

Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de Ingeniería Ambiental



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“Ejecución de los sistemas de agua y desagüe de la obra
mejoramiento del acceso de la población a los servicios del
Centro de Salud Freddy Vallejos Oré, distrito de Yanahuanca,
provincia de Daniel Alcides Carrión, Región Pasco”**

Para obtener el título profesional de Ingeniero Sanitario.

Elaborado por

Bach. Nilton Edgard Ccorise Ccapatinta

 [0009-0005-4875-1756](https://orcid.org/0009-0005-4875-1756)

Asesor

Ing. Roger Edmundo Salazar Gavelan

 [0009-0002-4663-4888](https://orcid.org/0009-0002-4663-4888)

LIMA – PERÚ

2023

Citar/How to cite	Ccorise Ccapatinta [1]
Referencia/Reference	[1] N. Ccorise Ccapatinta, " <i>Ejecución de los sistemas de agua y desagüe de la obra mejoramiento del acceso de la población a los servicios del Centro de Salud Freddy Vallejos Oré, distrito de Yanahuanca, provincia de Daniel Alcides Carrión, región Pasco</i> " [Trabajo de Suficiencia Profesional]. Lima (Perú): Universidad Nacional de Ingeniería, 2023.
Estilo/Style: IEEE (2020)	

Citar/How to cite	(Ccorise, 2023)
Referencia/Reference	Ccorise, N. (2023). <i>Ejecución de los sistemas de agua y desagüe de la obra mejoramiento del acceso de la población a los servicios del Centro de Salud Freddy Vallejos Oré, distrito de Yanahuanca, provincia de Daniel Alcides Carrión, región Pasco</i> . [Trabajo de Suficiencia Profesional, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional Cybertesis UNI.
Estilo/Style: APA (7ma ed.)	

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico a mis padres Carmen Ccapatinta y Norberto Ccorise y a mis hermanos por apoyarme siempre en este este y en todos mis esfuerzos.

Agradecimientos

Un agradecimiento especial al Ingeniero Wilfredo Guzmán León por su apoyo en las diferentes obras en las que trabajamos de manera conjunta, aprendiendo de él la dedicación y el orgullo por el trabajo bien realizado y a Jesicca G. Anglas R. por ser el motivo para cerrar este ciclo profesional.

Resumen

El Reglamento Nacional de Edificaciones, en el artículo 2 de la Norma A.050 Salud, define a un hospital como un establecimiento de salud destinado a la atención integral de consultantes en servicios ambulatorios y de hospitalización, proyectando sus acciones a la comunidad. Por tal razón la proyección y ejecución de estas edificaciones son de una importancia social y es un factor inequívoco que una ciudad, región o departamento avanza por las vías del desarrollo.

En la actualidad la proyección y ejecución de establecimientos de salud para el país, sobretodo en la realidad del estado de emergencia producido por el virus del Covid-19, tiene una gran importancia puesto que se pudo apreciar que en las diferentes regiones del país no se cuenta con estos establecimientos. Para el caso del Hospital de Yanahuanca el establecimiento de salud que se encontraba en esta misma área tenía 40 años de antigüedad y a través del SNIP N°268596 se concluyó que los servicios que esta edificación ofrecía era insuficiente para la demanda de personas que requieren de los servicio de salud.

El objetivo de presentar este trabajo de suficiencia es indicar la importancia de una correcta instalación de los elementos que componen de las redes de agua y desagüe, así como el verificar que el expediente técnico se encuentre correctamente proyectado para su ejecución, por lo cual presenta la memoria de cálculo para los principales componentes de los sistemas de agua y desagüe, especificaciones técnicas de materiales, equipos principales, fotos del proceso constructivos y planos.

Palabras clave — Establecimiento de salud, Yanahuanca, agua, desagüe.

Abstract

The National Building Regulations, in article 2 of Standard A.050 Health, defines a hospital as a health establishment for the comprehensive care of consultants in outpatient and hospitalization services, projecting their actions to the community. For this reason, the projection and execution of these buildings are of social importance and it is an unequivocal factor that a city, region or department advances along the paths of development.

At present, the projection and execution of health establishments for the country, especially in the reality of the state of emergency produced by the Covid-19 virus, is of great importance since it was possible to appreciate that in the different regions of the country there is no has these establishments. In the case of the Yanahuanca Hospital, the health establishment that was located in this same area was 40 years old and through SNIP N° 268596 it was concluded that the services offered by this building were insufficient for the demand of people who require the health Service.

The objective of presenting this sufficiency work is to indicate the importance of a correct installation of the elements that make up the water and drainage networks, as well as to verify that the technical file is correctly projected for its execution, for which it presents the Calculation memory for the main components of the water and drainage systems, technical specifications of materials, main equipment, photos of the construction process and plans.

Keywords — Health facility, Yanahuanca, water, drainage.

Tabla de Contenido

	Pág.
Resumen	v
Abstract.....	vi
Introducción	xiv
Capítulo I. Parte introductoria del trabajo.....	1
1.1 Generalidades	1
1.2 Descripción del problema de investigación.....	4
1.3 Objetivos del estudio	10
1.3.1 Objetivo general	10
1.3.2 Objetivos específicos.....	10
Capítulo II. Marcos teórico y conceptual	11
2.1 Marco teórico.....	11
2.2 Marco conceptual	16
Capítulo III. Desarrollo del trabajo de suficiencia	19
3.1 Memoria descriptiva.....	19
3.1.1 <i>Generalidades</i>	19
3.1.2 <i>Ubicación</i>	19
3.1.3 <i>Objetivo</i>	19
3.1.4 <i>Descripción del proyecto</i>	20
3.1.5 <i>Planteamiento de las instalaciones sanitarias</i>	20
A. Factibilidad de servicios de agua y desagüe	21
B. Fuente de abastecimiento de agua	22
C. Sistema de agua dura.....	22
D. Desinfección	25
E. Sistema de agua blanda... ..	26
F. Sistema de agua caliente.....	29
G. Sistema de riego de áreas verdes... ..	34

H. Sistema de tratamiento por osmosis inversa.....	34
I. Sistema de desague y ventilación.....	35
J. Conexiones domiciliarias.....	37
K. Tratamiento de agua residuales... ..	38
Capítulo IV. Análisis y discusión de resultados	41
4.1 Memoria de cálculo.....	41
4.1.1 <i>Cálculo del almacenamiento de agua.....</i>	41
4.1.2 <i>Dimensionamiento del diámetro de la conexión domiciliaria y línea de alimentación.....</i>	56
4.1.3 <i>Máxima demanda simultanea</i>	63
4.1.4 <i>Diseño de los sistemas de bombeo.....</i>	94
4.1.5 <i>Sistema de tratamiento de agua.....</i>	135
4.1.6 <i>Sistema de osmosis inversa para la central de esterilización.....</i>	150
4.1.7 <i>Sistema de desague</i>	157
Conclusiones	177
Recomendaciones.....	178
Referencias bibliográficas	179
Anexos.....	181

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1: Dotaciones de agua fría consideradas por ambiente.....	12
Tabla 2: Dotaciones de agua caliente consideradas por ambientes.....	13
Tabla 3: Dotaciones de agua fría consideradas por ambientes (contractual).....	41
Tabla 4: Cálculo de dotación diaria de agua potable (contractual)	42
Tabla 5: Dotaciones de agua fría consideradas por ambiente (corregido).....	44
Tabla 6: Cálculo de dotación diaria de agua potable (corregido).....	44
Tabla 7: Dotaciones de agua caliente consideradas por ambientes (contractual).....	45
Tabla 8: Cálculo de dotaciones de agua caliente (contractual)	46
Tabla 9: Capacidad horaria y caudal de agua caliente a 60°C y 80°C (contractual)	46
Tabla 10: Dotaciones de agua caliente consideradas por ambientes (corregido)	47
Tabla 11: Cálculo de dotaciones de agua caliente (corregido)	48
Tabla 12: Capacidad de energía requerida por el calentador de agua (contractual).....	50
Tabla 13: Cálculo de dotaciones de agua blanda (contractual)	53
Tabla 14: Cálculo de dotaciones de agua blanda (corregido).....	55
Tabla 15: Cálculo de pérdida de carga en función del diámetro (contractual).....	58
Tabla 16: Cálculo de la velocidad en función al caudal y al diámetro (contractual).....	59
Tabla 17: Longitudes equivalentes a pérdidas de carga localizadas (contractual).....	60
Tabla 18: Determinación de accesorios desde conexión hasta cisterna (contractual)	61
Tabla 19: Pérdida de carga en la tubería de alimentación H _f fric. (contractual).....	61
Tabla 20: Aparatos sanitarios y equipos con respectivas unidades hunter (contractual) ...	63
Tabla 21: Aparatos sanitarios y equipos con respectivas unidades hunter (corregido)	65
Tabla 22: Cálculo de la máxima demanda simultanea Agua fría - aparatos (contractual).66	
Tabla 23: Cálculo de la máxima demanda simultanea Agua fría - aparatos (corregido)	71

Tabla 24: Cálculo de la máxima demanda simultanea Agua fría - Equipos (corregido)	76
Tabla 25: Aparatos sanitarios y equipos con respectivas unidades hunter (contractual) ...	78
Tabla 26: Aparatos sanitarios y equipos con respectivas unidades hunter (corregido)	80
Tabla 27: Cálculo de la máxima demanda simultanea Agua caliente 55°C (contractual).	81
Tabla 28: Cálculo de la máxima demanda simultanea Agua caliente 55°C (corregido)	83
Tabla 29: Demanda de equipos que requieren de agua caliente a 55°C (corregido).....	85
Tabla 30: Cálculo de la máxima demanda simultanea Agua caliente 80°C (contractual).	87
Tabla 31: Demanda de equipos que requieren agua caliente a 80°C (corregido).....	88
Tabla 32: Aparatos sanitarios y equipos con respectivas unidades hunter (contractual) ...	89
Tabla 33: Cálculo de la máxima demanda simultanea agua blanda (contractual).....	90
Tabla 34: Cálculo de máxima demanda simultanea agua blanda - equipos (corregido)	91
Tabla 35: Máxima demanda simultanea agua blanda - equipos totales (corregido).....	92
Tabla 36: Pérdidas de carga por accesorios.....	94
Tabla 37: Coeficientes Hazen según diámetro y material	95
Tabla 38: Pérdida de carga desde bomba hasta salida más desfavorable (contractual)....	97
Tabla 39: Equipo de bombeo para sistema de agua fría (contractual).....	101
Tabla 40: Equipo de bombeo para sistema de agua fría (corregido)	102
Tabla 41: Pérdidas de carga por accesorios.....	103
Tabla 42: Coeficientes Hazen según diámetro y material	104
Tabla 43: Pérdida de carga desde bomba hasta salida más desfavorable (contractual)	105
Tabla 44: Equipo de bombeo para sistema de agua caliente 55°C (contractual).....	109
Tabla 45: Pérdidas de carga por accesorios.....	110
Tabla 46: Coeficientes Hazen según diámetro y material	111
Tabla 47: Pérdida de carga en tubería de retorno de agua caliente (contractual).....	112
Tabla 48: Equipo de bombeo para sistema de retorno de agua caliente 55°C	115

Tabla 49: Pérdidas de carga por accesorios.....	116
Tabla 50: Coeficientes Hazen según diámetro y material	117
Tabla 51: Pérdida de carga desde bomba hasta salida más desfavorable (contrac)	118
Tabla 52: Equipo de bombeo para sistema de agua caliente 80°C	121
Tabla 53: Pérdidas de carga por accesorios.....	122
Tabla 54: Coeficientes Hazen según diámetro y material	123
Tabla 55: Pérdida de carga en tubería de retorno de agua caliente 80°C (contractual)	124
Tabla 56: Equipo de bombeo para el sistema de retorno de agua caliente 80°C.....	127
Tabla 57: Pérdidas de carga por accesorios.....	128
Tabla 58: Coeficientes Hazen según diámetro y materia	129
Tabla 59: Pérdida de carga desde bomba hasta salida más desfavorable (contrac.)	130
Tabla 60: Equipo de bombeo para sistema de agua blanda	134
Tabla 61: Pérdidas de carga por accesorios.....	140
Tabla 62: Coeficientes Hazen según diámetro y material	141
Tabla 63: Equipo de bombeo para ablandamiento de agua	145
Tabla 64: Conexiones del Eyector, Entrada de Agua al Eyector	147
Tabla 65: Equipo de bombeo para sistema de cloración.....	149
Tabla 66: Pérdidas de carga por accesorios.....	152
Tabla 67: Coeficientes Hazen según diámetro y material	152
Tabla 68: Equipo de bombeo para la red de osmosis	155
Tabla 69: Cálculo de unidades de descarga según anexos del RNE	158
Tabla 70: Cálculo hidráulico – Sistema de desagüe	160
Tabla 71: Cálculo de caudal de ingreso a cámara de bombeo 1	162
Tabla 72: Tabla de longitud equivalente por accesorios	165
Tabla 73: Equipo de bombeo - Cámara de bombeo de desagüe	166

Tabla 74: Máxima demanda simultanea que ingresa a la trampa de grasa.....	169
Tabla 75: Dimensiones finales de la trampa de grasa.....	171
Tabla 76: Máxima demanda simultanea que ingresa a la cámara de contacto de cloro.	173
Tabla 77: Dimensiones finales para la trampa de hilos	176

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1: Ubicación del departamento de Pasco	2
Figura 2: Ubicación Provincial de Daniel Alcides Carrión	2
Figura 3: Ubicación de ciudad de Yanahuanca (vista aérea)	3
Figura 4: Vista frontal del hospital existente, vista desde el jirón 28 de julio.	9
Figura 5: Vista que muestra el ingreso de vehiculos de servicios... ..	9

Introducción

En la experiencia obtenida dentro de la obra de “Mejoramiento del acceso de la población a los servicios del centro de salud Fredy Vallejo Oré del distrito de Yanahuanca, Provincia Daniel Carrión, Región Pasco” y de otras obras anteriores a esta, se pudo comprobar la importancia de contar con un expediente técnico aprobado que cuente con todos los sistemas que servirán a un hospital correctamente proyectados, es por ello que el presente informe de suficiencia que se entrega tiene por objetivo servir de guía a futuros proyectistas y ejecutores de edificaciones hospitalarias, en lo que refiere las instalaciones de agua y desagüe, sistemas desarrollados en el presente informe. Para esto se tomó en consideración el expediente en mención y se verificó cada uno de los sistemas proyectados en colaboración con el asesor designado, de manera que se pueda señalar observaciones a la misma y se pueda plantear mejoras a los sistemas proyectados.

