.62	140.92	71.27	11.15	0.112	89.04	0.18	0.58	0.0000	4.82	13.84	1/2	2.0	11.35	12.70	1/2		3.18	6.47	08Xb	08Yb	4.5	0.20		0.20	0.000	3.210	3.40	0.21	0.70	141.81	141.11	71.46	11.15	0.112	89.28	0.18	0.58	0.0000	4.82	13.84	1/2	2.0	11.35	12.70	1/2		3.26	6.55	08Ya	08Z	1.5	0.08		0.08	0.000	1.210	3.70	0.21	0.76	141.22	140.46	70.84	12.14	0.112	96.31	0.18	0.22	0.0000	2.96	13.84	1/2	2.0	6.97	12.70	1/2		6.63	10.31	09X	09Y	4.5	0.20		0.20	0.000	3.210	3.40	0.21	0.70	140.70	140.00	70.35	11.15	0.112	87.89	0.18	0.58	0.0000	4.82	13.84	1/2	2.0	11.35	12.70	1/2		3.03	6.32
01Y	01Z	12	1.11		1.11	0.001	17.578	3.70	0.21	0.76	145.81	145.05	75.43	12.14	0.172	157.50	0.18	3.16	0.0002	11.27	13.84	1/2	2.0	26.57	34.00	1	1/4	6.96	10.64																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
02Y	02Z	7	0.97	1.22	2.19	0.002	34.712	3.70	0.21	0.76	147.03	146.27	76.65	12.14	0.192	178.65	0.18	6.25	0.0004	15.84	19.94	3/4	2.0	37.34	39.40	1	1/2	7.05	10.71																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
03X	03Y	8.5	1.02		1.02	0.001	16.088	3.40	0.21	0.70	149.39	148.69	79.04	11.15	0.152	134.02	0.18	2.90	0.0002	10.78	13.84	1/2	2.0	25.42	25.80	1		3.69	7.02																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
05Xa	05Yb	4.5	0.20		0.20	0.000	3.210	3.40	0.21	0.70	143.37	142.67	73.02	11.15	0.112	91.22	0.18	0.58	0.0000	4.82	13.84	1/2	2.0	11.35	12.70	1/2		3.31	6.60																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
05Xb	05Yb	4.5	0.20		0.20	0.000	3.210	3.40	0.21	0.70	143.15	142.44	72.80	11.15	0.112	90.95	0.18	0.58	0.0000	4.82	13.84	1/2	2.0	11.35	12.70	1/2		3.30	6.58																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
06Y	06Z	2.0	0.09		0.09	0.000	1.439	3.70	0.21	0.76	141.93	141.17	71.55	12.14	0.112	97.27	0.18	0.26	0.0000	3.23	13.84	1/2	2.0	7.60	12.70	1/2		6.61	10.28																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
07X	07Y	4.5	0.20		0.20	0.000	3.210	3.40	0.21	0.70	141.62	140.92	71.27	11.15	0.112	89.04	0.18	0.58	0.0000	4.82	13.84	1/2	2.0	11.35	12.70	1/2		3.18	6.47																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
08Xb	08Yb	4.5	0.20		0.20	0.000	3.210	3.40	0.21	0.70	141.81	141.11	71.46	11.15	0.112	89.28	0.18	0.58	0.0000	4.82	13.84	1/2	2.0	11.35	12.70	1/2		3.26	6.55																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
08Ya	08Z	1.5	0.08		0.08	0.000	1.210	3.70	0.21	0.76	141.22	140.46	70.84	12.14	0.112	96.31	0.18	0.22	0.0000	2.96	13.84	1/2	2.0	6.97	12.70	1/2		6.63	10.31																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
09X	09Y	4.5	0.20		0.20	0.000	3.210	3.40	0.21	0.70	140.70	140.00	70.35	11.15	0.112	87.89	0.18	0.58	0.0000	4.82	13.84	1/2	2.0	11.35	12.70	1/2		3.03	6.32																																																																																																																																																																																																																																																																																																										

RED DE RETORNO DE AGUA CALIENTE

CALCULO DE LA RED DE RETORNO (CIRCULACIÓN) DE AGUA CALIENTE

El sistema mostrado es en paralelo. Es decir la red de Circulación va paralela a la red de Agua Caliente.

Formulas:

$$Q = K \cdot L \cdot \Delta T \cdot 504 (s-d)$$

$$dT = (Ts + Td) / 2 + To$$

Ts: Temperatura de salida del calentador

Td: Temperatura mas desfavorable, la minima aceptable.

To: Temperatura ambiente

φ	K
1/2	0.112
3/4	0.132
1	0.152
1 1/4	0.172
1 1/2	0.192
2	0.232
2 1/4	0.252

* Fuente: Luis Castillo Anselmi - Instalaciones Sanitarias para Edificaciones Diseño

conversiones	pies	metros	
valor de co	1	0.3048	
ln =	metros	pies	
	3.2808399	10	
			32.808

Datos:

Ts: 160 °F

Td: 140 °F

To: 70 °F



1º Cálculo de la longitud más desfavorable. (longitud más larga): Lm

De la suma de los tramos: $AB + BC + CD + DE + EF + F9Y + 9Y9X = 97.074$
 $7.35 + 5.3309 + 4.4801 + 3.7 + 3.48 + 3 + 1.6757 + 1.5122 + 1.2988 + 0.4501 = 85.439$

2º Cálculo de la Pérdida de Temperatura por metro lineal.

Perd Tº/mt = $(T_s - T_d) / \text{long.} = (160 - 140) / 97.074$

Perd Tº/mt = **0.2060** °F/mt

3º Cálculo de la pérdida de temperatura por tramos.

4º Con las temperaturas calculadas para los respectivos tramos, PERO POR DIÁMETRO, calculamos dT:

$dT = (T_s + T_d) / 2 - T_o$

5º El caudal que circula en la tubería de retorno será:

$Q = K * L * dT / 504 (T_s - T_d)$

$Q = 8521.33 / 504 * (160 - 140)$ **Q = 0.845** G.P.M.

Se entiende que la bomba no tendrá un trabajo continuo, si no por periodos de tiempo y a intervalos fijados de antemano, estos periodos o intervalos son variables dependiendo del rango del gasto y del criterio del proyectista, variando entre 5 a 10 minutos de trabajo cada 1 a 2 horas.*

* Instalaciones Sanitarias en edificaciones - Enrique Jimeno Blasco Pag. 204

Para Intervalos de 5 min. por hora.

$Q (5\text{min/hora}) = 0.85 * 60 / 5$ **Q (5min/hora) = 10.14** G.P.M.

El factor de Proporcionalidad será:

Fact.P = $\frac{Q (5\text{min/hora})}{Q(\text{total A.C.})}$ **Fact.P = 0.175** \approx **0.18**

Con el factor de Proporcionalidad tendremos los caudales de retorno o circulación de agua caliente, y con ello podremos calcular los diámetros respectivos, los cuales cálculos se realizarán de forma similar al de agua caliente.

5.3. SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO.

5.3.1. Descripción:

Los centros de salud tienen la obligación de contar con un sistema contra incendio, por ser de uso público, atención de la salud, contar con mayor posibilidad de producirse el incendio debido a que en ella se tienen aparatos y equipos altamente peligrosos e inflamables.

La posibilidad de que se produzca un incendio en una edificación es poco probable, sin embargo es necesario tomar medidas preventivas y proveer a la edificación de medios necesarios para combatir el incendio en el caso que se produzca.

Una de las formas o medios para combatir el incendio es utilizando agua, el cual es suministrada desde las redes públicas de las ciudades a través de los hidrantes o desde depósitos de almacenamiento de las edificaciones a través de sistemas internos. Este sistema interno es llamado "Sistema de Agua Contra Incendio".

El Sistema de Agua Contra Incendio puede considerarse como la infraestructura conformada por un conjunto de elementos que tiene por finalidad combatir un incendio utilizando principalmente agua.

La forma de combatir un incendio utilizando agua es mediante un chorro de agua a presión a través de mangueras y boquillas que se utilizan en lugares estratégicos y que son operadas por los ocupantes de la edificación y/o personal preparado y entrenado, generalmente integrantes de un cuerpo de bombero, o mediante lluvia de agua a través de rociadores o esparcidores que actúan en forma automática al contacto con el calor producido al iniciarse el incendio.

Normalmente se utiliza el sistema llamado húmedo por estar permanentemente lleno de agua y presurizado, pudiendo actuarse con mayor rapidez en caso de incendio. En lugares donde es posible que la temperatura ambiental sea muy baja, que pueda llegar al congelamiento, se recomienda

utilizar el sistema llamado seco, cuyas tuberías no están permanentemente llenas de agua ni presurizadas.

5.3.1.1. SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO CON MANGUERA-BOQUILLA Y SALIDAS.

El sistema de agua contra incendio utilizando mangueras con boquillas para ser operado por los ocupantes del edificio y salidas para ser operado por personal preparado que generalmente pertenece a un cuerpo de bomberos de la ciudad, está conformado por los siguientes elementos o partes principales.