Por ello, el lector, al revisar el presente informe de suficiencia podrá encontrar la información proyectada y aprobada para su ejecución del establecimiento de salud (del expediente contractual) y en el desarrollo de esta se podrá hallar una serie de observaciones, a cada sistema y/o cálculo indicándose el criterio que debió considerarse para poder obtener un criterio y cálculo correcto.

En este informe de suficiencia podrá hallar el desarrollo de la teoría, criterio y los cálculos del sistema de agua y desagüe del centro de salud y los elementos que los componen como son: el cálculo del almacenamiento de agua, dimensionamiento del diámetro de la conexión domiciliaria y línea de alimentación, cálculo de la máxima demanda simultánea para poder realizar el diseño de los sistemas de bombeo, desarrollo del sistema de tratamiento de agua, desarrollo del sistema de osmosis inversa para la central de esterilización y del sistema de desagüe.

Capítulo I. Parte introductoria del trabajo

1.1 Generalidades

UBICACIÓN POLITICA:

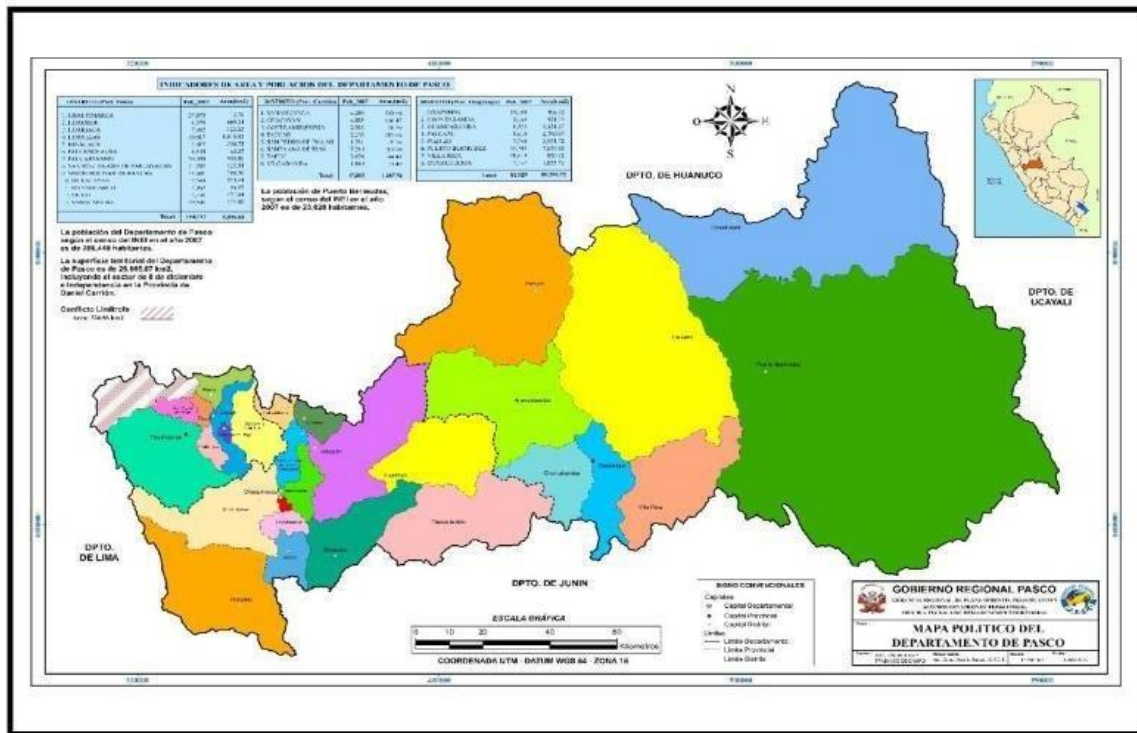
El Centro de Salud Freddy Vallejos Oré se encuentra en el Distrito de Yanahuanca, Provincia de Daniel Alcides Carrión, en la Región Pasco. El departamento de Pasco tiene una extensión de 25,025.84 km² y la provincia de Daniel Alcides Carrión tiene una extensión de 1,887.23 km², abarcando los distritos de Yanahuanca, Chacayán, Goyllarisquiza, Páucar, San Pedro de Pillao, Santa Ana de Tusi, Tápuc y Vilcabamba. El distrito de Yanahuanca se encuentra a una altitud de 3,184 msnm, latitud 10°29'20", longitud 76°30'54". Su posición geográfica es de 10°29'20" de Latitud sur y entre los meridianos 76°30'54" de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich. Esta ciudad alcanza temperaturas media mínima anual que van desde los 10°C (meses de enero y febrero) hasta los 24°C (las temperaturas máximas se registran en los meses de junio y julio).

- Región : Pasco
- Provincia : Daniel Alcides Carrión
- Distrito : Yanahuanca

De acuerdo al levantamiento topográfico, el área, perímetro y colindancias son:

- ✓ Área del Terreno del Proyecto : 2,630.0 m²
- ✓ Perímetro : 211.03 ml
- ✓ Colindancias:
 - Por el frente: Con el Jirón 28 de Julio, con 52.75 m.
 - Por el lado derecho: Con una propiedad de terceros, con 45.60 m.
 - Por el lado izquierdo: Con Propiedad de terceros, con 29.69 m.
 - Por el fondo: Con la Av. Grau, con 73.78 m

Figura 1: Ubicación del departamento de Pasco

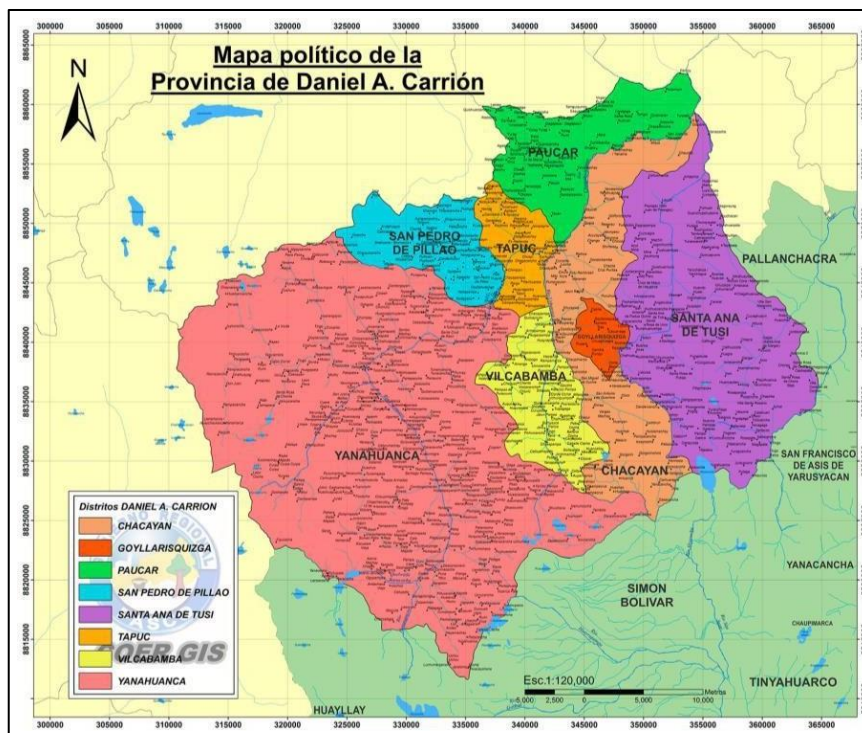


Fuente: Gobierno Regional de Pasco.

Nota: Para más detalles:

<http://maps.google.com/?ie=UTF8&ll=-10.671404,-75.739746&spn=4.684345,8.327637&z=7>

Figura 2: Ubicación Provincial de Daniel Alcides Carrón



CARACTERISTICAS CLIMATICAS Y ALTITUD:

En Yanahuanca, los veranos son cortos, frescos y nublados; los inviernos son cortos, muy frío y parcialmente nublados y está seco durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de -1°C a 15°C y rara vez baja a menos de 4°C o sube a más de 17°C.

En base a la puntuación de turismo, las mejores épocas del año para visitar Yanahuanca para actividades de tiempo caluroso son durante todo el mes de Mayo y desde finales de Julio hasta mediados de Octubre

La zona del Proyecto se encuentra a una altitud aproximada de 3184 m.s.n.m.

1.2 Descripción del problema de investigación

El Hospital Freddy Vallejo Oré, corresponde a un Centro de Salud nivel II-1 Quirúrgico, con capacidad resolutive para satisfacer las necesidades de salud de la población, a través de atención ambulatoria, de emergencia y de hospitalización.

Para el Hospital existente se puede indicar que los principales problemas que presenta son los siguientes:

- ✓ Todas las redes correspondientes a instalación de agua fría en general son demasiado antiguas, tienen demasiadas fugas y se recomienda que sean cambiadas, las redes de agua caliente no existen, no existen agua contra incendio, cisterna ni equipos de bombeo.
- ✓ Todas las redes de desagüe son muy antiguas y tienen muchas fugas no observadas. Buzones y cajas en mal estado. Aparatos sanitarios, el 80% se encuentra en malas condiciones y deben ser cambiados.
- ✓ Existen tres bombas de las cuales funciona solo una, la cual no abastece al hospital. No existe tratamiento de agua en su totalidad, solo parcialmente de manera antihigiénica. Todos los equipos deben ser renovados. Las dos cisternas que existen se encuentran deterioradas y deben ser cambiadas.

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA DURA FRÍA.

El sistema de abastecimiento de agua es indirecto y es a través de 1 conexión de agua de la Sub Gerencia de ATM para la Gestión de los Servicios de Agua y Saneamiento, esta se encuentra por el Jr. 28 de Julio, el cual abastece de agua a una cisterna, el cual mediante un sistema de bombeo abastece de agua de manera directa a los siguientes servicios: Nutrición, Lavandería, Cirugía, Pabellón de internos, Auditorios, Pediatría, Emergencia, Gineco- obstetricia, Servicio Neonatal, Anestesiología, Laboratorio. Rayos X, Consultorios Externos, Oficinas administrativas.

Al respecto, las redes de distribución son de fierro galvanizado y de PVC. Las tuberías de fierro galvanizado han sido instaladas desde la construcción del hospital. Gran parte de ellos se encuentran corroídas por la humedad y han superado su periodo de vida. Las tuberías de PVC han sido instaladas en diferentes tiempos, para reemplazar por partes las redes de fierro galvanizado que estaban deterioradas.

La continuidad del servicio de agua es de aproximadamente 05 horas por día.

SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE.

El hospital no cuenta con ningún sistema de producción ni distribución de agua caliente. Por las características climáticas de la zona si es necesario que se cuente con este servicio.

SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIOS.

El hospital no cuenta con ningún sistema de agua para combatir incendios. Por lo que no tienen forma de mitigar este peligro si se presenta.

SISTEMA DE AGUA PARA RIEGO DE ÁREAS VERDES.

El hospital no cuenta con ningún sistema de agua para el riego de áreas verdes, las mismas que son regadas por aguas de lluvia o por la humedad procedente de la napa freática.

SISTEMA DE DESAGUE.

El sistema de desagüe es por gravedad y descargan los mismos hacia el buzón que se ubica entre el Jr, 28 de Julio y el Jr. Aymaragra. Al ser por gravedad toda la evacuación de los desagües, no se requiere sistema de bombeo de aguas residuales en ningún caso.

Gran parte de las redes internas son de material de concreto simple normalizado, los cuales se encuentran deteriorándose, ya que han superado su periodo de vida útil.

Hay partes del sistema de desagüe que se han reemplazado por tuberías de PVC en diferentes tiempos desde comienzos de los años 70.

El hospital no cuenta con ningún sistema de pretratamiento ni tratamiento de aguas residuales.

SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL.

El hospital cuenta con techos a dos aguas. En los techos a dos aguas se tiene canaletas de recepción muy antigua y en algunos pabellones mezcladas con canaletas menos antiguos.

Las bajadas se encuentran protegidas, pero ya han cumplido con su servicio. Los canales de agua de lluvia son mantenidos igual que sus cajas, pero son muy antiguas.

Las canaletas de los pisos reciben las aguas de los techos para trasladarlas hacia la vía pública o al sistema de desagüe público. Las descargas son hacia el Jr. 28 de Julio y el Jr. Aymaragra.

APARATOS SANITARIOS.

Los aparatos sanitarios se encuentran operando de manera regular, pero en el caso de los inodoros, estos no son con fluxómetro, sino con tanque, los cuales no son adecuados para los hospitales.

Muchos de los inodoros se encuentran sin tapa adecuada y sus válvulas flotadoras se encuentran deterioradas.

El punto más álgido de los servicios higiénicos es la falta de Agua, una por las deficientes alimentaciones; otra por no tener un buen sistema de Bombeo (moderno).

En la mayor parte de baños visitados se ha encontrado barriles plásticos de 50 galones desde las cuales se saca el agua para limpieza de los inodoros y el uso de los lavatorios.

SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS.

El hospital no cuenta con un plan de manejo ni disposición de residuos sólidos hospitalarios, tampoco cuenta con planta de tratamiento de residuos hospitalarios.

Dentro de los equipos que no funcionan, se encuentra un incinerador en desuso, el cual se desconoce la fecha desde que no funciona.

En la actualidad los residuos sólidos hospitalarios se disponen sin ningún tipo de tratamiento.

Cuenta con lugares de almacenamiento intermedio de residuos sólidos, sólo en algunos lugares del hospital, los mismos que no guardan las características de salubridad y espacio necesarias para el propósito y que en la mayoría de los casos, son usados para el almacenamiento de materiales de limpieza de los servicios.

El hospital no cuenta con corredores especiales y exclusivos para el transporte de residuos sólidos, el mismo, se hace por el mismo utilizado por pacientes y personal.

La recolección es llevada a cabo por el personal de Servicios Generales del nosocomio, quienes dependen de la Unidad de Mantenimiento y Servicios Generales que cuenta con aproximadamente 40 trabajadores quienes rotan, mensualmente entre el puesto de vigilancia y el de servicios generales.