- Línea o tubería de alimentación de agua al depósito o cisterna donde se almacene un volumen de agua que será utilizado en el combate de incendio. Puede ser común con el agua de su doméstico u otros usos de la edificación.
- Depósito o cisterna para almacenar el volumen de agua a ser utilizada en el combate del incendio. Puede ser común con el volumen de almacenamiento para uso doméstico u otros usos de la edificación.
- Volumen de agua para ser utilizada en el combate de incendio, que generalmente se denomina “Reserva de agua contra incendio”.
- Equipo de presurización para el sistema, o bombas contra incendio.
- Red de alimentación conformada por tuberías, accesorios, válvulas y elementos de sujeción. Esta red alimentará a las diferentes salidas donde se ubican las mangueras y boquillas y las salidas para uso del personal preparado y entrenado.
- Mangueras y Boquillas, generalmente ubicadas en gabinetes y que se instalan de manera tal que el chorro de ellas alcance a todos los ambientes en su radio de acción. La longitud, tipo y ubicación se determina de acuerdo a la distribución de la edificación.
- Salidas para conexión de mangueras a ser utilizadas por el personal

preparado y entrenado, ubicado en cada uno de los pisos de la edificación en lugares de fácil acceso al personal.

- Tomas siamesas que se instalan en la fachada de la edificación y que tienen por finalidad permitir que el personal del cuerpo de bomberos pueda inyectar agua desde el exterior al sistema.
- Elementos de control, como válvulas, control de flujo y alarma.

En el sistema húmedo el equipo de bombeo está conformado por una bomba principal, que actúa en el momento de producirse el incendio y una bomba reforzadora, llamada también jockey que tiene por finalidad mantener el sistema presurizado permanentemente. La bomba principal debe satisfacer el uso simultáneo de dos mangueras de 1 1/2" de diámetro o una salida para manguera de 2 1/2" de diámetro y una altura dinámica total calculada para las condiciones de altura estática, presión de salida y pérdidas de carga establecidas en cada caso. La bomba reforzadora debe satisfacer entre el 1 ó 2% del caudal total y una altura dinámica total igual a la bomba principal. La bomba principal puede ser del tipo horizontal, debiendo en este caso tener succión positiva o del tipo vertical turbina, en cuyo caso puede estar sobre la cisterna, pudiendo ser accionada con motor eléctrico con suministro de energía independiente o motor a combustible. El equipo de bombeo debe ser normado y listado (Certificado por Instituciones competentes).

Para el sistema seco, solamente será necesaria la bomba principal.

La presión de salida mínima de 45m de carga de agua, recomendándose no exceda de 60m.

La toma siamesa debe ser ubicada en la fachada de la edificación, preferentemente en lugar con fácil acceso vehicular. Puede ser del tipo poste o tipo pared, debiendo tener la conexión principal de 4" de diámetro y las tomas de

2 1/2", verificándose que pueda ser acoplada fácilmente a los accesorios utilizados por los bomberos. Deberá colocarse una válvula de retención en lugar apropiado conjuntamente con una válvula de interrupción.

5.3.1.2. SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS.

La principal función del sistema de rociadores automáticos es detectar y combatir un incendio. El sistema se activa automáticamente en presencia del fuego descargando agua sobre el área afectada. Se considera como un sistema de primera ayuda ya que detecta el incendio al inicio de este y trata de dominarlo antes de que se propague.

Los sistemas con rociadores automáticos involucran la instalación de dispositivos aspersores, montados en una red de tuberías, espaciados convenientemente, de modo que las descargas de ellos cubran toda la superficie a proteger.

Los rociadores pueden ser de diversos tipos: con boca de descarga abierta, y/o obturada por un elemento fusible o por un termostato.

Existen dos tipos de sistemas con rociadores automáticos:

a) Sistema de tipo seco.

Se denomina así a aquellos sistemas en los que las tuberías sólo se llenan de agua (u otras sustancias extintoras) al producirse un incendio.

Estos sistemas están controlados por una o más válvulas automáticas termo-sensibles, que al elevarse la temperatura por efecto de un incendio permiten el ingreso del agua (u otras sustancias) a la red de tuberías.

b) Sistema de tipo húmedo

En estos sistemas las tuberías permanecen normalmente llenas de agua, y son aplicables las consideraciones generales mencionadas relativas a los sistemas de tuberías alimentadoras con manguera.

5.3.1.3. EXTINTORES MANUALES.

El empleo más usual de sustancias químicas se efectúa a través de extinguidores manuales portátiles o estacionarios, y su empleo en algunos casos constituye el único medio recomendable en el combate contra incendios.

El Reglamento Nacional de Edificaciones contempla su uso en los casos de no alcanzar las presiones requeridas en los sistemas de tuberías, en los pisos más altos, y en aquellos locales donde existan equipos, se almacenen o manipulen y/o manufacturen productos cuyo incendio no pueda controlarse por medio del agua.

Existen variadas sustancias extintoras, resultando obvio que los diferentes tipos de extinguidores se refieren o denominan según su contenido. Así, se tiene extinguidores de ácido y sosa, de espuma, de polvo, de tetracloruro de carbono, anhídrido carbónico, de cloruro de calcio y otros. Su empleo en cada caso depende del tipo de incendio y material en combustión.

5.3.1.4. MATERIAS EXTINTORAS.

La combinación de calor, materias combustibles y comburentes, en circunstancias favorables, produce el fuego, por lo que para su extinción las materias combatientes deben producir dos efectos principales: refrigerar y restar el oxígeno necesario para la combustión.

1. AGUA. Es el elemento más usado y barato, se emplea para combatir principalmente, el fuego de sustancias vegetales sólidas y de alcoholes. No es recomendable su uso para apagar incendios de sustancias líquidas y semisólidas como aceites, grasas y minerales.

Su empleo es peligroso en casos de incendios en centrales y circuitos eléctricos y gases, así como de carburo, algunos metales como el aluminio, magnesio.

No debe emplearse en casos de incendio de algunos minerales como el potasio, sodio y cal.

En general, el empleo del agua presenta inconvenientes por el deterioro que causa en mercaderías, libros, cuadros, etc. En estos casos es preferible el uso de otra materia extintora.

2. AGUA CON ADICIÓN DE SALES. (bicarbonato de sodio, cloruro de sodio, sulfato de alúmina). Posee mejores cualidades extintoras que el agua sola, ya que requiere de mayor calor para ser evaporada; además, forma incrustaciones y desprende ácido carbónico.

3. VAPOR DE AGUA. Su empleo presenta ventajas sólo en el caso de sofocar incendios en locales cerrados.

No es recomendable en incendios de aceites, grasas y minerales.

4. GASES EXTINTORES. Algunos gases como el del ácido carbonico y el nitrógeno son eficaces en locales cerrados y empleando los gases a presión.

5. ARENA, TIERRA, CENIZAS. Se emplean para extinguir incendios de sustancias semisólidas como alquitrán, asfalto, líquidos inflamables como la gasolina, etc.

6. POLVOS EXTINTORES. Algunos polvos como bicarbonato de sodio, tierra de infusorios, polvo de ladrillo, etc. Tienen un uso similar al de arena, tierra o cenizas. Combinados con ácido carbónico y a presión son más eficaces.

7. TETRACLORURO DE CARBONO. Es líquido de bajo punto de ebullición. Sus vapores son más pesados que el aire. Su uso es más apropiado para combatir incendios de aceites minerales y circuitos eléctricos.

Es peligroso en lugares cerrados pues al descomponerse produce gases venenosos.

8. BROMURO DE METILO. Sus vapores son tres veces más pesados que el aire, pero no son venenosos. Se emplea usualmente en los extintores manuales, por no precisar de agente impulsor.

9. ESPUMA QUÍMICA. Se obtiene por mezcla de agua y polvos de espuma.

10. NIEVE CARBÓNICA. Es el ácido carbónico líquido. Su empleo refrigera el foco de incendio e impide el acceso de oxígeno del aire. Es recomendable para cualquier tipo de incendio, especialmente de aceites e instalaciones eléctricas.

5.3.2. Cálculo Y Diseño De Las Redes de Agua Contra Incendio.

Factores importantes para el diseño.

1. La red de agua podrá ser la red de abastecimiento público o fuente propia de edificio, siempre que garantice el almacenamiento previsto en el sistema.
2. El almacenamiento de agua en la cisterna o tanque para combatir incendios debe ser por lo menos de 25 m³.

3. Los alimentadores deben calcularse para obtener el caudal que permita el funcionamiento simultaneo de dos mangueras con una presión mínima de 45m (0.44 MPa) en el punto de conexión de manguera más desfavorable.
4. La salida de los alimentadores deberá ser espaciados en forma tal, que todas las partes de los ambientes del edificio puedan ser alcanzadas por el chorro de las mangueras.
5. La longitud de la manguera será de 30m con un diámetro de 40mm (1.1/2").
6. La alimentación eléctrica a las bombas de agua contra incendio, deberá ser independiente, no controlada por el interruptor general del edificio, en caso de tenerlo.

Procedimiento de cálculo

Se realizara tomándose todas las especificaciones establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

1. Revisar los planos en planta e identificar las áreas de riesgo, identificando los ambientes en los cuales es peligroso la intervención del agua en forma directa.
2. Se recomienda la ubicación de los gabinetes contra incendio en zonas de fácil acceso, sugiriéndose en lugares próximos a los ascensores o gradas.
3. Ubicar los ductos adecuados y necesarios para las camadas de tuberías, esto en coordinación con los distintos equipos de trabajo según las especialidades de los mismos.
4. Con la consideración de la longitud de la manguera (30m ó 40m), identificar el radio de acción y el alcance del chorro de agua, con lo cual

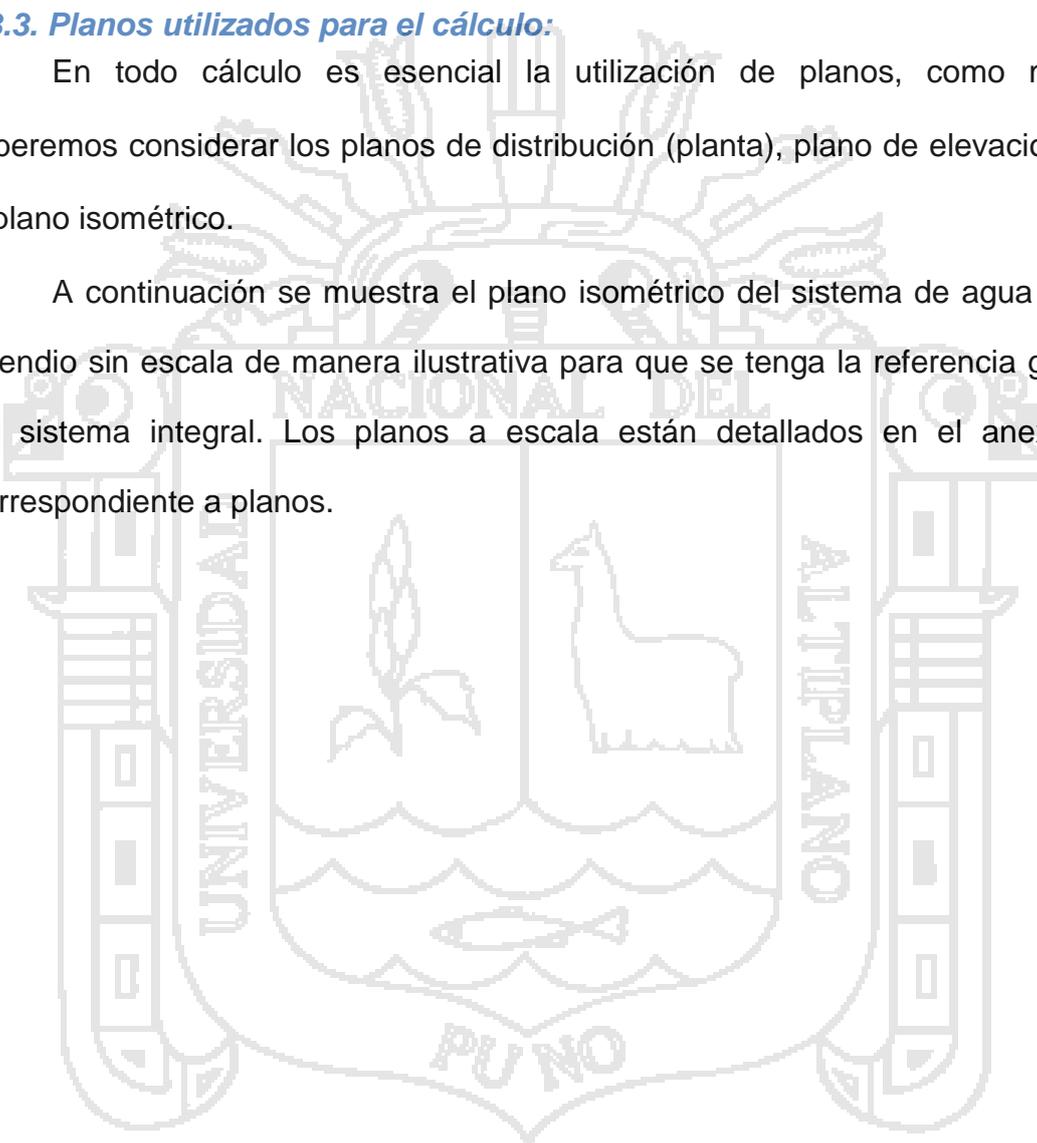
se tendrá la cantidad de gabinetes contra incendio necesarios para controlar el incendio.

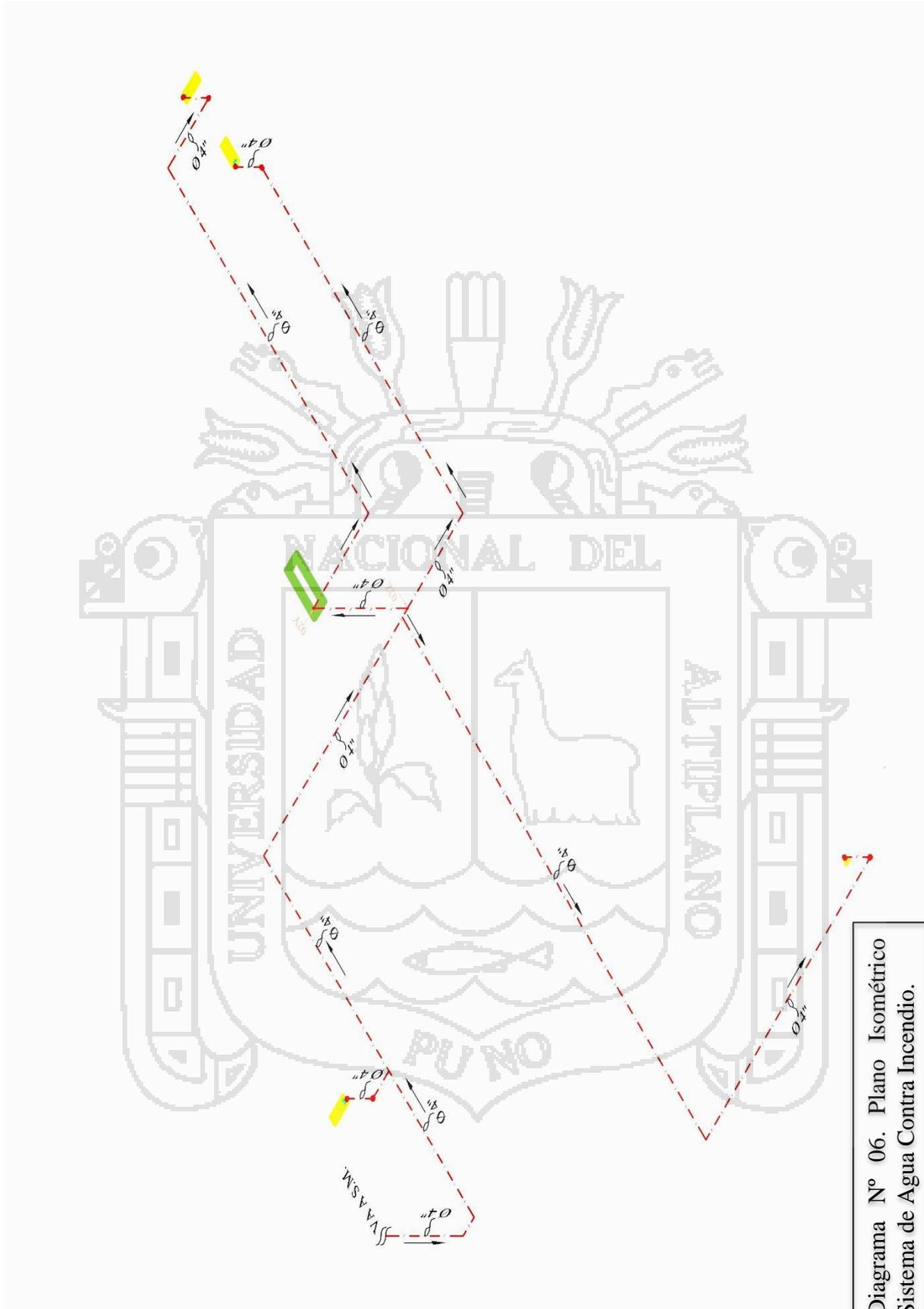
5. En los ambientes donde sea peligroso o no conveniente el uso de agua se instalaran extintores manuales de polvo químico de 8kg de peso.

5.3.3. Planos utilizados para el cálculo:

En todo cálculo es esencial la utilización de planos, como mínimo deberemos considerar los planos de distribución (planta), plano de elevaciones, y el plano isométrico.

A continuación se muestra el plano isométrico del sistema de agua contra incendio sin escala de manera ilustrativa para que se tenga la referencia general del sistema integral. Los planos a escala están detallados en el anexo 03. Correspondiente a planos.





CAPITULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES.

- Se puede mejorar las condiciones de los centros de salud categoría I-4 propuestos por el MINSA por medio del “*Análisis Y Diseño De Instalaciones Sanitarias Y Especiales*” para ámbitos de altura y altiplánicos del sur del Perú.
- Se debe considerar la temperatura en el análisis y diseño de instalaciones hidro-sanitarias para ámbitos de altura y altiplánicos del Sur del País.
- Se debe considerar la temperatura en el análisis y diseño de instalaciones Especiales para ámbitos de altura y altiplánicos del sur del País.

6.2. RECOMENDACIONES.

- Es necesario la coordinación con las áreas involucradas para desarrollar proyectos de ejecución o investigación para centros de salud categoría I-4 propuestos por el MINSA, por las diferentes especialidades involucradas en sus distintas áreas.
- Incluir en el análisis y diseño de instalaciones hidro-sanitarias la temperatura para ámbitos de altura y altiplánicos del sur del País.
- Es necesario realizar una adecuada elección del tipo de sistema de agua caliente, siendo este el que condicionara al tipo de equipos especiales que se utilizaran en la sala de máquinas para instalaciones Especiales.

CAPITULO VII

7. ANEXOS. RELACIÓN DE TABLAS, FIGURAS Y DIAGRAMAS

TABLAS

TABLA III – 01. DOTACIONES PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES.

Área total del lote en m ²	Dotación L/d
Hasta 200	1500
201 a 300	1700
301 a 400	1900
401 a 500	2100
501 a 600	2200
601 a 700	2300
701 a 800	2400
801 a 900	2500
901 a 1000	2600
1001 a 1200	2800
1201 a 1400	3000
1401 a 1700	3400
1701 a 2000	3800
2001 a 2500	4500
2501 a 3000	5000
Mayores de 3000	5000 más 100 L/d por cada 100 m ² de superficie adicional.