El centro de acopio final de residuos sólidos del Hospital Freddy Vallejo Oré, colinda, por el lado izquierdo con la morgue del hospital, por el lado derecho con los vestidores de Servicios Generales y metros más allá con puerperio, por el frente con áreas verdes y metros más allá con hospitalización de obstetricia, por la parte posterior colinda

directamente con EL Jirón 28 de Julio, hacia donde se encuentra la puesta para el respectivo recojo y traslado externos por parte de las empresas prestadoras del servicio.

CONCLUSIÓN:

Concluyéndose que la infraestructura física con que cuenta el hospital no es apropiada, por necesidad ha sido ampliada con construcciones y remodelaciones de algunos ambientes sin tener en cuenta las normas técnicas y el tipo de material. El Hospital Freddy Vallejo Oré del distrito de Yanahuanca cuenta con equipos médicos y mobiliarios insuficientes, por su tiempo de uso y sin mantenimiento por altos costos que esto representa.

Figura 4: Vista frontal del hospital existente, vista desde el jirón 28 de julio.



Fuente: Google Street View.

Figura 5: Vista que muestra el ingreso de vehículos de servicios.



Fuente: Google Street View.

1.3 Objetivos del estudio

1.3.1 Objetivo general

- ✓ Verificar que el diseño de las instalaciones sanitarias cumpla con los lineamientos establecidos por los reglamentos y las normas, de manera que cuente con un funcionamiento óptimo para las instalaciones sanitarias.

1.3.2 Objetivos específicos

- ✓ Analizar la alternativa óptima para la conexión domiciliaria y verificar las condiciones de abastecimiento de agua para el Hospital, de manera que esta cuente con la capacidad y la calidad requerida.
- ✓ Analizar los cálculos que determinan la capacidad de los volúmenes de agua fría y agua blanda.
- ✓ Analizar la alternativa óptima para el diseño del Sistema de Agua Fría (AF) y Agua de Riego.
- ✓ Analizar la alternativa óptima para el diseño del Sistema de Agua Caliente (AC) y Retorno de Agua Caliente (RAC).
- ✓ Analizar la alternativa óptima para el diseño del Sistema de Agua Blanda (AB).
- ✓ Analizar la alternativa óptima para el diseño del Sistema de Desagüe y ventilación los cuales incluye las unidades de tratamiento y su sistema de bombeo.

Capítulo II. Marcos teórico y conceptual

La estructura de los capítulos de tesis está establecida mediante la Resolución Rectoral N° 1794, donde se establece que el capítulo II debe integrar los siguientes subcapítulos:

2.1 Marco teórico

Aparatos Sanitarios: Se instalarán los aparatos sanitarios en los ambientes donde el especialista de arquitectura y de equipamiento médico consideraron la instalación de estos, tomándose en consideración los puntos de agua fría, caliente a 55°C, agua caliente a 80°C, y agua blanda, así como el diámetro, según requerimiento. (6.2.3.1. Condiciones Generales, de la Norma Técnica de Salud N.T.S N° 110 – MINSA/DGIEM-V1 “Infraestructura y Equipamiento de los Establecimientos de Salud del Segundo Nivel de Atención”, 2014).

Entre los aparatos sanitarios considerados se pueden mencionar inodoros fluxométricos de loza vitrificada, urinario fluxométricos de loza vitrificada, lavamanos de loza vitrificada, Lavamanos tipo ovalín, lavaderos de acero inoxidable con una poza sin escurridera, con una escurridera y con dos escurrideras, botaderos clínicos, lavadero para lavandería de mampostería, duchas, duchas de emergencias. (Anexo N°2, de la Norma Técnica de Salud N.T.S N° 110 – MINSA/DGIEM-V1 “Infraestructura y Equipamiento de los Establecimientos de Salud del Segundo Nivel de Atención”, 2014).

Para los aparatos sanitarios fluxométricos se consideró que estas sean de descarga reducida puesto que debe existir un ahorro en el consumo de agua (Norma Técnica de Salud N.T.S N° 110 – MINSA/DGIEM-V1 “Infraestructura y Equipamiento de los Establecimientos de Salud del Segundo Nivel de Atención

Demanda de Agua Fría: Para realizar el cálculo de la demanda de agua fría se consideraron las dotaciones de las camas de hospitalización, número de consultorios médico, número de unidades dentales, capacidad por día del servicio de lavandería, número de raciones producidas por el área de cocina, áreas de jardín, personas que habitan el área de residencia, de manera que el volumen de almacenamiento de agua pueda abastecer al hospital de agua por el lapso de 2 días. (2.2 Dotaciones, del Capítulo 2 Agua Fría, de la Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones, del Reglamento Nacional de Edificaciones, se establece la dotación a tomar en cuenta para cada uno de los ambientes que se hallan en un Establecimiento de Salud, 2014).

Las dotaciones consideradas para cada uno de los ambientes se encuentran en el cuadro que se muestra a continuación:

Tabla 1

Dotaciones de agua fría consideradas por ambientes.

DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN	UNIDAD
Hospitalización	600	Lt/Cama/día
Consultorio Médico	500	Lt/consult./día
Unidades Dentales	1000	Lt/UD/día
Lavandería	40	Lt/Kg/día
Cocina	8	Lt/ración/día
Jardín	2	Lt/m ² /día
Residencia	150	Lt/persona/día

Fuente: Elaboración propia.

Demanda de Agua Blanda: Para realizar el cálculo de la demanda de agua blanda se consideró la dotación por día que requieren ser abastecidos de agua caliente los diferentes grifos, laboratorios, cocina y lavandería, tanto los que requieren ser abastecidos de agua a 55°C como los que requieren de agua a 80°C; así como para la dotación de los equipos que requieren ser abastecidos de agua blanda como son los equipos de desinfección o las autoclaves. (6.2.3.1. Condiciones Generales, de la Norma Técnica de Salud N.T.S N° 110 – MINSA/DGIEM-V1 “Infraestructura y Equipamiento de los Establecimientos de Salud del Segundo Nivel de Atención”, 2014).

Se debe indicar que los equipos de producción de agua caliente serán abastecidos de agua blanda para evitar que en toda la línea de distribución no se formen caliche al interior de las tuberías, evitándose así que pueda existir una reducción en el diámetro de estas. (3.2 Dotaciones, del Capítulo 3 Agua Caliente, de la Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones, del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2014.

Las dotaciones de agua caliente consideradas para cada uno de los ambientes se encuentran en el cuadro que se muestra a continuación:

Tabla 2

Dotaciones de agua caliente consideradas por ambientes.

DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN	UNIDAD
Hospitalización	250	Lt/Cama/día
Consultorio Médico	130	Lt/consult./día
Unidades Dentales	100	Lt/UD/día
Lavandería	20	Lt/Kg/día
Cocina	3	Lt/ración/día

Fuente: Elaboración propia.

Abastecimiento de Agua Fría: Para el diseño de la tubería que abastecerá a los volúmenes de la cisterna se consideró que el llenado completo del depósito de la cisterna será en un tiempo de 5 horas, así mismo se tuvo en cuenta la presión mínima de la red pública y las cotas de ingreso del agua a las cisternas. (Numeral 6.2.3.2. Condiciones Específicas, de la Norma Técnica de Salud N.T.S N° 110 – MINSA/DGIEM-V1 “Infraestructura y Equipamiento de los Establecimientos de Salud del Segundo Nivel de Atención”. 2014)

Red de Distribución: Para el cálculo de los diámetros de estas redes se realizó el método de Hunter, en el cual se le asigna un valor de gasto para cada aparato sanitario, obteniéndose así las unidades hunter que se requiere ser abastecido en cada tramo, obteniéndose con ello el gasto probable o caudal en las tuberías; así mismo con la fórmula

que relaciona el caudal y el área y asumiendo una velocidades en todas las tuberías próximas a 1.5 m/seg, se puede calcular el diámetro requerido para cada tramo.

$$Q = AxV$$

- Q : Caudal en tramo de tubería (m³/seg)
V : Velocidad del flujo de agua (m/seg)
A : Área de la sección interna de la tubería por el cual recorre el flujo (m²)

Así mismo se debe indicar que para todas las tuberías del sistema de bombeo de agua y su distribución se consideró que estas sean de material de cobre, puesto que el cobre es un metal inhibidor bacteriano.

Este mismo método se usó para hallar los sistemas de bombeo para la impulsión de agua blanda, agua caliente a 55°C y agua caliente a 80°C.

Diseño de los Sistemas de Bombeo: Hallado la máxima demanda simultánea, se tuvo que asegurar que el aparato o equipo sanitario con ubicación más desfavorable pueda ser abastecido de agua con la presión que esta requiere, teniéndose como equipo más alejado a un inodoro fluxométrico el cual requería ser abastecido de agua a una presión de 26 psi, y tomando en consideración las cotas del nivel mínimo del agua en la cisterna, cota de la tubería en el punto de salida más desfavorable, perdidas de carga de los accesorios según diámetros, coeficiente de Hazen del material, se pudo conocer la perdida de carga en la tubería por longitud y accesorios y con ellos la altura dinámica total. De la misma manera se pudo realizar los cálculos de la pérdida de carga para la línea de succión, hallándose con estos datos la altura dinámica total para el sistema de agua fría, con lo cual, sabiendo el caudal del sistema y el número de bombas a instalar, se puede conocer las características hidráulicas de las bombas.

Para el sistema de bombeo de agua se debe indicar que estos funcionaran a presión constante y velocidad variable, considerando que, cuando se requiera la máxima demanda simultánea funcionan todas las bombas a excepción de una, la cual servirá como reserva en el sistema, la cual entrará en funcionamiento de manera intercalada. Todo este sistema estará automatizado mediante un panel de control ubicado en el mismo cuarto de bombas.

En el cuarto de bombas se instalarán todos los equipos y accesorios que sirvan de impulsión a los sistemas de agua fría, blanda y caliente los cuales contarán con electrobombas, tanques de presión, manómetro, válvula de seguridad (Sección 2.5 Elevación, del Capítulo 2 Agua Fría, de la Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones, del Reglamento Nacional de Edificaciones. 2014).

Sistema de Desagüe: Los desagües provenientes de los aparatos sanitarios con que contará el Establecimiento de Salud, serán drenadas en la parte interna de los servicios higiénicos por gravedad con tuberías de PVC-CP mediante montantes verticales ubicadas en los ductos sanitarios, y recolectadas en los tramos horizontales exteriores por un sistema de cajas de registro y buzones, interconectadas con tuberías de PVC de diferente diámetro, las que irán instaladas a lo largo de los patios, estacionamiento, etc., de la edificación.

Las cajas de registro proyectados tendrán tapas removibles de concreto para su fácil inspección y mantenimiento.

Los desagües calientes como lavachata, cocina, marmitas, lavadoras, esterilizador de vapor y lavador desinfectante se harán uso de tuberías de cobre tipo M.

Los desagües que llegan al sótano a través de los diferentes montantes descargarán sus flujos a una cámara de bombeo de desagües que estará ubicado en el patio de maniobras en Sótano 1. A su vez, desagües que lleguen a esta cámara de bombeo serán impulsados hacia los buzones que se ubican en el área de jardín del primer piso y que a su vez mediante gravedad descargarán los desagües hacia el buzón existente ubicado en el jirón 28 de Julio.

Sistema de ventilación: Las redes de ventilación serán independientes y/o agrupadas e instaladas para los diferentes aparatos sanitarios, los mismos que se levantarán verticalmente con tuberías de PVC-Clase Pesada de 2", 3" y 4" según se indique en los planos, por los ductos sanitarios hasta 1.80m sobre el nivel del piso de la azotea, en cuyo extremo superior llevará un sombrerete de PVC para evitar el ingreso de partículas o insectos.

2.2 Marco conceptual

Aparatos Sanitarios: La Norma Técnica de Salud N.T.S N° 110 – MINSA/DGIEM-V1 "Infraestructura y Equipamiento de los Establecimientos de Salud del Segundo Nivel de Atención", en su Anexo N°2 Listado de Códigos para aparatos y accesorios sanitarios, se establece las características mínimas y dimensiones que deberán tener los aparatos sanitarios según su código.

Demanda de Agua Fría: En la Sección 2.2 Dotaciones, del Capítulo 2 Agua Fría, de la Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones, del Reglamento Nacional de Edificaciones, se establece la dotación a tomar en cuenta para cada uno de los ambientes que se hallan en un Establecimiento de Salud.

Demanda de Agua Blanda: En la Sección 3.2 Dotaciones, del Capítulo 3 Agua Caliente, de la Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones, del Reglamento Nacional de Edificaciones, se establece la dotación de agua caliente a tomar en cuenta para cada uno de los ambientes que se hallan en un Establecimiento de Salud.

Así mismo en el numeral 6.2.3.4. Red de Agua caliente y retorno, de la Norma Técnica de Salud N.T.S N° 110 – MINSA/DGIEM-V1 "Infraestructura y Equipamiento de los Establecimientos de Salud del Segundo Nivel de Atención", se establece las temperaturas de los Sistemas de agua caliente y los equipos que serán abastecidos por estos.

Abastecimiento de Agua Fría: En el numeral 6.2.3.2. Condiciones Específicas, de la Norma Técnica de Salud N.T.S N° 110 – MINSA/DGIEM- V1 “Infraestructura y Equipamiento de los Establecimientos de Salud del Segundo Nivel de Atención”, se establece que “La acometida del medidor a la cisterna de agua fría, debe tener el menor recorrido posible y su diámetro debe ser tal que garantice el llenado de la cisterna en un tiempo de 6 horas como máximo; en casos especiales y previo sustento, se podría admitir un tiempo de llenado mayor a lo indicado anteriormente”. De la misma manera en este mismo numeral se establece que “Los establecimientos de Salud deben contar con cisternas independientes de agua dura, agua blanda y agua contraincendios”.

Red de Distribución: En la Sección 2.3 Red de Distribución, del Capítulo 2 Agua Fría, de la Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones, del Reglamento Nacional de Edificaciones, se establece el método de Hunter o de Gastos probables para la determinación de los diámetros de las tuberías de distribución. Así mismo en el Anexo 3 de esta misma norma se puede observar los gastos probables para la aplicación del método de Hunter.

Diseño de los Sistemas de Bombeo: En la Sección 2.5 Elevación, del Capítulo 2 Agua Fría, de la Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones, del Reglamento Nacional de Edificaciones, se establecen características que deben de tener los sistemas de bombeos.