TABLA III – 02. DOTACIONES DE AGUA PARA LOCALES DE SALUD.

s) **La dotación de agua para locales de salud** como: hospitales, clínicas de hospitalización, clínicas dentales, consultorios médicos y similares, según la siguiente tabla.

Local de Salud	Dotación
Hospitales y clínicas de hospitalización.	600 L/d por cama.
Consultorios médicos.	500 L/d por consultorio.
Clínicas dentales.	1000 L/d por unidad dental.

El agua requerida para servicios especiales, tales como riego de áreas verdes, viviendas anexas, servicios de cocina y lavandería se calcularán adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma.

TABLA III – 03. DOTACIÓN DE AGUA PARA RESTAURANTES.

d) **La dotación de agua para restaurantes** estará en función del área de los Comedores, según la siguiente tabla

Área de los comedores en m ²	Dotación
Hasta 40	2000 L
41 a 100	50 L por m ²
Más de 100	40 L por m ²

TABLA III – 04. DOTACIÓN DE AGUA PARA LAVANDERÍAS.

t) **La dotación de agua para lavanderías**, lavanderías al seco, tintorerías y similares, según la siguiente tabla.

Tipo de local	Dotación diaria
- Lavandería.	40 L/kg de ropa.
- Lavandería en seco, tintorerías y similares.	30 L/kg de ropa.

TABLA III – 05. DOTACIÓN DE AGUA PARA ÁREAS VERDES.

u) **La dotación de agua para áreas verdes** será de 2 L/d por m². No se requerirá incluir áreas pavimentadas, enripiadas u otras no sembradas para los fines de esta dotación.

TABLA III – 06. HOSPITALES, CLÍNICAS Y SIMILARES. (DOTACIONES DE AGUA CALIENTE).

f) **Hospitales, clínicas y similares**, según la siguiente tabla

Hospitales y clínicas con hospitalización.	250 L/d x cama.
Consultorios médicos.	130 L/d x consultorio.
Clínicas dentales.	100 L/d x unidad dental.

TABLA V – 01. DENSIDAD RELATIVA Y VISCOSIDAD CINEMÁTICA DEL AGUA.

Densidad Relativa y Viscosidad Cinemática del Agua			
Temperatura	Densidad Relativa	Viscosidad Cinemática	
°C	Adimensional	m ² /seg.	
5	1.000	1.520	*10 ⁻⁶
10	1.000	1.308	*10 ⁻⁶
15	0.999	1.142	*10 ⁻⁶
20	0.998	1.007	*10 ⁻⁶
25	0.997	0.897	*10 ⁻⁶
30	0.995	0.804	*10 ⁻⁶
35	0.993	0.727	*10 ⁻⁶
40	0.991	0.661	*10 ⁻⁶
50	0.990	0.556	*10 ⁻⁶
65	0.980	0.442	*10 ⁻⁶

TABLA V – 02. RUGOSIDAD ABSOLUTA DE MATERIALES.

RUGOSIDAD ABSOLUTA DE MATERIALES	
Material	ξ (mm)
Plástico (PE, PVC)	0.0015
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0.01
Tubo estariados de acero	0.0024
Tubos de Laton o de Cobre	0.0015
Fundición revestida de cemento	0.0024
Fundición con revestimiento bituminoso	0.0024
Fundición Centrifugada	0.003
Fundición asfaltada	0.06 - 0.18
Fundición	0.12 - 0.6
Acero comercial y soldado	0.03 - 0.09
Hierro forjado	0.03 - 0.09
Hierro galvanizado	0.06 - 0.24
Madera	0.18 - 0.9
Hormigón	0.3 - 3.0

TABLA III – 08. UNIDADES GASTO PARA EL CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN LOS EDIFICIOS (APARATOS DE USO PÚBLICO) NORMA IS.010 ANEXO N° 02.

TABLA III – 08.
UNIDADES DE GASTO PARA EL CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN LOS EDIFICIOS (APARATOS DE USO PÚBLICO)

Aparato sanitario	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Inodoro	Con tanque – descarga reducida.	2,5	2,5	-
Inodoro	Con tanque.	5	5	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática.	8	8	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	4	4	-
Lavatorio	Corriente.	2	1,5	1,5
Lavatorio	Múltiple.	2(*)	1,5	1,5
Lavadero	Hotel restaurante.	4	3	3
Lavadero	-	3	2	2
Ducha	-	4	3	3
Tina	-	6	3	3
Urinario	Con tanque.	3	3	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática.	5	5	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	2,5	2,5	-
Urinario	Múltiple (por ml)	3	3	-
Bebedero	Simple.	1	1	-
Bebedero	Múltiple	1(*)	1(*)	-

FUENTE: R.N.E. Título III. Instalaciones Sanitarias Anexo N° 02

TABLA III – 09. UNIDADES GASTO PARA EL CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN LOS EDIFICIOS (APARATOS DE USO PRIVADO) NORMA IS.010 ANEXO N° 01.

**TABLA III – 09.
UNIDADES DE GASTO PARA EL CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN LOS EDIFICIOS (APARATOS DE USO PRIVADO)**

Aparato sanitario	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Inodoro	Con tanque – descarga reducida.	1,5	1,5	-
Inodoro	Con tanque.	3	3	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática.	6	6	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	3	3	-
Bidé		1	0,75	0,75
Lavatorio		1	0,75	0,75
Lavadero		3	2	2
Ducha		2	1,5	1,5
Tina		2	1,5	1,5
Urinario	Con tanque	3	3	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática.	5	5	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	2,5	2,5	-
Urinario	Múltiple (por m)	3	3	-

FUENTE: R.N.E. Título III.3 Instalaciones Sanitarias Anexo N° 01

TABLA III – 10. GASTOS PROBABLES PARA APLICACIONES DEL MÉTODO DE HUNTER NORMA IS.010 ANEXO Nº 02.

**TABLA III – 10.
GASTOS PROBABLES PARA APLICACIÓN DEL
MÉTODO DE HUNTER**

N° de unidades	Gasto Probable		N° de unidades	Gasto Probable		N° de unidades	Gasto Probable
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula		ble
3	0,12	-	120	1,83	2,72	1100	8,27
4	0,16	-	130	1,91	2,80	1200	8,70
5	0,23	0,91	140	1,98	2,85	1300	9,15
6	0,25	0,94	150	2,06	2,95	1400	9,56
7	0,28	0,97	160	2,14	3,04	1500	9,90
8	0,29	1,00	170	2,22	3,12	1600	10,42
9	0,32	1,03	180	2,29	3,20	1700	10,85
10	0,43	1,06	190	2,37	3,25	1800	11,25
12	0,38	1,12	200	2,45	3,36	1900	11,71
14	0,42	1,17	210	2,53	3,44	2000	12,14
16	0,46	1,22	220	2,60	3,51	2100	12,57
18	0,50	1,27	230	2,65	3,58	2200	13,00
20	0,54	1,33	240	2,75	3,65	2300	13,42
22	0,58	1,37	250	2,84	3,71	2400	13,86
24	0,61	1,42	260	2,91	3,79	2500	14,29
26	0,67	1,45	270	2,99	3,87	2600	14,71
28	0,71	1,51	280	3,07	3,94	2700	15,12
30	0,75	1,55	290	3,15	4,04	2800	15,53
32	0,79	1,59	300	3,32	4,12	2900	15,97
34	0,82	1,63	320	3,37	4,24	3000	16,20
36	0,85	1,67	340	3,52	4,35	3100	16,51
38	0,88	1,70	380	3,67	4,46	3200	17,23
40	0,91	1,74	390	3,83	4,60	3300	17,85
42	0,95	1,78	400	3,97	4,72	3400	18,07
44	1,00	1,82	420	4,12	4,84	3500	18,40
46	1,03	1,84	440	4,27	4,96	3600	18,91

FUENTE: R.N.E. Título III.3 Instalaciones Sanitarias
Anexo Nº 03

TABLA III – 11. RELACIÓN DIÁMETRO Y VELOCIDAD.

Diámetro(mm)	Velocidad máxima(m/s)
15 (1/2")	1,90
20 (3/4")	2,20
25 (1")	2,48
32 (1 1/4")	2,85
40 y mayores (1 1/2" y mayores).	3,00

TABLA III – 12. RELACIÓN DIÁMETRO DE MANGUERA, LONGITUD MÁXIMA, ÁREA DE RIEGO Y CAUDAL.

Diámetro manguera (mm)	Longitud máxima (m)	Área de riego m ²	Caudal L/s
15 (1/2")	10	100	0,2
20 (3/4")	20	250	0,3
25 (1")	30	600	0,5

TABLA IV – 01. UNIDADES DE DESCARGA.

Tipos de Aparatos	Diámetro Mínimo de la Trampa	Unidades de Descarga
Inodoro (con tanque)	75 (3")	4
Inodoro (con tanque descarga reducida)	75 (3")	2
Inodoro (con válvula automática y semiautomática)	75 (3")	8
Inodoro (con válvula automática y semiautomática descarga reducida)	75(3")	4
Bidé	40(1.1/2")	3
Lavatorio	32-40(1.1/4"-1.1/2")	1-2
Lavadero de Cocina	50(2")	2
Lavadero con trituradora de desperdicios	50(2")	3
Lavadero de ropa	40(1.1/2")	2
Ducha Privada	50(2")	2
Ducha Pública	50(2")	3
Tina	40-50(1.1/2" -2")	2-3
Urinario de pared	40(1.1/2")	4
Urinario de válvula automática y semiautomática	75(3")	8
Urinario de válvula automática y semiautomática de descarga reducida.	75(3")	4
Urinario corrido.	75(3")	4
Bebedero.	25(1")	1-2
Sumidero.	50(2")	2

TABLA IV – 02. UNIDADES DE DESCARGA PARA APARATOS SANITARIOS NO ESPECIFICADOS.

Diámetro de la Tubería de Descarga del Aparato	Unidades de Descarga Correspondientes
1-1/4" o menor	1
1-1/2"	2
2"	3
2-1/2"	4
3"	5
4"	6

TABLA IV – 03. RAMALES HORIZONTALES Y BAJANTES VERTICALES.

DIÁMETRO DE TUBERÍA EN PULGADAS	MÁXIMO NÚMERO UNIDADES DE PESO QUE PUEDEN SER CONECTADOS A:			
	Ramal horizontal pendiente mínima	Vertical de tres pisos o menos	Más de tres pisos de altura	
			Total para vertical	Total en un piso
1 ¼	1	2	2	1
1 ½	3	4	8	2
2	6	10	24	6
2 ½	12	20	42	9
3	20	30	60	16
4	160	240	500	90
5	360	540	1,100	200
6	620	950	1,900	350
8	1,400	2,200	3,600	600
10	2,500	3,800	5,600	1,000
12	3,900	6,000	8,400	1,500

TABLA IV – 04. DESAGÜE EN LOS EDIFICIOS RAMALES HORIZONTALES.

DIÁMETRO DE TUBERÍA EN PULGADAS	MÁXIMO NÚMERO UNIDADES DE PESO QUE PUEDEN SER CONECTADOS A UN RAMAL			
	PENDIENTE			
	0.50%	1%	2”	4”
2			21	23
2 ½			24	31
3		20	27	36
4		180	216	250
5		390	480	575
6		700	840	1,000
8	1,400	1,600	1,920	2,300
10	2,500	2,900	3,500	4,200
12	3,900	4,600	5,600	6,700

TABLA IV – 05. DIMENSIONES DE LA CAJA DE REGISTRO.

DIÁMETRO DE TUBERÍA EN PULGADAS	MÁXIMO NÚMERO UNIDADES DE PESO QUE PUEDEN SER CONECTADOS A UN RAMAL			
	PENDIENTE			
	0.50%	1%	2”	4”
2			21	23
2 ½			24	31
3		20	27	36
4		180	216	250
5		390	480	575
6		700	840	1,000
8	1,400	1,600	1,920	2,300
10	2,500	2,900	3,500	4,200
12	3,900	4,600	5,600	6,700

TABLA IV - 06. DIÁMETRO DEL CONDUCTO DE DESAGÜE DEL APARATO SANITARIO.

Diámetro del Conducto de Desagüe del Aparato Sanitario (mm)	Distancia Máxima Entre el sello de agua y el tubo de ventilación (m)
40 (1.1/2")	1.10m.
50 (2")	1.50m.
75 (3")	1.80m.
100 (4")	3.00m.

TABLA IV – 07. DIMENSIONES DE LOS TUBOS DE VENTILACIÓN PRINCIPAL.

Diámetro de la montante (mm)	Unidades de descarga ventiladas	Diámetro requerido para el tubo de ventilación principal			
		2"	3"	4"	6"
		50(mm)	75(mm)	100(mm)	150(mm)
Longitud máxima del tubo en metros					
50 (2")	12	60	-	-	-
50 (2")	20	45	-	-	-
65 (2.1/2")	10	-	-	-	-
75 (3")	10	30	180	-	-
75 (3")	30	18	150	-	-
75 (3")	60	15	120	-	-
100 (4")	100	11	78	300	-
100 (4")	200	9	75	270	-
100 (4")	500	6	54	210	-
203 (8")	600	-	-	15	150
203 (8")	1400	-	-	12	120
203 (8")	2200	-	-	9	105
203 (8")	3600	-	-	8	75
203 (8")	3600	-	-	8	75
254 (10")	1000	-	-	-	38
254 (10")	2500	-	-	-	30
254 (10")	3800	-	-	-	24
254 (10")	5600	-	-	-	18

TABLA IV – 08. DIÁMETRO DE LOS TUBOS DE VENTILACIÓN EN CIRCUITO Y DE LOS RAMALES. TERMINALES DE TUBOS DE VENTILACIÓN.

Diámetro de ramal horizontal de desagüe (mm)	Número máximo de unidades de descarga	Diámetro del tubo de ventilación		
		50mm	75mm	100mm
		2"	3"	4"
Máxima longitud del tubo de ventilación (m)				
50 (2")	12	12.0	-	-
50 (2")	20	9.0	-	-
75 (3")	10	6.0	30.0	-
75 (3")	30	-	30.0	-
75 (3")	60	-	24.0	-
100 (4")	100	2.1	15.0	60
100 (4")	200	1.8	15.0	54
100 (4")	500	-	10.8	42



DIAGRAMAS Y FIGURAS.

DIAGRAMA Nº 01. DIAGRAMA DE MOODY.

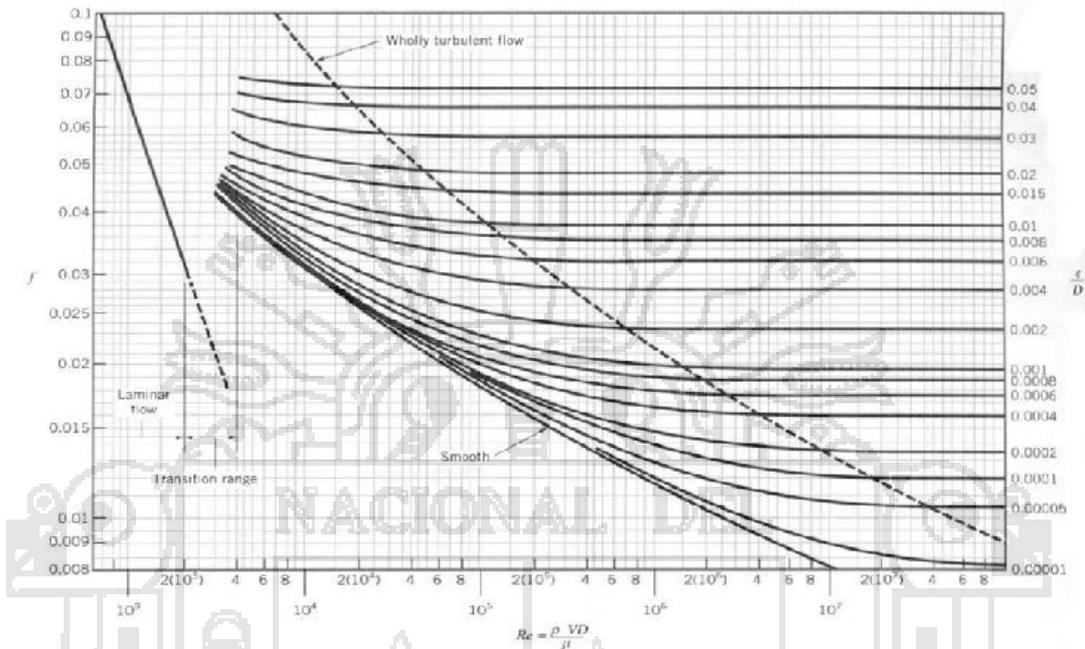
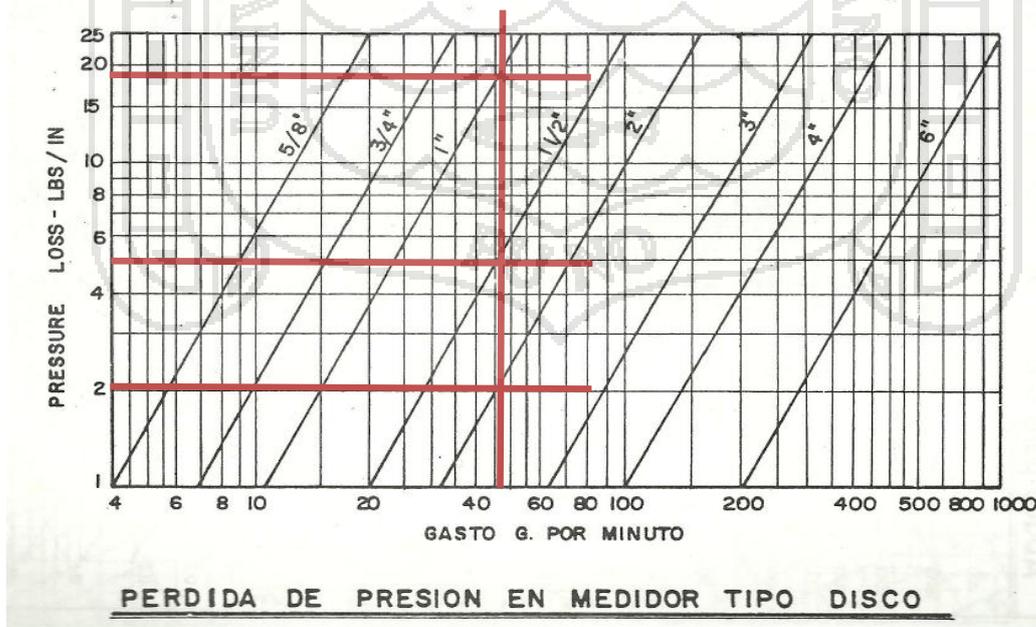


DIAGRAMA Nº 02. PÉRDIDA DE PRESIÓN EN MEDIDOR TIPO DISCO.