Diseño del Sistema de Desagüe y ventilación: En el Capítulo 6 Desagüe y ventilación, de la Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones, del Reglamento Nacional de Edificaciones, se establecen características a tener en cuenta para los sistemas de desagüe y ventilación en edificaciones.

Así mismo, en el numeral 6.2.3.5. Red de aguas servidas, ventilación y aguas de lluvia, de la Norma Técnica de Salud N.T.S N° 110 – MINSA/DGIEM- V1 “Infraestructura y Equipamiento de los Establecimientos de Salud del Segundo Nivel de Atención”, se establece las características que los sistemas de desagüe deberán tener en los establecimientos de salud.

Capítulo III. Desarrollo del trabajo de suficiencia

3.1 MEMORIA DESCRIPTIVA:

3.1.1 GENERALIDADES:

El presente documento tiene por objetivo describir los sistemas de agua y desagüe; para el Proyecto “MEJORAMIENTO DEL ACCESO DE LA POBLACIÓN A LOS SERVICIOS DEL CENTRO DE SALUD FREDY VALLEJO ORE DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL CARRIÓN, REGIÓN PASCO” CODIGO SNIP N° 268596.

El proyecto comprende, la Memoria Descriptiva y Planos, para ejecutar las Instalaciones Sanitarias desde la acometida hasta cada uno de los puntos de servicio de la edificación.

El Establecimiento de Salud Fredy Vallejo Ore, está clasificado como un Centro de Salud nivel II-1 Quirúrgico. El Proyecto se ha elaborado en función de los planos de arquitectura y los planos de equipamiento siguiendo los lineamientos indicados en el Reglamento Nacional de Edificaciones en conjunto con la Norma Técnica de Salud N° 110 – MINSA.

3.1.2 UBICACIÓN:

- Departamento: Pasco
- Provincia: Daniel Carrión
- Distrito: Yanahuanca

3.1.3 OBJETIVO:

La presente memoria se elabora con la finalidad de formular el expediente técnico para el Mejoramiento de los Servicios del Centro de Salud Fredy Vallejo Ore.

3.1.4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto de Instalaciones Sanitarias comprende:

- ✓ Cisternas de Agua.
- ✓ Desinfección.
- ✓ Sistema de Agua Fría.
- ✓ Sistema de Agua Blanda.
- ✓ Sistema de Agua Caliente.
- ✓ Sistema de Retorno de Agua Caliente.
- ✓ Sistema de Desagües y Ventilación.
- ✓ Sistemas de tratamiento de desagües.

Observación:

Para el desarrollo de este informe de suficiencia no se desarrollarán los sistemas de drenaje pluvial, ni tampoco el sistema contra incendio.

3.1.5 PLANTEAMIENTO DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS:

Las instalaciones sanitarias serán planteadas en base al proyecto de arquitectura, y en complementación con el proyecto de equipamiento, coordinado con todos los especialistas que intervienen en el diseño integral y serán desarrolladas en los interiores de la edificación.

Las instalaciones sanitarias interiores, para el desarrollo del siguiente informe de suficiencia, corresponde a la solución de todos los ambientes dentro de la edificación como son los servicios higiénicos y los servicios anexos de acuerdo con el equipamiento.

A. FACTIBILIDAD DE SERVICIOS DE AGUA Y DESAGUE:

Certificado de Factibilidad de servicios de Agua y Desagüe, indica la información siguiente:

1. AGUA POTABLE

- ✓ Presión disponible: media.
- ✓ Horario de servicio: mañana: 6:30 am. a 9:00 am
Tarde: 2:00 p.m. a 5:00 p.m.
- ✓ Fuente de suministro de agua: Manantial
- ✓ Diámetro de la tubería (Red de distribución): 4".

2. DESAGUE:

- ✓ Diámetro de tubería (colector público): 10"
- ✓ Tipo de tubería (colector público): PVC PESADO.
- ✓ Disposición final de las aguas residuales: no se cuenta (por proyecto inconcluso).

3. BUZONES:

- ✓ Ubicación de buzón existente: Se detalla en el plano IS-31.
- ✓ Nivel de cota de tapa de buzones: Se detalla en plano IS-31.

4. DRENAJE PLUVIAL PÚBLICO

No se puede brindar esta información ya que en la ciudad de Yanahuanca no se cuenta con redes de drenaje pluvial.

5. ANALISIS FISICO QUIMICO Y BACTERIOLOGICO

No se cuenta con información respecto al análisis físico químico y bacteriológico de agua ya que lo realizó el MINSA.

B. FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA:

La fuente de abastecimiento de agua será a través de la red pública administrada por la Gerencia de Servicios Públicos y Gestión Ambiental y la Subgerencia de ATM PAR la Gestión de los Servicios de Agua y Desagüe, pero actualmente el abastecimiento es insuficiente para la necesidad del Hospital, motivo por el cual se va considerar una conexión de emergencia de 6" de diámetro por donde se podrá abastecer al hospital por medio de camiones cisterna, cuya calidad de agua deberá ser analizada previamente.

Esta conexión estará ubicada en el frente del establecimiento como se indica en el plano IS-03, contará con un tapón roscado de acero inoxidable con cadena y candado para evitar cualquier posible manipulación y/o contaminación y/o sustracción.

Línea de alimentación:

La línea de alimentación desde la conexión predial hasta la cisterna será de material PVC – CLASE 10 a simple presión de 1 1/2", se instalará de forma enterrada bajo las áreas de circulación peatonal o liviano, en casos que se proyecten bajo áreas de circulación pesada o jardín deberá contar con la respectiva protección y señalética (cinta) correspondiente.

Además, se instalará una línea de alimentación de 6" independiente de la conexión pública, desde la conexión de emergencia hasta la cisterna será de PVC-clase 10 a simple presión.

C. SISTEMA DE AGUA DURA:

El sistema de agua fría previsto para el Centro de Salud Fredy Vallejo Ore es con abastecimiento indirecto desde la red pública.

Almacenamiento de agua:

Para determinar el volumen de almacenamiento de agua fría se considera la totalidad de los servicios proyectados.

La demanda de Agua Dura es 50.00 m³ por día, sin embargo, para la naturaleza de los servicios que presta un establecimiento como este, los servicios (entre ellos el servicio de agua) deben contar con una autonomía de funcionamiento que garantice la prestación del servicio, por tal razón a fin de garantizar el funcionamiento de los servicios de agua durante una interrupción del abastecimiento de agua, se hace necesario establecer un volumen de almacenamiento adicional que pueda abastecer a la edificación por 2 días como mínimo, con lo que el volumen de almacenamiento de la cisterna será 100 m³.

Por razones de operatividad se consideran las siguientes cisternas de agua dura:

Volumen de almacenamiento de agua dura :	50.00 m ³
Volumen de reserva de agua para un día :	50.00 m ³
Volumen de almacenamiento de agua :	100.00 m ³

Redes de agua:

Las redes de agua fría comprenden los alimentadores principales que salen del cuarto de bombas y que abastecen a cada sector.

Los alimentadores principales se proyectan con subida a los pisos por ductos a cada uno de los sectores, y luego continúan colgadas, con la finalidad de que las tuberías vayan visibles para su adecuada operación y mantenimiento. Las tuberías y accesorios serán de cobre (Cu) tipo L.

Cada piso se alimenta del ducto vertical desde donde se alimenta a las tuberías principales que serán instaladas por el techo de los pasadizos que cruzan los diferentes sectores en cada piso, para luego ser distribuidos por medio de alimentadores principales o derivaciones, hasta llegar a los aparatos y equipos.

En cada uno de los servicios higiénicos se proyecta una válvula esférica para poder controlar el abastecimiento a las salidas proyectadas. En los baños con varios aparatos de un mismo tipo, se proyecta una válvula por cada grupo de aparatos.

Se debe prever sistemas de protección contra golpe de ariete a los aparatos sanitarios sensibles a estos como es el caso de inodoros, urinarios y botaderos clínicos,

que trabajarán con válvula de descarga (Fluxómetros) como sistema de lavado, estos dispositivos de protección consistirán en cámaras de aire o ruptor de vacío confeccionadas del mismo material y diámetro que el tubo de alimentación al aparato y deberá tener una altura mínima de 0.60 mt después de la conexión con el fluxómetro.

Se ha considerado la instalación de válvulas en las redes colgadas y alimentadores para aislar e independizar los niveles y diversos ambientes durante trabajos de operación y mantenimiento y evitar así el corte total del suministro de agua en toda la edificación.

En las juntas sísmicas de la edificación se ha previsto instalar en las tuberías que lo cruzan, un dispositivo expansivo (Junta de expansión sísmica) que absorba el desplazamiento independiente de cada bloque de la edificación en caso de sismo. El dispositivo deberá permitir su desplazamiento de la tubería en los tres ejes (X, Y, Z).

Sistema de bombeo:

El proyecto del Establecimiento de salud es de 5 niveles, 1 semisótano y un sótano técnico, habiéndose considerado que los aparatos sanitarios de inodoros y urinarios serán del modelo fluxómetro de descarga reducida, que necesitan una presión mínima de trabajo de 20 lb/pulg.

En el presente proyecto se ha previsto el uso de equipos de bombeo directo desde las cisternas de almacenamiento de Agua a las redes de distribución interiores mediante el uso de bombas de velocidad variable y presión constante.

Los diámetros de las redes definitivas del Establecimiento de salud han sido diseñados con el proyecto definitivo de los distintos servicios y del equipamiento respectivo.

La distribución se encuentra en función a la máxima demanda simultánea de todos los servicios y con ello se obtiene el caudal de los equipos de bombeo.

El cálculo se ha considerado al número de unidad de los servicios sanitarios mediante el sistema de unidades Hunter.

Los cálculos del consumo y los equipos de bombeo se indican la memoria de cálculo, el caudal de máximo consumo es de: 9.53 lts/seg.

Número de unidades de bombeo será de 3, 2 unidades de bombeo en funcionamiento y 1 de reserva.

Para cada bomba:

- ✓ Caudal = 4.77 lps cada electrobomba
- ✓ HDT = 56.00 mts.
- ✓ Motor trifásico 380 V, 60 ciclos.
- ✓ Tablero de control eléctrico con tres variadores electrónicos de velocidad de 380 VAC y un PLC para el control automático de cada electrobomba.
- ✓ Accesorios: válvulas de compuerta, check y de pie.

Las redes que se instalarán en el interior del cuarto de bombas y cisterna deberán ser de material acero inoxidable para la succión y el manifold, y las líneas de impulsión serán de cobre tipo L. Las conexiones entre ellas deberán ser del mismo diámetro y las juntas de las mismas podrán ser del tipo bridada, roscada o ranurada.

D. DESINFECCIÓN:

La desinfección estará ubicado al lado de la cisterna en un pequeño cuarto de cloración, será mediante la adición de cloro como Cloro-Gas a la línea de ingreso alimentación a la cisterna, su dosificación que será proporcionada después de toma de muestra y análisis Bacteriológico.

Los componentes del sistema de desinfección son: 3 cilindros de cloro, un rotámetro para la cloración y una balanza con un clorador al vacío. Además, hay un inyector al vacío, dos bombas dosificadoras y un difusor de cloro.

Las características de las bombas dosificadoras para la desinfección son las siguientes:

- ✓ Caudal = 1.00 lps Cada Electro bomba
- ✓ Potencia = 2.00 HP
- ✓ Diámetro succión = 1"
- ✓ Diámetro de impulsión = 1"

- ✓ HDT = 40.0 mts.
- ✓ Motor trifásico 220 V, 60 ciclos.
- ✓ Tablero de control eléctrico de barras de cobre pesado con interruptores termomagnéticos de engrampe de 220 V CA
- ✓ Control de niveles para arranque y parada de las electrobombas.
- ✓ Accesorios: válvulas de compuerta, check y de pie.

E. SISTEMA DE AGUA BLANDA:

El Agua Blanda es el resultado del ablandamiento del Agua dura mediante la separación de iones de calcio y de magnesio presentes en el agua potable.

Según el informe de ensayo N°114495-2017 con valor oficial, la dureza promedio del agua en las redes del distrito de Yanahuanca es de 154.70 mg/l de Dureza de CaCO₃, asumimos 300 mg/l de Dureza de CaCO₃. Esta dureza podría afectar a todos los servicios sanitarios con la presencia sedimentos que se acumulan en capas calcáreas en las tuberías, accesorios, válvulas, así como la precipitación en el sistema de agua caliente.

Almacenamiento de agua blanda:

El almacenamiento de agua blanda se ha estimado en función de la demanda diaria de agua caliente, la demanda de agua blanda en la lavandería y cocina, más demanda de equipos como lavachatas, lavador desinfectador y esterilizador de vapor, obteniéndose un total de 28.00m³.

Red de agua blanda:

La red de distribución de agua blanda al interior de las áreas de servicio deberá ser de material cobre (Cu) tipo L. Los accesorios y demás aditamentos serán del mismo material para su correcta instalación.

Las redes de distribución principales se instalarán de forma colgada y/o adosada a las estructuras del Establecimiento de salud, no estará permitido el empotramiento de las mismas.

Sistema de bombeo para distribución de agua blanda:

Para la distribución de agua blanda en la zona de Lavandería y otros generales, se ha previsto lo siguiente:

Equipo de bombeo de agua blanda Lavandería- cocina, equipos especiales

Se usarán dos electrobombas de presión constante y velocidad variable, para funcionamiento alternado con las siguientes características:

- ✓ Caudal = 2.93 lps Cada Electrobomba
- ✓ HDT = 57.00 mts.
- ✓ Motor trifásico 380 V, 60 ciclos.
- ✓ Tablero de control eléctrico con dos variadores electrónicos de velocidad de 380 VAC y un PLC para el control automático de cada electrobomba.
- ✓ Accesorios: válvulas de compuerta, check y de pie.

Sistema de bombeo para ablandar:

En el presente proyecto se ha previsto el uso de un sistema presión constante y velocidad variable para ablandar el agua con tanque tipo diafragma, con los cuales se impulsa el agua fría dura de las cisternas para su tratamiento mediante ablandadores y filtro multimedia para luego llevar el agua blanda tratada a su cisterna de almacenamiento.

Equipo de bombeo de agua fría dura para ablandar

Se usarán dos electrobombas centrífugas, para funcionamiento alternado con las siguientes características:

- ✓ Caudal = 0.97 lps Cada Electrobomba
- ✓ HDT = 62.0 mts.
- ✓ Motor trifásico 380 V, 60 ciclos.