TABLAS Y ABACOS MAS UTILIZADOS EN EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS



PERDIDA DE PRESION EN MEDIDOR TIPO DISCO

DIAGRAMA Nº 03. PLANO ISOMÉTRICO DEL SISTEMA DE AGUA FRÍA FILTRADA.

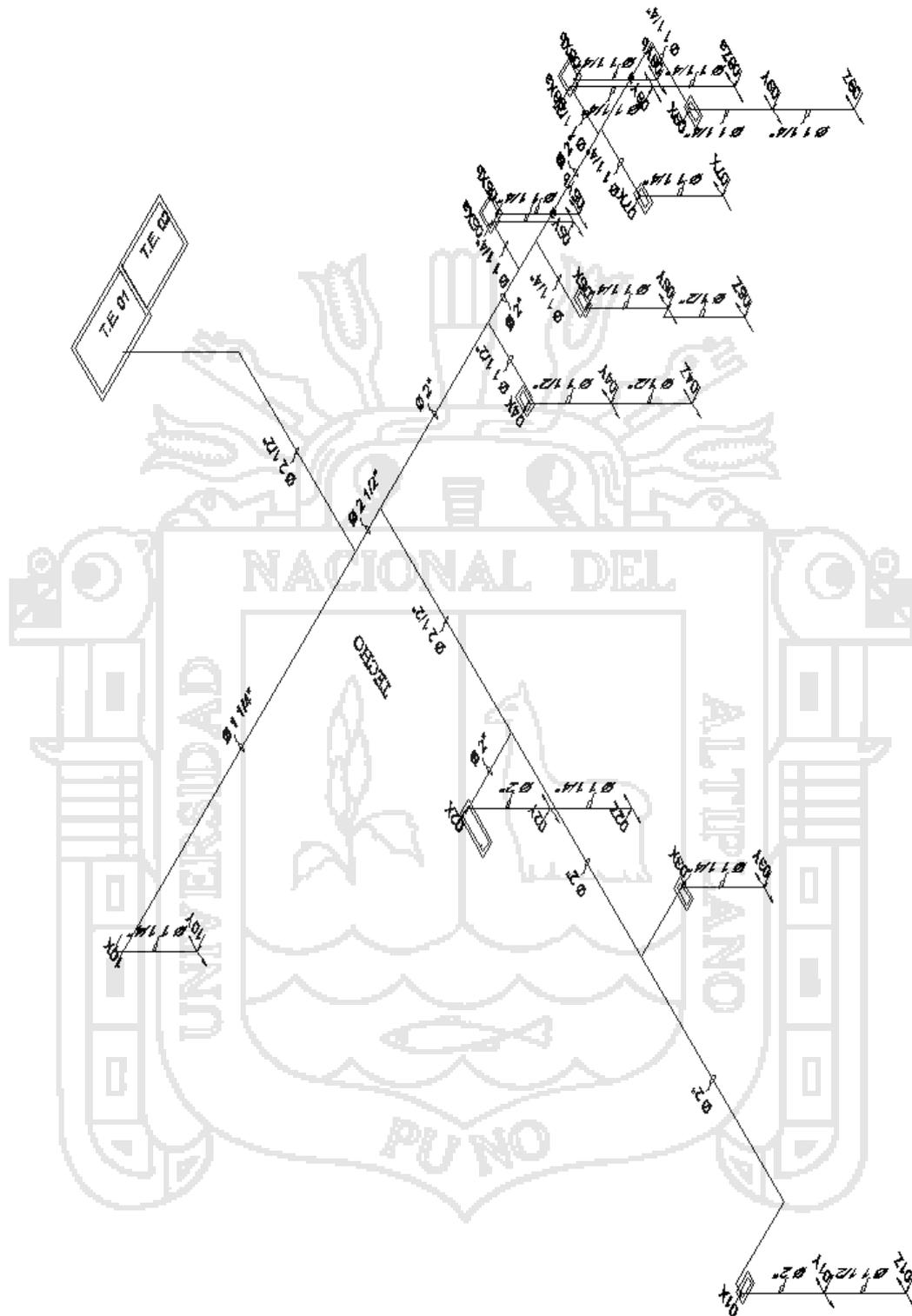


DIAGRAMA Nº 04. PLANO ISOMÉTRICO DEL SISTEMA DE AGUA BLANDA.

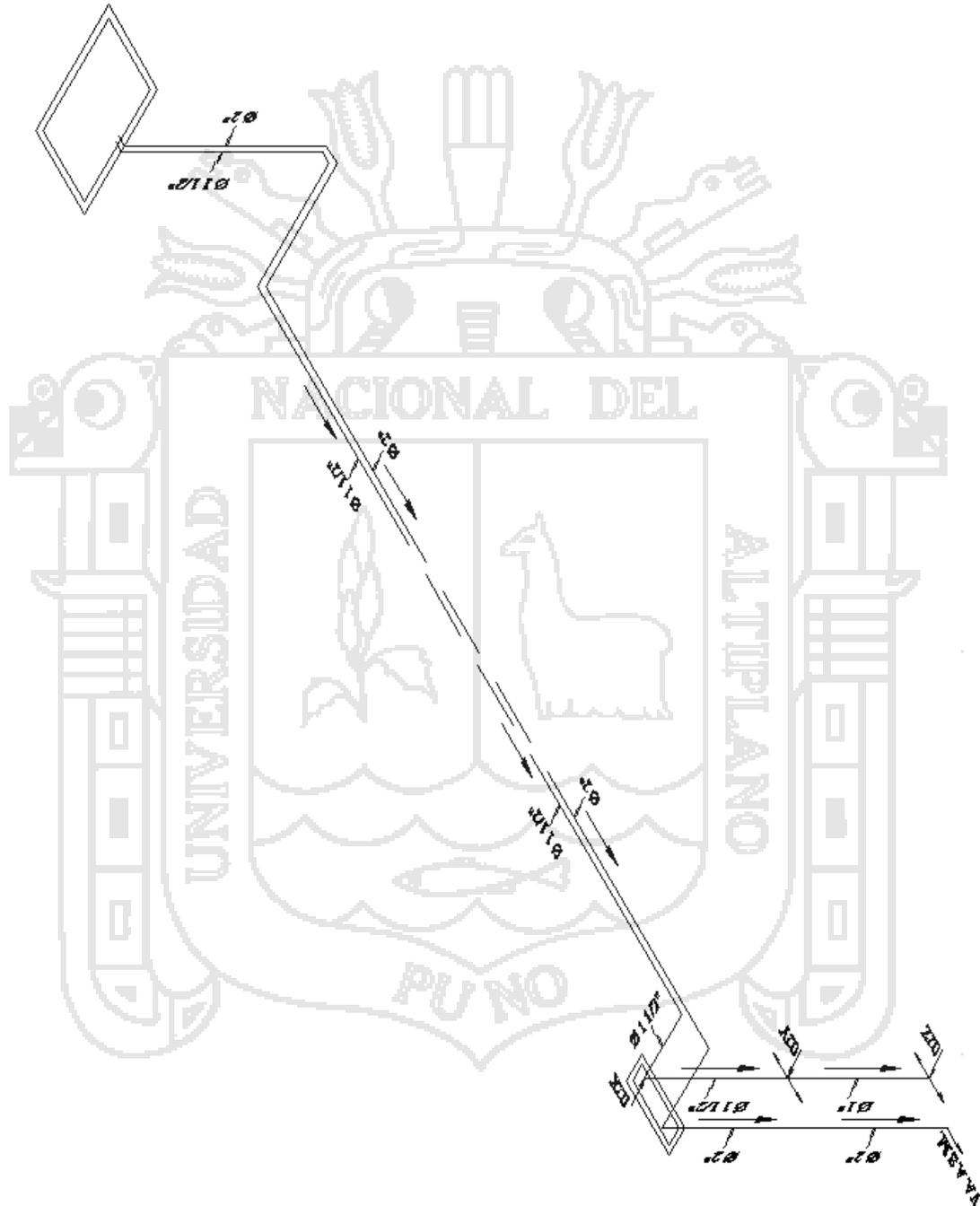
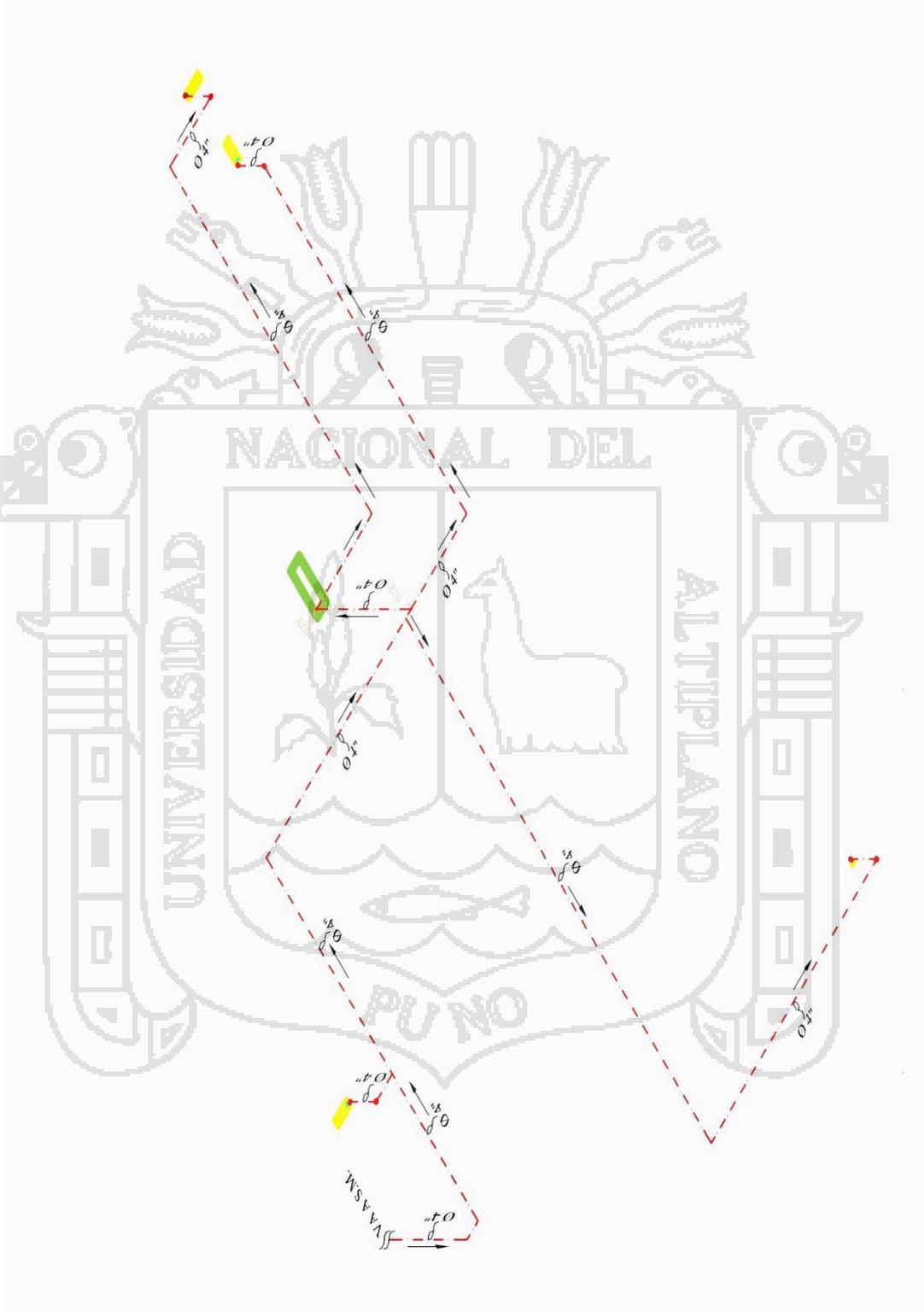


DIAGRAMA Nº 05. PLANO ISOMÉTRICO DEL SISTEMA DE AGUA CALIENTE Y RECIRCULACIÓN.



DIAGRAMA Nº 06. PLANO ISOMÉTRICO DEL SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO.



FIGURAS**FIGURA III – 01. PICADURAS POR OXÍGENO EN UNA SECCIÓN DE UN TUBO DE CALENTADOR.****FIGURA III – 02. PICADURAS POR OXÍGENO EN LA SUPERFICIE INTERNA.**

FIGURA III – 03. PICADURAS POR OXÍGENO EN LA SUPERFICIE EXTERNA DE UN TUBO DE HUMO.

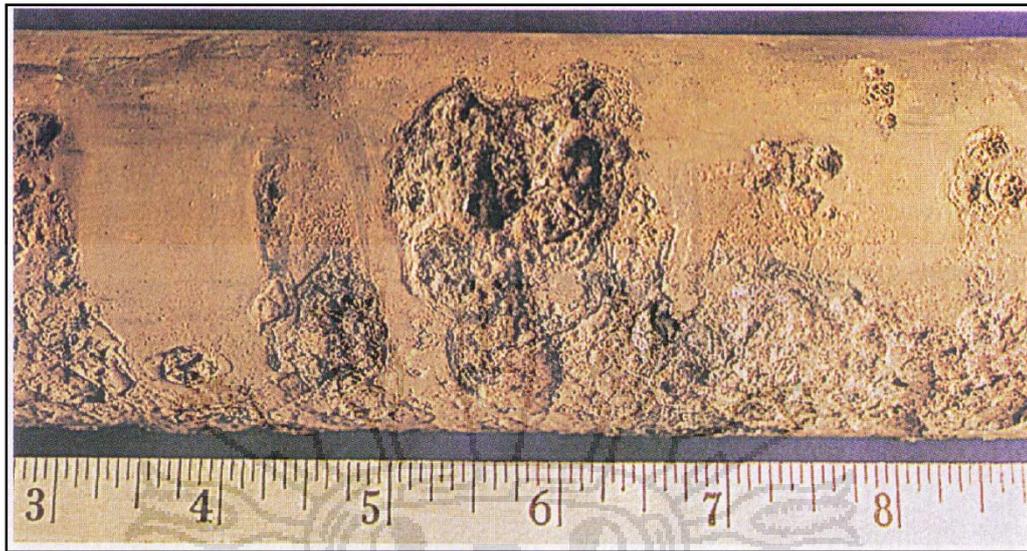


FIGURA III – 04. INCRUSTACIONES EXCESIVAS DE FOSFATOS.

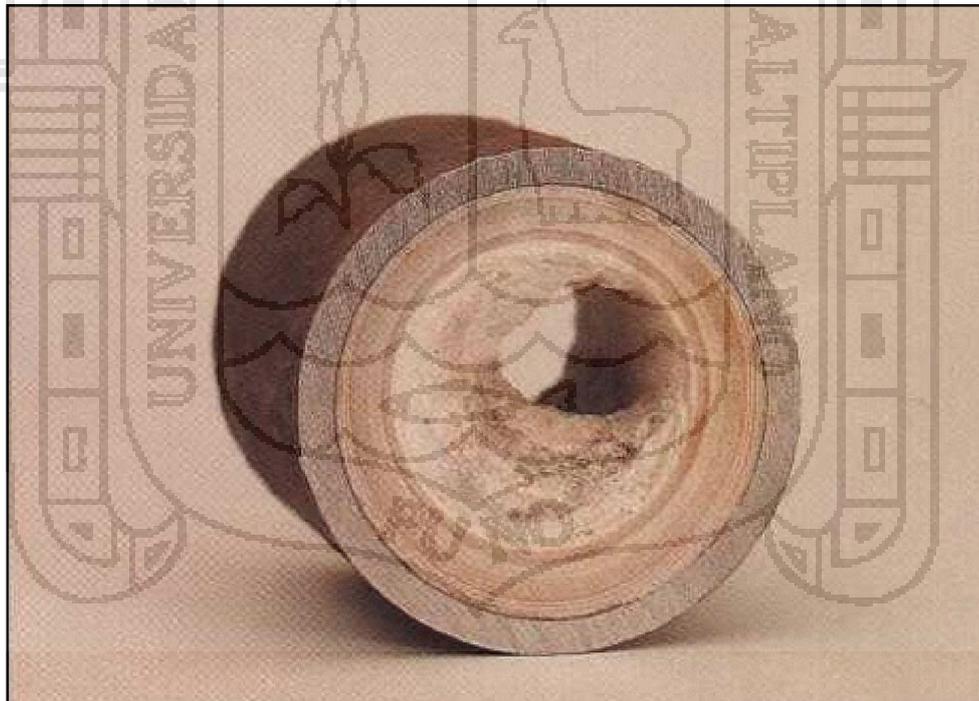


FIGURA III – 05. EFECTOS PROVOCADOS POR LAS CORROSIONES E INCRUSTACIONES EN LAS CALDERAS.



FIGURA III – 06. CORROSIÓN E INCRUSTACIÓN.

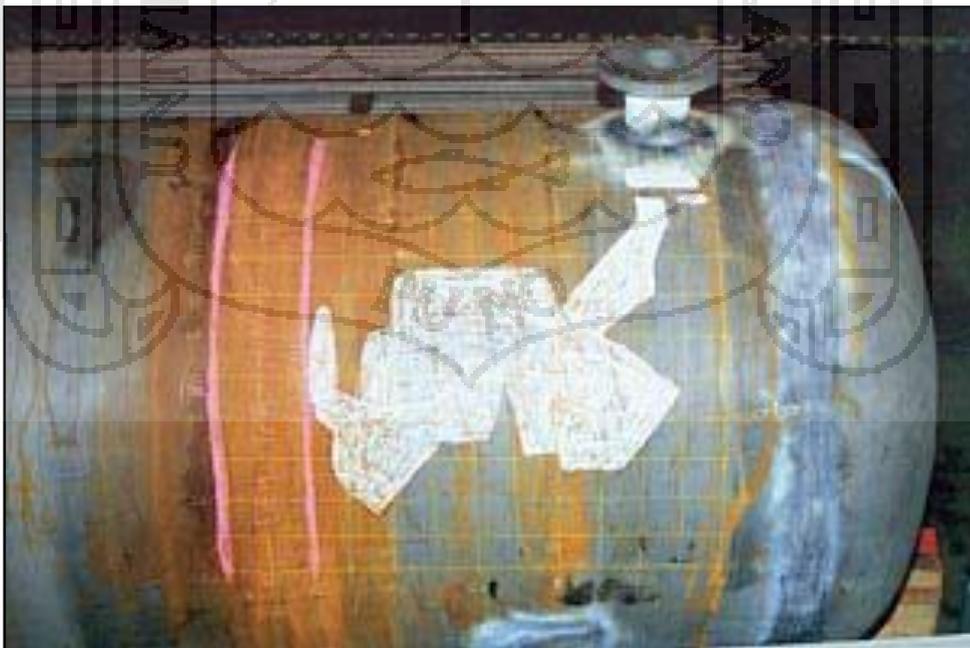


FIGURA III – 07. CORROSIÓN E INCRUSTACIÓN.



FIGURA V – 01. SISTEMA ALIMENTADO HACIA ARRIBA.