- ✓ Tablero de control eléctrico de barras de cobre pesado con interruptores termomagnéticos de engrame de 380 V CA
- ✓ Control de niveles para arranque y parada de las electrobombas.
- ✓ Accesorios: válvulas de compuerta, check y de pie.

Equipos de bombeo dos unidades, 1 en funcionamiento y 1 de reserva.

Sistema de ablandamiento:

El sistema de ablandamiento propiamente contará con un filtrado previo a través de 02 filtros multimedia, dichos filtros contarán también con una línea de retro lavado y descarga al sumidero de la sala de máquinas.

Posterior al filtrado, el sistema contará con 02 ablandadores de resina capaz de tratar la dureza del agua, así mismo dichos ablandadores contarán con un tanque de salmuera capaz de recargar dichos ablandadores frecuentemente.

El sistema de ablandamiento del agua fría está conformado por:

- ✓ 02 electrobombas centrifugas verticales, de funcionamiento alternado, cada una de las cuales tendrá una capacidad de bombeo de 0.97 lt/s y HDT de 62.00 mca.
- ✓ 02 filtro multimedia, de dimensiones 14" x 64".
- ✓ 02 ablandadores, de dimensiones 16" x 65", instalación en paralelo y funcionamiento alternado.

Tanque de sal

El tanque de solución salina con capacidad para dos regeneraciones deberá ser de material inerte.

El sistema de ablandamiento se ha considerado el uso de dos ablandadores y tanque de salmuera, para un equipo automático y alterno, tal que permita la regeneración automática de un ablandador estando en funcionamiento el otro, con la finalidad de evitar

la parada del equipo. Por tal razón, el sistema debe considerar válvulas y controles electrónicos que permitan a los equipos esta automatización, el periodo de regeneración será cada 24 horas.

F. SISTEMA DE AGUA CALIENTE:

Red de Distribución:

El sistema de distribución de agua caliente considerada en las instalaciones sanitarias tiene la misma concepción que la correspondiente al sistema de agua fría. Serán de Cobre tipo L para el agua caliente de 55°C y 80°C, con aislamiento térmico de fibra de vidrio, respectivamente.

La fuente de energía del sistema de producción de agua caliente será el GLP. Se ha separado el sistema de agua caliente y su retorno para uso industrial (Lavandería y Cocina 80 °C) y uso Doméstico (Servicios Generales 55°C).

El sistema de agua caliente proyectado funciona con el sistema de retorno de agua caliente que comprende tuberías que van instaladas paralelos a los alimentadores horizontales y verticales de agua caliente, esta tubería lleva el agua tibia a los calentadores para nuevamente ser calentada, sin embargo, esta requiere de menor energía para su calentamiento.

El sistema de retorno de agua caliente comprende las tuberías que van desde los puntos más alejados de distribución de agua caliente, al sistema de producción de agua caliente, incluyendo dos válvula de control y una válvula check. Además, incluye el sistema de bombeo que impulsa el agua de retorno a los calentadores.

Las tuberías de agua caliente y de retorno irán con aislamiento térmico de fibra de vidrio en toda su longitud, con un aislamiento térmico que impida su contacto directo con el medio ambiente, ello con la finalidad de evitar la pérdida de temperatura durante su recorrido y poder llegar a los diversos servicios con la temperatura apropiada.

En las tuberías de retorno de agua caliente se preverá válvulas de control para casos de mantenimiento del sistema y sus correspondientes válvulas check para orientar el flujo en la dirección adecuada al sistema proyectado.

Las Tuberías y accesorios de cobre que se utilizan para el transporte de agua caliente son buenos conductores de calor, por lo que se hace necesario el empleo de materiales aislantes, en el mercado existen diversos materiales aislantes tales como:

- Carbonato de Magnesio pulverizado y prensado que se ajusta a los diámetros, donde es muy eficaz y además de tener un menor costo.
- Lana de fibra de vidrio forrada y laminada en segmentos circulares, aislante de gran efectividad además de volverse compacto con menos facilidad que la lana mineral.

Debido a los cambios de temperatura en las tuberías de Agua Caliente y Retorno de Agua Caliente, se producirá dilataciones o contracciones en las mismas. Para absorber estos cambios de longitud deberá preverse la instalación de uniones de expansión. La selección de estas uniones de expansión se realiza luego de calcular la dilatación para cada tramo, de acuerdo a la longitud que pueda absorber la unión de expansión elegida (Juntas Sloop).

Del mismo modo que en los sistemas de agua fría se deberá prever en las tuberías que cruzan juntas sísmicas de edificaciones, el uso de dispositivo expansivo (Junta de expansión sísmica) que absorba el desplazamiento independiente de cada bloque de la edificación en caso de sismo. El dispositivo deberá permitir su desplazamiento en los tres ejes (X, Y, Z).

Las tuberías de Retorno de Agua Caliente, deberán contar con válvulas de retorno (02 válvulas de interrupción del tipo compuerta y 01 válvula de retención del tipo check), los cuales permitan aislar ciertos tramos de la línea de retorno en el caso de mantenimiento de las mismas.

Sistema de bombeo de agua caliente:

El agua caliente será utilizada en los servicios de hospitalización y otros, su distribución es a través de una red general hasta el punto de salida en cada aparato, considerándose un retorno para evitar su enfriamiento.

La distribución se inicia en el equipo de calentamiento central con impulsión mediante equipos de bombeo de tipo de presión constante y velocidad variable.

La determinación de los equipos de bombeo estará en función de la temperatura del agua y de los ambientes tal como se muestra a continuación:

Equipo de bombeo de agua caliente (55° Servicios Generales)

Se usarán dos electrobombas Multietápicas de presión constante y velocidad variable, para funcionamiento alternado con las siguientes características:

- ✓ Caudal = 4.46 lps cada electrobomba
- ✓ HDT = 59.00 mts.
- ✓ Motor trifásico 380 V, 60 ciclos.
- ✓ Tablero de control eléctrico con dos variadores electrónicos de velocidad de 380 VAC y un PLC para el control automático para cada electrobomba.
- ✓ Accesorios: válvulas de compuerta, check y de pie.

Equipos de bombeo de agua caliente (80° Lavandería y Cocina)

Se usarán dos electrobombas Multietápicas de presión constante y velocidad variable, para funcionamiento alternado con las siguientes características:

- ✓ Caudal = 1.69 lps cada electrobomba
- ✓ HDT = 45.00 mts.
- ✓ Motor trifásico 380 V, 60 ciclos.
- ✓ Tablero de control eléctrico con dos variadores electrónicos de velocidad de 380 VAC y un PLC para el control automático para cada electrobomba.
- ✓ Accesorios: válvulas de compuerta, check y de pie

Sistema de producción de agua caliente:

El sistema de producción de agua caliente en el Establecimiento de Salud se ha previsto dos sistemas de agua caliente de 55°C y 80°C cada uno con su respectivo almacenamiento de agua caliente.

Los calentadores tendrán capacidad horaria igual a la 1/6 de la dotación diaria de agua caliente de 55°C y 80°C respectivamente, acompañado de un tanque de almacenamiento para cada sistema.

El Centro de Salud tiene un nivel II-1 Quirúrgico, por lo tanto, la aplicación de la norma NTS 110, se debe aplicar con criterio debido a la magnitud del proyecto ya que solo tiene 25 camas. En ese sentido la norma contempla en el punto 6.2.3.4 Red de agua caliente y retorno:

- ✓ Los establecimientos de salud con 50 camas o más, deben utilizar o estar previstos del uso de diferentes fuentes de energía que permitan una armonía de servicios.
- ✓ Las energías utilizadas serán gas natural, GLP y petróleo, procesados por medio de calderos y distribuidos a nivel de vapor.

De lo anterior se desprende que el uso del vapor es necesario para hospitales de 50 camas o más, siendo lógico ya que por el volumen de servicio todo el sistema se justificaría. Teniendo en cuenta que el hospital de Yanahuanca es pequeño ya que solo tiene 25 camas. Como proyectistas hemos considerado no utilizar el vapor como sistema de calentamiento de agua el cual es reemplazado por gas como energía para el calentamiento de la red de agua.

El uso del gas resulta ser más económico ya que su uso es directo y no se tiene que producir vapor para calentar el agua sino que esta se calienta directamente con el gas. Así se asegura un ahorro energético, menos contaminación, menor costo de mantenimiento y minimiza el riesgo de explosiones de los calderos de vapor. En ese sentido como proyectista y bajo responsabilidad se ha proyectado el calentamiento de agua por medio de gas, que consideramos el medio más eficiente para este fin.

Sistema de producción de agua caliente de 55°C

El diseño del sistema de producción de agua caliente se realizó de acuerdo al reglamento nacional de edificaciones IS 010. Además, se consideró una temperatura de diseño de 60 °C para evitar la proliferación de la Legionella.

Se está considerando emplear 01 calentador a gas licuado de petróleo (GLP), con una capacidad de producción de agua caliente aproximado de 0.64 lps.

Un (02) tanque de almacenamiento de agua caliente, con una capacidad útil de 752 gal.

Sistema de producción de agua caliente de 80°C

El diseño del sistema de producción de agua caliente se realizó de acuerdo al reglamento nacional de edificaciones IS 010.

Se está considerando emplear 01 calentador a gas licuado de petróleo (GLP), con una capacidad de producción de agua caliente aproximado de 0.15 lps.

Un (01) tanque de almacenamiento de agua caliente, con una capacidad útil de 370 gal.

Sistema de bombeo de Retorno de Agua Caliente:

En el diseño del retorno de Agua Caliente se ha considerado los dos sistemas de agua caliente para las temperaturas de 80°C (Lavandería y cocina) y 55°C (Servicios Generales), para lo cual se ha previsto, que en la red general de agua caliente se instalará una red de retorno hacia el punto inicial de bombeo para cada sistema, instalándose dos equipos de bombeo para el retorno y evitar el enfriamiento.

Los cálculos del consumo y los equipos de bombeo se indican la memoria de cálculo.

Equipo de bombeo de retorno de agua caliente (55° Servicios Generales)

- ✓ Caudal de Bombeo = 0.95 lts /seg. c/u
- ✓ HDT = 21.00 m
- ✓ Pot. Aprox. = 1.5 hp
- ✓ 02 unidades, 1 en funcionamiento y 1 de reserva.

Equipos de bombeo de retorno de agua caliente (80° Lavandería y Cocina)

- ✓ Caudal de Bombeo = 0.169 lts /seg. c/u
- ✓ HDT = 12.00 m
- ✓ Pot. Aprox. = 1.00 hp
- ✓ 02 unidades, 1 en funcionamiento y 1 de reserva.

G. SISTEMA DE RIEGO DE AREAS VERDES:

El sistema proyectado estará contemplado con redes que se derivarán de la línea de alimentación de agua hacia puntos de riego de 1/2" ubicados, de tal forma, se pueda cubrir el total de las áreas verdes, dado la poca área para jardines no es necesario implementar un sistema de riego automatizado.

H. SISTEMA DE TRATAMIENTO POR OSMOSIS INVERSA:

El sistema de tratamiento por osmosis inversa estará en un cuarto de osmosis ubicado al lado de la esterilización de alta temperatura.

Se está considerando un sistema de tratamiento de agua para el suministro de agua osmotizada para el buen funcionamiento y mantener la vida útil de los equipos electromecánicos como el esterilizador a vapor y lavador desinfectador.

El sistema de bombeo para el agua de osmosis inversa debe contar con: (01) tanque de almacenamiento 350 litros, válvula reductora de presión y (02) electrobomba de agua ($Q=0.85\text{/s}$, $ADT=37.00\text{ m}$).

Las tuberías y accesorios para la red de agua osmotizada serán de acero inoxidable quirúrgico.

Equipos de bombeo para el agua osmotizada

Se usarán dos electrobombas Multietápicas de presión constante y velocidad variable, para funcionamiento alternado con las siguientes características:

- ✓ Caudal = 0.85 lps cada electrobomba.
- ✓ HDT = 37.00 mts.
- ✓ Motor trifásico 380 V, 60 ciclos.
- ✓ Tablero de control eléctrico con dos variadores electrónicos de velocidad de 380 VAC y un PLC para el control automático para cada electrobomba.
- ✓ Accesorios: válvulas de compuerta, check y de pie.

Los cálculos del consumo y los equipos de bombeo se indican la memoria de cálculo.

Para el sistema de Tratamiento de Agua se recomienda contar con:

Pre tratamiento (01) pre filtro de sedimentos, (01) pre filtro de carbón activado y (01) post filtro de carbón activado.

Tratamiento: Equipo de Osmosis inversa 400 GPD

Las especificaciones técnicas (capacidad y accesorios) del equipo de osmosis a instalar, va estar de acuerdo a los equipos de esterilizador a vapor y lavador de desinfectador a adquirir, motivo por el cual dichas especificaciones estarán en la especialidad de equipamiento.

I. SISTEMA DE DESAGUE Y VENTILACIÓN:

Los desagües provenientes de los diferentes servicios de los aparatos sanitarios con que contará el Establecimiento de Salud, serán drenadas en la parte interna de los servicios higiénicos por gravedad con tuberías de PVC-CP mediante montantes verticales ubicadas en los ductos sanitarios, y recolectadas en los tramos horizontales exteriores por un sistema de cajas de registro y buzones, interconectadas con tuberías de PVC de diferente diámetro, las que irán instaladas a lo largo de los patios, estacionamiento, etc., de la edificación.

De acuerdo al planteamiento arquitectónico se ha propuesto un sótano y 5 pisos, motivo por el cual los desagües domésticos generados de los servicios higiénicos y equipos del sótano, serán llevado hacia la cámara de bombeo de desagüe ubicado en el patio de maniobras del nivel del sótano, luego por impulsión se conducirá aguas arriba hacia la última caja de registro ubicado el piso 01 y luego descargar por gravedad al colector público de desagüe ubicado en la calle 28 de julio.

Los desagües generados del 1er al 5to piso serán llevados colgados y descargarán por gravedad hacia una caja de registro y luego al colector público de desagüe ubicado en la calle 28 de julio.

Las cajas de registro proyectados tendrán tapas removibles de concreto para su fácil inspección y mantenimiento.

Los desagües calientes como lavachata, cocina, marmitas, lavadoras, esterilizador de vapor y lavador desinfector se harán uso de tuberías de cobre tipo M.

Cámara de Bombeo de desagüe:

Para la evacuación del desagüe doméstico generado por el sector A-1 y A-2 se encuentra ubicado en el patio de maniobras del sótano, se ha previsto una cámara de bombeo de desagüe de 2.85 m³ de capacidad útil, en cuyo interior se proyecta un sistema de bombeo alternado conformado por 02 electrobombas sumergibles con triturador, cada una de las cuales tendrá una capacidad de bombeo de 8.91 lt/s .La línea de impulsión será de Ø3", la cual estará evacuando las aguas negras en la red exterior de desagüe a través de su empalme a una caja registro.

Sistema de ventilación:

Las redes de ventilación serán independientes y/o agrupadas e instaladas para los diferentes aparatos sanitarios, los mismos que se levantarán verticalmente con tuberías de PVC-Clase Pesada de 2", 3" y 4" según se indique en los planos, por los ductos sanitarios

hasta 1.80m sobre el nivel del piso de la azotea, en cuyo extremo superior llevará un sombrerete de PVC para evitar el ingreso de partículas o insectos.

Los terminales de ventilación serán de 4" y 3", cuando estas sean la prolongación de montantes de desagüe, en concordancia a lo establecido por norma, en caso las montantes de ventilación terminen dentro de áreas con cobertura pluvial, tendrán que perforar las coberturas o desviarse lateralmente para no descargar dentro del área cubierta.

Conexiones flexibles:

En lugares, donde los sistemas sanitarios crucen los aisladores sísmicos, donde la superestructura estará desacoplada de la subestructura al momento de un desplazamiento sísmico, se usarán conexiones flexibles sanitarias, tanto en tuberías de los diámetros resultantes de los cálculos sanitarios.

Las conexiones flexibles o junta de expansión para desagüe irán colgadas y con soportes en los empalmes.

J. CONEXIONES DOMICILIARIAS:

Conexión domiciliaria de agua:

Según el consumo de la demanda de agua de la edificación, se ha previsto una conexión domiciliaria de agua para reponer el consumo promedio.

Diámetro del medidor: 1", será suministrada por la entidad prestadora de servicios de agua potable desde la red ubicada en la calle 28 de Julio.

Conexión domiciliaria de agua residual:

Las aguas residuales generadas en el Establecimiento de Salud Fredy Vallejo Ores se evacuarán mediante 02 conexiones domiciliarias, una conexión de 6" y otra conexión de 8", ambas estarán ubicadas hacia la calle 28 de Julio, la descarga será por gravedad hasta

los empalmes a colectores principales ubicados en las avenidas colindantes al Establecimiento de Salud.

K. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

En la especialidad de ingeniería sanitaria del proyecto del Establecimiento de Salud Yanahuanca se ha considerado el tratamiento de aguas residuales por zonas específicas donde requieren tratamiento preliminar según el RNE.

Estas aguas residuales provienen de los siguientes ambientes:

- ✓ Aguas Residuales procedentes de la Cocina, las cuales tienen que ser previamente tratados a través de una trampa de grasas con el propósito de retener sólidos y grasas provenientes de la actividad de preparación de alimentos, con el propósito de reducir la carga orgánica en DBO y la cantidad de sólidos totales presentes en estas aguas, y retener espumas de detergentes, antes de su disposición en el colector público.
- ✓ Aguas Residuales procedentes de la Lavandería, las cuales tienen que ser previamente tratados a través de una trampa de hilos con el propósito de enfriar, retener sólidos y grasas provenientes de la actividad de lavado de ropa, con el propósito de reducir la carga orgánica en DBO y la cantidad de sólidos totales presentes en estas aguas, y retener espumas de detergentes, antes de su disposición en el colector público.
- ✓ Aguas Residuales procedentes de los laboratorios de análisis, las cuales tienen que ser previamente neutralizados en una cámara de contacto de cloro antes de su disposición en el colector público.
- ✓ Aguas Residuales procedentes de los almacenamientos de residuos sólidos, las cuales tienen que ser previamente tratados por una trampa de sólidos, antes de su disposición en el colector público.

- ✓ El desagüe caliente proveniente lava chatas, lavador desinfectador y Esterilizador de vapor antes de la descarga a la red de desagüe irán hacia una caja de amortiguamiento para el enfriamiento respectivo.

Las trampas de grasas consideradas en el tratamiento de las aguas residuales provenientes de los ambientes antes señalados deben tener un mantenimiento periódico, cada 5 días, según consta en la memoria de cálculo, y las grasas y sólidos retenidos deben ser retirados por una EPS autorizada por DIGESA y especializada en residuos peligrosos y luego transportados a un relleno de seguridad autorizado por DIGESA con las medidas de protección adecuadas.

Las labores adecuadas de operación y mantenimiento y dentro del tiempo especificado de las trampas de grasa y trampas de yeso, permitirá un funcionamiento adecuado y un desarrollo eficiente del proceso de tratamiento y evitará una sobrecarga de DBO en el desagüe que será descargada al colector público.

Se han previsto con el propósito de realizar un monitoreo permanente por el personal del Establecimiento de Salud de Yanahuanca o de cualquier entidad fiscalizadora de la calidad de las aguas residuales tratadas con estas unidades, cajas de muestreo antes y después de la unidad de tratamiento.

Las aguas residuales de los baños, lavaderos comunes, duchas y lavaderos de limpiezas son desagües domésticos y por lo tanto podrán ser descargados directamente al colector público sin ningún tratamiento, como se realiza con los desagües domésticos provenientes de las viviendas.

Al tratar las aguas residuales de forma específica por la actividad que se realiza en estos sectores, y reducir considerablemente las grasas y la cantidad de sólidos totales, según lo antes señalado y de acuerdo al RNE, no es necesario realizar otro tratamiento adicional y/o proyectar ninguna planta de tratamiento de aguas residuales.

Además, no es económicamente factible realizar otro tratamiento a un desagüe para verterlo en un colector de desagüe, le corresponde a la EPS de la localidad realizar un tratamiento final a las aguas residuales de toda la ciudad antes de su disposición final.

Por otra parte según estudios realizados anteriormente, demuestran que el desagüe de un hospital se encuentra con carga orgánica en DBO menor que un desagüe proveniente de una vivienda, debido a las dotaciones usadas en este tipo de edificación, por lo tanto no es necesario la construcción de una Planta de Tratamiento de aguas residuales no domesticas ya que sería un costo innecesario para el Estado.

El Sistema de Tratamiento de Aguas grises para el uso de riego de jardines internos no es factible, porque una falla en el tratamiento puede generar un foco infeccioso al ser regado a los jardines y afectar la salubridad del establecimiento.

El sistema de tratamiento de aguas grises, requiere de dispositivos de retención de solidos menores, almacenamiento, cámara de bombeo y un sistema de control para un adecuado funcionamiento.

El sistema de control de solidos menores, requiere en forma continua el retiro y disposición en zona adecuadas de dichos sólidos.

Capítulo IV. Análisis y discusión de resultados

4.1 MEMORIA DE CÁLCULO:

4.1.1 CÁLCULO DEL ALMACENAMIENTO DE AGUA:

CÁLCULO DE LA DOTACIÓN DE AGUA FRÍA:

Se calcula sumando los productos parciales de los valores de dotaciones indicados en el ítem 2.2. de la Norma IS-010 del RNE y del ítem 6.3.5.1. del documento técnico de infraestructura hospitalaria elaborado por la DIGIEM-MINSA, a continuación, se muestran los parámetros establecidos en las normas vigentes:

Para el consumo de agua fría se tiene la siguiente dotación:

Tabla 3

Dotaciones de agua fría consideradas por ambientes (contractual).

Descripción	Dotación	Unidad
Hospitalización	600	Lt/Cama/día
Consultorio Médico	500	Lt/consult./día
Unidades Dentales	1000	Lt/UD/día
Lavandería	40	Lt/Kg/día
Cocina	8	Lt/ración/día
Auditorio	3	Lt/asiento/día
Oficina	6	Lt/m ² /día
Jardín	2	Lt/m ² /día
Almacén/Depósito	0.5	Lt/m ² /día
Estacionamientos	2	L/m ²
Residencia	150	Lt/persona/día
Laboratorio	1000	Lt/día/lab
Comedor	40	Lt/m ² /día
Gimnasio	30	Lt/m ² /día

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra el cuadro de demanda obtenido de la arquitectura del Hospital.

Tabla 4*Cálculo de dotación diaria de agua potable (contractual).*

Ítem	Piso	Descripción		Dotación		Volumen (lt/día)
		Uso	Cantidad			
1	5	Hospitalización	25 camas	600.00	Lt/cama/día	15000.00
2	5	Residencia Médica	4 personas	150.00	Lt/persona/día	600.00
3	5	Oficina	27.20 m ²	6.00	Lt/m ² /día	163.20
4	5	Comedor	46.48 m ²	40.00	Lt/m ² /día	1859.20
5	5	Sala de espera	15 asientos	3.00	Lt/asiento/día	45.00
6	5	Almacén/Depósito	10.10 m ²	0.50	Lt/m ² /día	5.05
7	5	Casa materna	8 camas	600.00	Lt/cama/día	4800.00
8	4	Almacén/Deposito	69.60 m ²	0.50	Lt/m ² /día	34.80
9	4	Sala de espera	24 asientos	3.00	Lt/asiento/día	72.00
10	4	Oficina	33.90 m ²	6.00	Lt/m ² /día	203.40
11	3,2,1	Consultorio	13 Consultorio	500.00	Lt/consult./día	6500.00
12	3	Consultorio Odontológico	1 Consultorio	1000.00	Lt/consult./día	1000.00
13	3	Oficina	184.17 m ²	6.00	Lt/m ² /día	1105.02
14	3	Almacén/Deposito	31.50 m ²	0.50	Lt/m ² /día	15.75
15	3	Sala de espera	97 asientos	3.00	Lt/asiento/día	291.00
16	3	S.U.M.	50 asientos	3.00	Lt/asiento/día	150.00
17	2	Laboratorio	3 Laboratorio	1000.00	Lt/lab./día	3000.00
18	2	Almacén/Deposito	26.86 m ²	0.50	Lt/m ² /día	13.43
19	2	Sala de espera	86 asientos	3.00	Lt/asiento/día	258.00
20	2	Oficina	145.76 m ²	6.00	Lt/m ² /día	874.56
21	2	Gimnasio	49.97 m ²	30.00	Lt/m ² /día	1499.10
22	2	Áreas verdes	53.00 m ²	2.00	Lt/m ² /día	106.00
23	1	Sala de espera	27 asientos	3.00	Lt/asiento/día	81.00
24	1	Áreas verdes	32.50 m ²	2.00	Lt/m ² /día	65.00
25	1	Oficina	149.08 m ²	6.00	Lt/m ² /día	894.48
26	1	Estacionamiento	54.00 m ²	2.00	Lt/m ² /día	108.00
27	1	Almacén/Deposito	90.16 m ²	0.50	Lt/m ² /día	45.08
28	1	Laboratorio	1 Laboratorio	1000.00	Lt/lab./día	1000.00
29	1	Comedor	29.28 m ²	40.00	Lt/m ² /día	1171.20
30	1	Cocina	166.50 ración	8.00	Lt/ración/día	1332.00
31	0	Sala de espera	3 asientos	3.00	Lt/lab./día	9.00
32	0	Áreas verdes	58.58 m ²	2.00	Lt/m ² /día	117.16
33	0	Oficina	108.44 m ²	6.00	Lt/m ² /día	650.64
34	0	Estacionamiento	26.50 m ²	2.00	Lt/m ² /día	53.00

35	0	Almacén/Deposito	271.79	m ²	0.50	Lt/m ² /día	135.90
36	0	Lavandería (4kg/cama)	132	Kg	40.00	Lt/Kg/día	5280.00
							48537.97

Fuente: Elaboración propia

Entonces:

La dotación diaria de agua potable será como mínimo de DOT = 48.54 m³/día

Volumen Total (m³) = 50.00 m³/día

Se va a considerar para el almacenamiento N° días = 2.00 días

Luego:

El volumen útil mínimo de la cisterna de agua fría será de Vu Cist = 100.00 m³

Observaciones:

- ✓ Para la obtención de la dotación de agua fría, no era necesario incluir la dotación de algunos ambientes como son: Auditorio, oficina, almacén/depósito, estacionamientos, Laboratorio, comedor, y gimnasio. No es necesario incluir lo establecido en el documento técnico de infraestructura hospitalaria elaborado por la DIGIEM-MINSA.
- ✓ Se debió calcular sumando los valores de dotaciones indicados en el ítem 2.2. de la Norma IS-010 del RNE a continuación, se muestran los parámetros establecidos en las normas vigentes:

Para el consumo de agua se tiene el siguiente cuadro:

Tabla 5*Dotaciones de agua fría consideradas por ambientes (corregido).*

Descripción	Dotación	Unidad
Hospitalización	600	Lt/Cama/día
Consultorio Médico	500	Lt/consult./día
Unidades Dentales	1000	Lt/UD/día
Lavandería	40	Lt/Kg/día
Cocina	8	Lt/ración/día
Jardín	2	Lt/m ² /día
Residencia	150	Lt/persona/día

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra el cuadro de dotación obtenido de la arquitectura del Hospital.

Tabla 6*Cálculo de dotación diaria de agua potable (corregido).*

Ítem	Piso	Descripción			Dotación	Volumen (lt/día)
		Uso	Cantidad			
1	5	Hospitalización	27	camas	600.00 Lt/cama/día	16200.00
2	5	Residencia Médica	11	personas	150.00 Lt/persona/día	1650.00
3	3,1	Consultorio	13	Consultorio	500.00 Lt/consult./día	6500.00
4	3	Consultorio Odontológico	1	Consultorio	1000.00 Lt/consult./día	1000.00
5	0,1	Áreas verdes	159.05	m ²	2.00 Lt/m ² /día	318.10
6	1	Cocina	165.00	ración	8.00 Lt/ración/día	1320.00
7	0	Lavandería (4kg/cama)	108	Kg	40.00 Lt/Kg/día	4320.00
						31308.10

Fuente: Elaboración propia

Entonces:

La dotación diaria de agua potable será como mínimo de DOT = 31.31 m³/díaConsiderando factor de seguridad 1.28: Volumen Total (m³) = 40.00 m³/día

De acuerdo a la norma IS-010,

se va a considerar para el almacenamiento N° días = 2.00 días

Luego:

El volumen útil mínimo de la cisterna de agua será de $Vu \text{ Cist} = 80.00 \text{ m}^3$

CÁLCULO DE LA DOTACIÓN DE AGUA CALIENTE:

Para determinar el volumen de almacenamiento de agua caliente, se considera la totalidad de los servicios. Así mismo se toma en cuenta lo estipulado por la Norma Técnica de Salud (NTS N°110-MINSA/DGIEM-V01), el mismo que indica lo siguiente:

a) Para las redes de agua caliente de 80°C son designados para cocina y lavandería.

b) Para las redes de agua caliente de 55°C, son para los servicios de duchas, lavatorio y lavadero.