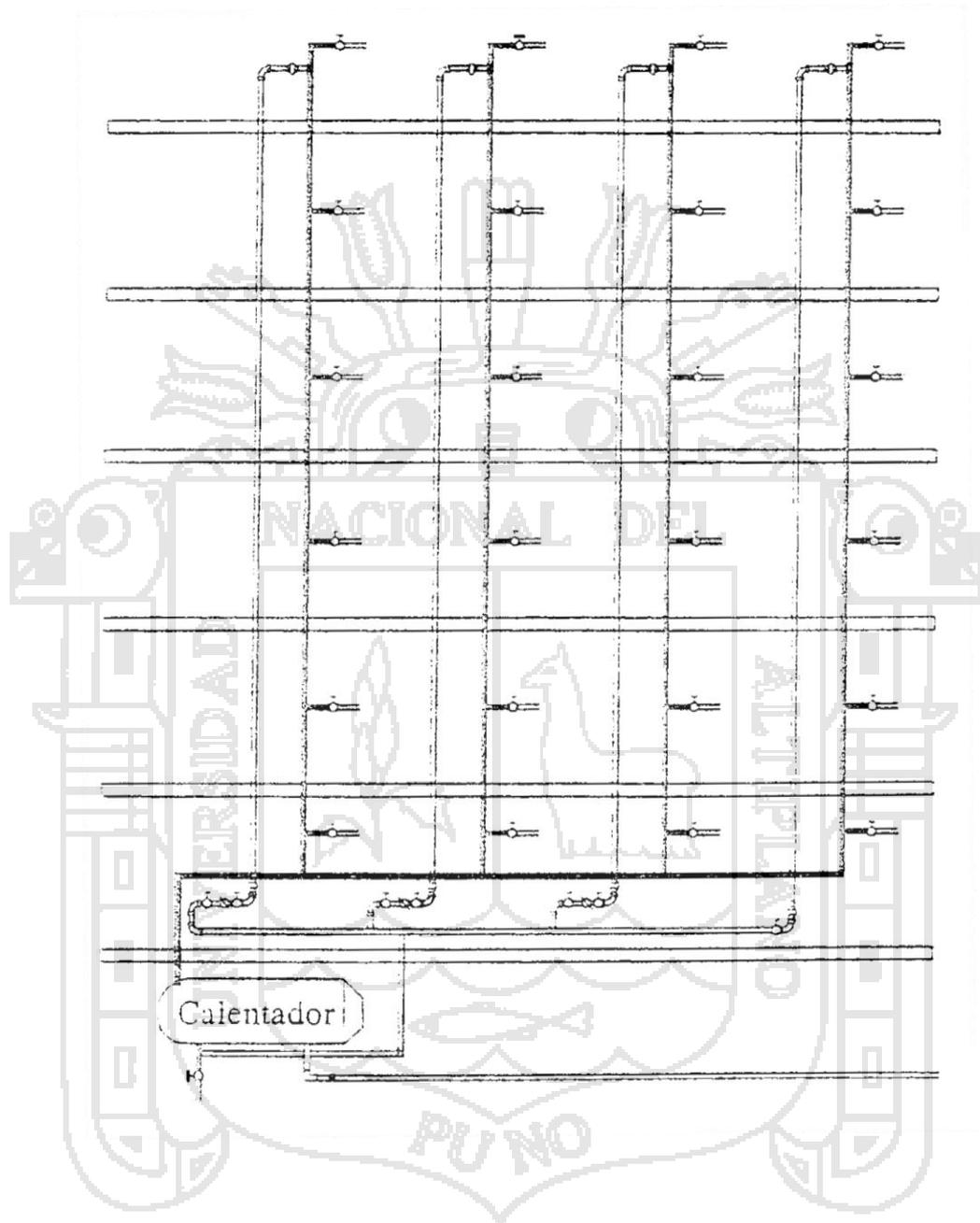
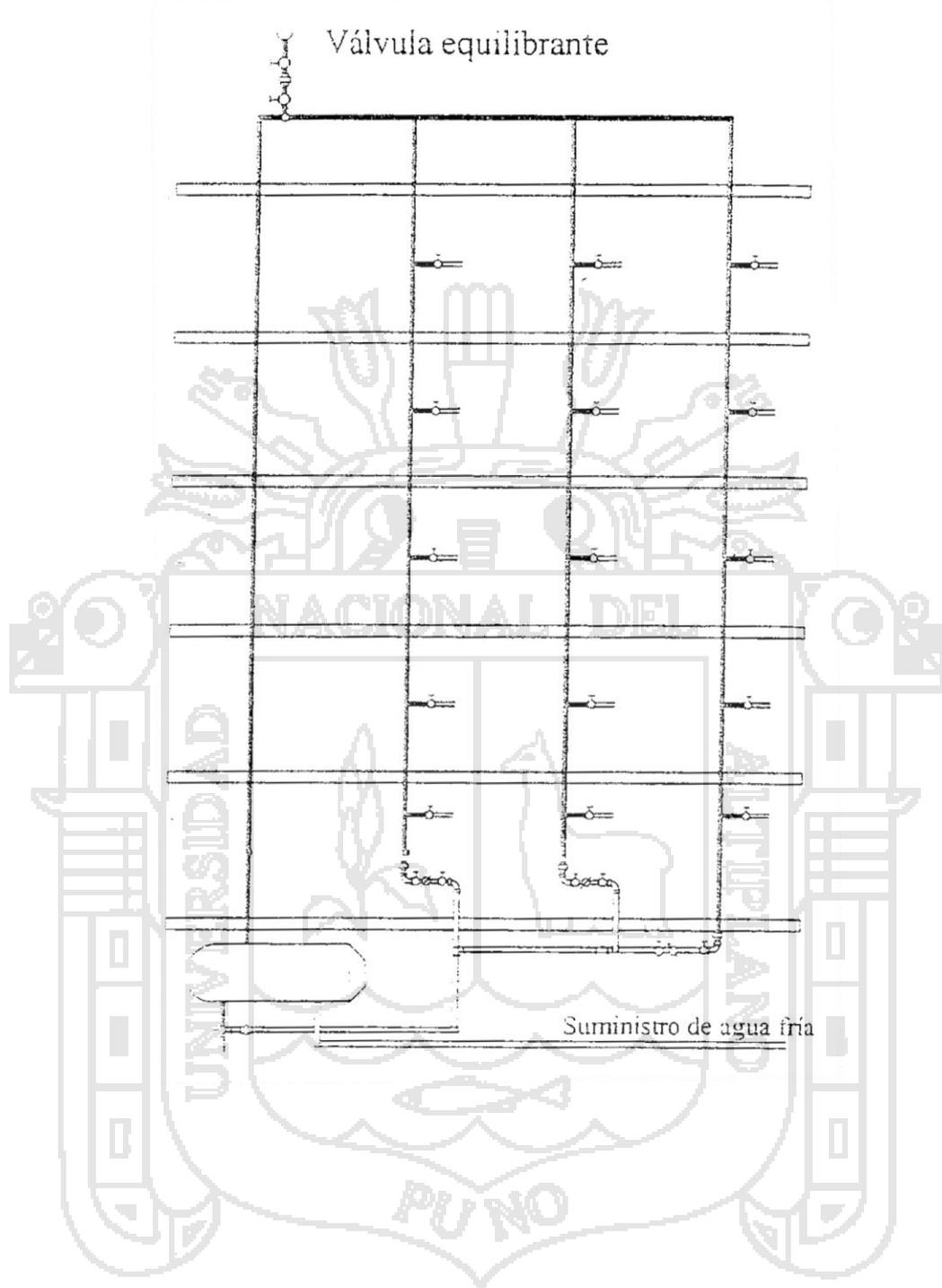


FIGURA V – 02. SISTEMA ALIMENTADO HACIA ABAJO.



REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.

1. Ministerio de Salud. *Guía para la categorización de establecimientos de salud del sector salud*. RS 1142-2004/MINSA.
2. Norma Técnica de Salud “Categorías de Establecimientos del Sector Salud” NTS N° 021-MINSA/DGSP-V.03
3. Ing. Luis Castillo Anselmi. *Instalaciones Sanitarias para Edificaciones – Diseño*, Edit. Universitaria Imprenta UNI.
4. Ing. Jorge Garcia Sosa. *Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificios*. Editorial. Universidad Autónoma de Yucatán. 1ra Edición México 2001.
5. Ing. Enrique Jimeno Blasco. *Instalaciones Sanitarias en Edificaciones 2da Edición Lima – Perú*.
6. Ing. Rafael Pérez Carmona. *Agua, Desagüe y Gas para Edificaciones Diseño y Construcción. Quinta Edición*. Editorial ECOE. Colombia 2008.
7. Ing. Enriquez Harper. *Cálculo de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias, Residenciales y Comerciales*. Editorial Limusa 1ra Edición Mexico.
8. Ing. Anthony L. Kohan. *Manual de Calderas “Principios Operativos de Mantenimiento, Construcción, Instalación, Reparación, Seguridad y Normativas. Vol. I–II* Editorial Mc Graw Hill. 4ta Edición España.
9. Universidad de Burgos. *Manual de Calderas Industriales*.
10. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente HPE/CEPIS/OPS *Manual de teoría sobre plantas de filtración rápida para el mejoramiento de la calidad de agua para consumo humano*.
11. Mecánica de Fluidos, Victor L. Streeter, E. Benjamín Wylie, Keith W. Bedford, Edit. Mc Graw Hill, Novena Edición 2000
12. <http://www.cepis.org.pe>
13. <http://www.aquatecnia.com>
14. <http://www.psa.es>
15. <http://www.minsa.gob.pe>
16. <http://www.hidritec.com>