Por lo tanto, en base a lo descrito anteriormente, se desarrolla el siguiente cálculo:

Para la dotación de agua caliente se tiene la siguiente dotación:

Tabla 7

Dotaciones de agua caliente consideradas por ambientes (contractual).

Descripción	Dotación	Unidad
Hospitalización	250	Lt/Cama/día
Consultorio Médico	130	Lt/consult./día
Unidades Dentales	100	Lt/UD/día
Lavandería	20	Lt/Kg/día
Cocina	3	Lt/ración/día
Laboratorio	500	Lt/m ² /día
Residencia	120	Lt/persona/día
Comedor	12	Lt/m ² /día

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra el cuadro de demanda obtenido de la arquitectura del Hospital:

Tabla 8*Cálculo de dotaciones de agua caliente (contractual).*

Ítem	Piso	Descripción			Dotación	Volumen (lt/día)	
		Uso	Cantidad				
1	5	Hospitalización	25	camas	250.00	Lt/cama/día	6250.00
2	5	Residencia Médica	4	personas	120.00	Lt/persona/día	480.00
3	5	Comedor	46.48	m ²	12.00	Lt/m ² /día	557.76
4	5	Casa materna	8	camas	250.00	Lt/cama/día	2000.00
5	3,2,1	Consultorio	13	Consultorio	130.00	Lt/consult./día	1690.00
6	3	Consultorio Odontológico	1	Consultorio	100.00	Lt/consult./día	100.00
7	2	Laboratorio	3	Laboratorio	500.00	Lt/Laborat./día	1500.00
8	1	Laboratorio	1	Laboratorio	500.00	Lt/Laborat./día	500.00
9	1	Comedor	29.28	m ²	12.00	Lt/m ² /día	351.36
10	1	Cocina	166.50	ración	3.00	Lt/ración/día	499.50
11	2	Gimnasio	49.97	m ²	10.00	Lt/m ² /día	499.70
12	0	Lavandería (4kg/cama)	132	Kg	20.00	Lt/Kg/día	2640.00
							17068.32

Fuente: Elaboración propia

Entonces:

La dotación diaria de agua caliente a 55 °C será de DOT = 13.93 m³/día

Entonces:

La dotación diaria de agua caliente a 80 °C será de DOT = 3.14 m³/día

Para el Hospital tenemos que:

Tabla 9*Capacidad horaria y caudal de agua caliente a 60°C y 80°C (contractual).*

Temperatura diseño agua caliente (°C)	60	80
Temperatura inicial agua (°C)	9	9
La capacidad horaria del equipo de producción es 1/6 de la dotación (L/s)	0.64	0.15
Caudal de agua (gpm)	10.22	2.30

Fuente: Elaboración propia.

Observaciones:

Se puede apreciar que para realizar el cálculo de la dotación de agua caliente se viene considerando ambientes como Laboratorio y el Comedor, ambientes que no deberían ser incluidos, puesto que el volumen de agua para los Laboratorios ya se encuentran incluidos dentro del ítem camas de hospitalización indicado en la Norma IS.010 del R.N..E. y la dotación por comedor no deberá considerarse puesto que este volumen también se encuentra incluidos en la elaboración de alimentos para los pacientes de hospitalización y personal médico. Por lo cual el cálculo corregido de la dotación de agua caliente debió ser como se indica a continuación.

Para el cálculo de la dotación de agua caliente se tiene la siguiente consideración:

Tabla 10

Dotaciones de agua caliente consideradas por ambientes (corregido).

Descripción	Dotación	Unidad
Hospitalización	250	Lt/Cama/día
Consultorio Médico	130	Lt/consult./día
Unidades Dentales	100	Lt/UD/día
Lavandería	20	Lt/Kg/día
Cocina	3	Lt/ración/día
Residencia	150	Lt/persona/día

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra el cuadro de dotación obtenido de la arquitectura del Hospital.

Tabla 11*Cálculo de Dotaciones de agua caliente (corregido).*

Ítem	Piso	Descripción			Dotación		Volumen
		Uso	Cantidad				(lt/día)
1	5	Hospitalización	27	camas	250.00	Lt/cama/día	6750.00
2	5	Residencia Médica	11	personas	150.00	Lt/persona/día	1650.00
3	3,1	Consultorio	13	Consultorio	130.00	Lt/consult./día	1690.00
4	3	Consultorio Odontológico	1	Consultorio	100.00	Lt/consult./día	100.00
5	1	Cocina	165.00	ración	3.00	Lt/ración/día	495.00
6	0	Lavandería (4kg/cama)	108	Kg	20.00	Lt/Kg/día	2160.00
							12845.00

Fuente: Elaboración propia

Entonces:

La dotación diaria de agua caliente a 80 °C será igual a Dotación Cocina + Dotación Lavandería

$$495.00 + 2160.00 = \text{DOT} = 2.66 \text{ m}^3/\text{día}$$

La dotación diaria de agua caliente a 55 °C será igual a:

Dotación Agua Caliente Total – Dotación de Agua Caliente a 80 °C

$$12845.00 - 2655.00 = \text{DOT} = 10.19 \text{ m}^3/\text{día}$$

Para 55°C:

Capacidad del Equipo de Producción de Agua Caliente

La capacidad de producción de agua caliente va ser igual a la demanda máxima simultanea de agua caliente.

Tendremos que: DMS AC 55°C = 0.64 lt/seg

Entonces tenemos que: CEPAC = 0.64 lt/seg

Potencia del Calentador de Agua

Potencia del calentador (BTU/hr) = 500 x caudal de agua requerido (GPM)

x incremento de Temp (°F)

Donde:

POT.....Potencia requerida por el Calentador (BTU/hr)

T°i.....Temperatura inicial del agua (°F)

T°f.....Temperatura final del agua (°F)

conversión de potencia 1KW= 3412.142 BTU/h

Caudal requerido Caudal (GPM)

Caudal requerido = 10.22 GPM

Incremento de Temp = 91.8 °F

Reemplazando valores, tendremos que:

Potencia del calentador requerida (BTU/hr) = 469200.67 BTU/hr

Potencia del calentador requerida (KW) = 137.51 KW

Para 80°C:

Capacidad del Equipo de Producción de Agua Caliente

La capacidad de producción de agua caliente va ser igual a la demanda máxima simultanea de agua caliente.

Tendremos que: DMS AC 80°C = 0.15 lt/seg

Entonces tenemos que: CEPAC = 0.15 lt/seg

Potencia del Calentador de Agua

Potencia del calentador (BTU/hr) = 500 x Q (GPM) x incremento de Temp (°F)

Donde:

POT.....Potencia requerida por el Calentador (BTU/hr)

T°i.....Temperatura inicial del agua (°F)

T°f.....Temperatura final del agua (°F)

Q.....Caudal requerido (GPM)

Caudal requerido = 2.30 GPM

Incremento de Temp °F = 127.8 °F

Reemplazando valores, tendremos que:

Potencia del calentador requerida (BTU/hr) = 147228.86 BTU/hr

Potencia del calentador requerida (KW) = 43.15 KW

Entonces se tiene los siguientes valores para 55°C y 80 °C:

Tabla 12

Capacidad de energía requerida por el calentador de agua (contractual).

Temperatura Máxima diseño agua caliente	55°C	80°C
Capacidad requerida calentador agua (Btu/h)	469200.67	147228.86
Capacidad requerida por c/calentador agua (Kw)	137.51	43.15

Fuente: Elaboración propia.

Capacidad del Equipo de Producción de Agua Caliente considerando la altura de proyecto

Para 55°C:

Capacidad del Equipo de Producción de Agua Caliente		469200.67 (btu/h)	137.51 (kw)
CAPACIDAD COMERCIAL DE ENTRADA DE C/CALENTADOR (INPUT)=AA		750,000.00	BTU/hr
Rendimiento de los calentadores comerciales=RR		85%	@1400MSNM
CAPACIDAD COMERCIAL DE SALIDA DE C/CALENTADOR (OUTPUT)= AA* RR		637,500.00	BTU/hr <> 186.833
FACTOR DE DE-RATEO @ 1000 ft <> 4%		4%	
ALTURA PROYECTO		3,171.00	msnm
		10,403.54	ft
A PARTIR DE 4500 ft INICIA EL DE-RATEO		5,903.54	ft
CAPACIDAD COMERCIAL DE SALIDA DE C/CALENTADOR (OUTPUT) CON DE-RATEO POR ALTITUD		486959.65	BTU/hr <> 143
Se sugiere modelo o similar			
MODELO TENTATIVO DE CALENTADOR A ELEGIR		CFL 0752PM	MARCA LOCHINVAR O SIMILAR

Capacidad del Equipo de Producción de Agua Caliente considerando la altura de proyecto

Para 80°C:

Capacidad del Equipo de Producción de Agua Caliente		147228.86 (btu/h)	43.15 (kw)
CAPACIDAD COMERCIAL DE ENTRADA DE C/CALENTADOR (INPUT)=AA		399,000.00	BTU/hr
Rendimiento de los calentadores comerciales=RR		85%	@1400MSNM
CAPACIDAD COMERCIAL DE SALIDA DE C/CALENTADOR (OUTPUT)= AA* RR		339,150.00	BTU/hr <> 99.395
FACTOR DE DE-RATEO @ 1000 ft <> 4%		4%	
ALTURA PROYECTO		3,171.00	msnm
		10,403.54	ft
A PARTIR DE 4500 ft INICIA EL DE-RATEO		5,903.54	ft
CAPACIDAD COMERCIAL DE SALIDA DE C/CALENTADOR (OUTPUT) CON DE-RATEO POR ALTITUD		259,062.54	BTU/hr <> 76
Se sugiere modelo o similar			
MODELO TENTATIVO DE CALENTADOR A ELEGIR		CFL 0402PM	MARCA LOCHINVAR O SIMILAR

Cálculo de los tanques de almacenamiento

Para 55°C:

-) El almacenamiento diario de agua caliente es 2/5 de la dotación.

Dotación	13.93	m ³ /día
Almacenamiento	5571.53	litros
Almacenamiento	1472	galones

Se sugiere modelo o similar

Modelo tentativo de tanque a elegir: 2 unidades RGA0752 VERTICAL

MARCA LOCHINVAR O SIMILAR

Para 80°C:

(-) El almacenamiento diario de agua caliente es 2/5 de la dotación.

Dotación	3.14	m ³ /día
Almacenamiento	1255.8	litros
Almacenamiento	331.78	galones

Se sugiere modelo o similar

MODELO TENTATIVO DE TANQUE A ELEGIR 1 UNIDADES RGA0432

VERTICAL

MARCA LOCHINVAR O SIMILAR

CÁLCULO DE LA DOTACIÓN DE AGUA BLANDA

Se va considerar los siguientes puntos para el cálculo de la dotación de agua blanda:

- Para el cálculo se está tomando en consideración el requerimiento de agua blanda para los equipos a instalarse en el hospital.
- Así mismo; se ha asumido un tiempo de operación y frecuencia de uso durante el día para cada uno de los equipos que requieren de agua blanda.

Tabla 13

Cálculo de dotaciones de agua blanda (contractual).

Item	Equipos	Consumo	Unidad	Tiempo de operación	Unidad	Frecuencia (#veces o ciclo/día)	Cantidad (equipo)	Dotación Calculada (Lt/día/eq)
1	Lavachata	20.00	Litros/ciclo	5.00	Min.	20.00	4	1600
2	Lavador Desinfectador de 2 puertas	24.00	Litros/ciclo	32.00	Min.	8.00	1	192
3	Destilador de Agua de 8 lph	8.00	Litros/hora			12.00	2	192
4	Destilador de Agua de 4 lph	4.00	Litros/hora			12.00	1	48
5	Lavador Automático de Vajilla	3.00	Litros/ciclo	180.00	Seg.	8.00	1	24
6	Marmita volcable de 50 litros mínimo	150.00	Litros/día				1	150
7	Marmita volcable de 80 litros mínimo	240.00	Litros/día				1	240
8	Grupo de cocción marmitas de 20/40/60 litros	0.03	Litros/segundos	3600.00	Seg.	6.00	1	648
9	Lavadora Centrífuga automática de 2 puertas (barrera sanitaria) industrial de 18Kg.	276.00	Litros/hora			2.00	1	552
10	Lavadora Centrífuga automática de 2 puertas (barrera sanitaria) industrial de 25Kg.	276.00	Litros/hora			2.00	1	552
11	Unidad dental	15.00	Litros/día			2.00	1	30

12	Unidad de Tratamiento de residuos hospitalarios	50.00	Litros/hora	6.00	1	300
13	Lavador Ultrasónico	50.00	Litros/día	1.00	2	100
14	Calentador de Agua					17068
15	Equipos de calefacción	310.00	Litros/hora	8.00	-	2480
						26816

Fuente: Elaboración propia.

Entonces:

La dotación diaria de agua blanda será como mínimo de DOT = 28.00 m³/día

Para el proyecto:

Se va a considerar para el almacenamiento N° días = 1 días

Luego:

El volumen útil mínimo de la cisterna de agua blanda será de:

$$Vu \text{ Cisterna} = 28.00 \text{ m}^3$$

Observaciones:

- Se puede apreciar que para el cálculo de la dotación de agua blanda se viene considerando la dotación total de agua caliente hallada anteriormente, sin embargo, al haberse observado el mal cálculo de este, el cálculo de la dotación de agua blanda también deberá ser modificada tal como se aprecia a continuación.

Tabla 14

Cálculo de dotaciones de agua blanda (corregido).

Ítem	Equipos	Consumo	Unidad	Tiempo de operación	Unidad	Frecuencia	Cantidad	Dotación
						(#veces o ciclo/día)	(equipo)	Calculada (Lt/día/eq)
1	Lavachata	20.00	Litros/ciclo	5.00	Min.	20.00	4	1600
2	Lavador Desinfectador de 2 puertas	24.00	Litros/ciclo	32.00	Min.	8.00	1	192
3	Destilador de Agua de 8 lph	8.00	Litros/hora			12.00	2	192
4	Destilador de Agua de 4 lph	4.00	Litros/hora			12.00	1	48
5	Lavador Automático de Vajilla	3.00	Litros/ciclo	180.00	Seg.	8.00	1	24
6	Marmita volcable de 50 litros mínimo	150.00	Litros/día				1	150
7	Marmita volcable de 80 litros mínimo	240.00	Litros/día				1	240
8	Grupo de cocción marmitas de 20/40/60 litros	0.03	Litros/segundos	3600.00	Seg.	6.00	1	648
9	Lavadora Centrífuga automática de 2 puertas (barrera sanitaria) industrial de 18Kg.	276.00	Litros/hora			2.00	1	552
10	Lavadora Centrífuga automática de 2 puertas (barrera sanitaria) industrial de 25Kg.	276.00	Litros/hora			2.00	1	552
11	Unidad dental	15.00	Litros/día			2.00	1	30
12	Unidad de Tratamiento de residuos hospitalarios	50.00	Litros/hora			6.00	1	300
13	Lavador Ultrasónico	50.00	Litros/día			1.00	2	100
14	Calentador de Agua							12845.00
15	Equipos de calefacción	310.00	Litros/hora			8.00	-	2480
								19953

Fuente: Elaboración propia.

Entonces redondeando:

La dotación diaria de agua blanda será como mínimo de $DOT = 20.00 \text{ m}^3/\text{día}$

Para el proyecto:

Se va a considerar para el almacenamiento $N^\circ \text{ días} = 1 \text{ días}$

Luego:

El volumen útil mínimo de la cisterna de agua blanda será de:

$$Vu \text{ Cisterna} = 20.00 \text{ m}^3$$

4.1.2 DIMENSIONAMIENTO DEL DIÁMETRO DE LA CONEXIÓN DOMICILIARIA Y LINEA DE ALIMENTACIÓN

CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LA CONEXIÓN DOMICILIARIA

Para el dimensionamiento de la línea de alimentación, así como el diámetro de la conexión predial se procederá a efectuar dicho calculo partiendo de los datos de diseño establecido en la dotación diaria de agua fría.

DATOS DE DISEÑO:

- (-) Presión mínima en la red pública (20 PSI dato asumido) $Pr = 14.06 \text{ mca}$
- (-) Presión mínima del agua en la salida a la Cisterna $Ps = 1.50 \text{ mca}$
- (-) Volumen útil requerido para almacenamiento de agua Potable (m^3) $Vc = 40.00 \text{ m}^3$
- (-) Tiempo de llenado de la Cisterna (valor máximo asumido según NTS 110) $Tc = 6.00 \text{ horas}$
- (-) Cota de tubería del punto de empalme a la red pública $CT1 = -0.80 \text{ m}$
- (-) Cota de tubería en el jardín donde se ubicarán las conex. Domic $CT2 = -0.80 \text{ m}$

- (-) Cota de tubería en el cuarto de bombas de la
cisterna de agua dura CT3 = 0.60 m
- (-) Cota de tubería en el ingreso a la cisterna de agua dura CT4 = 0.60 m

CÁLCULO DEL DESNIVEL DE INGRESO A LA CISTERNA DE AGUA DURA:

$$H_e = CT4 - CT2$$

Cota de tubería en el ingreso a la cisterna de agua dura CT4 = 0.60 m

Cota de tubería en el jardín donde se ubicarán las conex. Domic CT2 = -0.80 m

Reemplazando valores He = 1.40 m

CAUDAL DE AGUA QUE INGRESA A LA CISTERNA

$$Q_c = \frac{V_c}{T_c}$$

Volumen útil requerido para almacenamiento de agua (m³) Vc = 40.00 m³

Tiempo de llenado de la Cisterna Tc = 6.00 horas

Reemplazando valores Qc = 1.85 lt/seg

$$Q_c = 29.35 \text{ gpm}$$

$$Q_c = 6.67 \text{ m}^3/\text{Hr}$$

PÉRDIDA DE CARGA DISPONIBLE TOTAL

$$P_r = H_f + H_e + P_s$$

Despejando H_f, tendremos que.....H_f = Pr – (He + Ps)

Presión mínima en la red pública (20 PSI dato asumido) Pr = 14.06 mca

Desnivel de ingreso a la cisterna de agua dura He = 1.40 m

Presión mínima del agua en la salida a la Cisterna Ps = 1.50 mca

Reemplazando valores, la pérdida de carga total (H_f) será de:

$$H_f = 11.16 \text{ mts}$$

$$H_f = 15.87 \text{ psi}$$

SELECCIÓN DEL MEDIDOR

Considerando que la pérdida de carga en el Medidor (H_m) debe ser:

$$H_m \leq 50\% H_f$$

Pérdida de carga total (H_f)

$$H_f = 11.16 \text{ mts}$$

Reemplazando valores, tendremos:

$$H_m = 0.5 \times 11.16$$

$$H_m \leq 5.58 \text{ m}$$

$$H_m \leq 7.94 \text{ psi}$$

En el ábaco de medidores (Del gráfico) se tiene:

Tabla 15

Cálculo de pérdida de carga en función del diámetro (contractual).

Diámetro	Pérdida de carga
3/4"	18.2 libras/pulg ² (12.79 m)
1"	7.90 libras/pulg ² (5.55 m)
1 1/2"	2.18 libras/pulg ² (1.53 m)

Fuente: Elaboración propia



Diám = 1.00 pulg

H_m = 7.90 psi

H_m = 5.55 mca

Se cumple lo requerido con:

01 medidor DN 25 mm.

TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN A LA CISTERNA

DATOS PARA CÁLCULO

- (-) Caudal requerido de la red pública Qc = 1.85 lt/seg
- (-) Pérdida disponible (Pérdida de Carga Total Hf) Hf = 11.16 mt
- (-) Pérdida de carga en el Medidor de Ø 1" (Hm) Hm = 5.55 mt

Sabemos que.....

$$Velocidad = 1.973525 \times \frac{Q_i}{D_i^2}$$

Velocm/seg

Q lt/seg

Di pulg

Considerando que: Veloc = [0.60 – 2.00] mt/seg

Tendremos que:

Tabla 16

Cálculo de la velocidad en función al caudal y al diámetro (contractual).

Q	Di	Velocidad
(lt/seg)	(pulg)	(mm) (m/s)
1.85	1.00	25.4 3.65
1.85	1.50	38.1 1.62
1.85	2.00	50.8 0.91

Fuente: Elaboración propia.

Se elegirá el diámetro de la tubería de alimentación cuya velocidad del flujo se encuentre entre las velocidades de 0.60 mts/seg y 2.00 mts/seg.

Luego; tomando en cuenta la velocidad, tendremos Ø Acometida = 1.50 pulg

PÉRDIDA DE CARGA DISPONIBLE EN LA TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN A LA CISTERNA PROYECTADA (Hf')

$$H_f' = H_f + H_m$$

Pérdida de Carga Total (H_f)	$H_f = 11.16$ mt
Pérdida de carga en el Medidor de $\varnothing 1''$ (H_m)	$H_m = 5.55$ mt
Reemplazando valores, tendremos que	$H_f' = 5.61$ mt

LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DEL MEDIDOR A CISTERNA PROYECTADA

De acuerdo al plano, tenemos que se alimenta a una cisterna, por ello la tubería de alimentación a lo largo de su recorrido a la Cisterna estará compuesta por:

- a) Tramo: Conexión Domic. Hasta Ingreso a Cisterna: $Diam = 1.50$ pulg
 $L_{tub} = 50.00$ mt

PÉRDIDA DE CARGA EN LA TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN A LA CISTERNA (H_f'')

Tomando en consideración las pérdidas de carga locales por accesorios según diámetro, tenemos:

Tabla 17

Longitudes equivalentes a pérdidas de carga localizadas (contractual).

Diámetro (pulg.)	Codo	Tee	Contrac (1/4)	Contrac (1/2)	Contrac (3/4)	Válvula Cpta	Válv. Check	Valv. Flotadora
1/2	0.739	1.064	0.248	0.195	0.112	0.112	1.477	5.000
3/4	1.080	1.554	0.363	0.285	0.164	0.164	2.159	5.000
1	1.420	2.045	0.477	0.375	0.216	0.216	2.841	5.000
1 1/4	1.818	2.618	0.611	0.480	0.278	0.278	3.638	5.000
1 1/2	2.159	3.109	0.725	0.570	0.328	0.328	4.318	5.000
2	2.841	4.091	0.954	0.750	0.432	0.432	5.682	5.000
2 1/2	3.580	5.154	1.203	0.945	0.544	0.544	7.159	5.000
3	4.261	6.136	1.432	1.125	0.648	0.648	6.523	5.000
4	5.682	9.182	1.900	1.500	0.864	0.864	11.364	5.000
6	8.523	12.273	2.881	2.250	1.295	1.295	17.045	5.000

Nota: Instalaciones sanitarias en edificaciones - Ing. Enrique Jimeno Blasco (Edic. Diciembre 1995).

Para D=1 ½”:

De acuerdo al plano, tenemos las siguientes válvulas y accesorios:

Tabla 18

Determinación de accesorios desde conexión hasta cisterna (contractual).

Ubicación	Codo	Tee	Contrac (1/4)	Contrac (1/2)	Contrac (3/4)	Válvula Cpta	Válv. Check	Valv. Flotadora
Conex - Cist	11	5	0	0	0	1	0	1

Fuente: Elaboración propia.

Calculando la longitud equivalente por accesorios (L eq.), se tiene:

11 codos de 90° de 1 ½” (11 x 2.159)	=	23.749
5 Tee de 1 ½” (5 x 3.109)	=	15.545
1 Válvula de compuerta de 1 ½” (1 x 0.328)	=	0.328
1 Válvula flotadora de 1 ½” (1 x 5.00)	=	<u>5.000</u>
Longitud equivalente por accesorios (L eq.)	=	44.622 mts

Calculando la pérdida de carga total desde la caja de conexión domiciliaria hasta la

Cisterna:

Tabla 19

Pérdida de carga en la tubería de alimentación Hfric. (contractual).

Tramo	Qb (lt/s)	Ch-w	Di (pulg)	S (m/m)	Veloc. (m/s)	L tub (ml)	L eq (ml)	L tot (ml)	Hfric (mt)
Conex - Cist	1.85	150	1.50	0.10	1.62	50.00	44.62	94.62	1.65

Fuente: Elaboración propia.

Entonces, la pérdida de Carga en la Tubería de Alimentación a la Cisterna (Hf’)

será:

$$Hf'' = 1.65 \text{ mca}$$

$$\text{Luego; se cumple que } Hf' > Hf'' \quad Hf' = 5.61 \text{ mts} > Hf'' = 1.65 \text{ mts}$$

Pérdida de carga disponible en la tubería de alimentación a la cisterna proyectada (Hf')

Pérdida de carga en la tubería de alimentación a la cisterna (H_f'')

SELECCIÓN DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN A LA CISTERNA

Como $H_f' > H_f''$; la tubería de alimentación a la Cisterna podrá ser de:

$$\text{Diám} = 1.50 \text{ pulg}$$

Este diámetro es mínimo y corresponde al tramo que va desde el medidor hasta su descarga en la cisterna.

4.1.3 MÁXIMA DEMANDA SIMULTANEA

MÁXIMA DEMANDA SIMULTÁNEA DE AGUA FRÍA

Para la determinación de la máxima demanda simultánea se requiere utilizar el método de Hunter para los aparatos sanitarios y conocer la demanda que requiere los equipos especiales.

Tabla 20

Aparatos sanitarios y equipos con respectivas unidades hunter (contractual).

Aparatos sanitarios / Equipos	Privado	Público
Inodoro c/Válv. Flux. (C-1, C-1a Y C-4b)	6.00	8.00
Lavamanos (A-3, A-5, A-5a)	0.75	1.50
Lavamanos (A-2, A-2a, B-102a)	0.75	1.50
Lavadero Cocina (B-1, B-1a, B-2, B-9, B-11, B-12, B-15, B-69, LE-12)	2.00	3.00
Lavadero de Ropa	2.00	2.00
Ducha (F-1, F-1a, F-8)	1.50	3.00
Urinario c/Válv. Flux (C-9, C-10)	5.00	5.00
Lavatrapo	2.00	2.00
Grifo de Riego 3/4"	8.00	8.00
Pistola de Lavado de Coches a Vapor (E-209, E-83)	1.50	1.50
Botadero Clínico con fluxómetro	6.00	6.00
Máquina eléctrica peladora de papas (E-90)	1.00	1.00
Lavadero de 02 pozas c/Triturador de Desperdicio (B-23a, B-67, B-67a)	4.00	4.00
Baño de Artesa (B-100)	1.50	1.50
Unidad de tratamiento de residuos hospitalarios	3.00	3.00
Lavadora centrífuga automática de 2 puertas (barrera sanitaria) industrial 13 Kg.	30.00	30.00

Fuente: Elaboración propia.

La máxima demanda simultánea total de agua fría, ha sido determinada en base a la totalidad de aparatos sanitarios previstos en cada uno de los pisos y en la totalidad del proyecto, tal como se observa en los siguientes cuadros.

Observaciones:

- Los valores de las unidades hunter presentados en el cuadro anterior corresponde al criterio establecido por el Proyectista, valores que no son compartidos, puesto que se vienen considerado unidades hunter para equipos que ya cuentan con una demanda de agua y con un número de uso determinado por día, como son el pela papas, la unidad de tratamiento de residuos sólidos y la lavadora centrifuga. Así mismo, los valores tomados por el proyectista para las unidades hunter de varios aparatos sanitarios es demasiado alta, por lo cual debió observarse y corregirse según el cuadro presentado líneas abajo.
- Las unidades hunter considerados para algunos aparatos sanitarios debieron de ser modificado en relación al cuadro presentado por el Proyectista. Por ejemplo, para los equipos Lavamanos que presenten conexión de agua fría y agua caliente deberá tener 1 U.H. (Unidad Hunter), para equipo privado y 2 U.H. para servicios sea público, así como las Unidades Hunter para inodoros de descarga reducida deberá ser de 3 U.H.
- El cálculo para la máxima demanda simultanea deberá ser la suma de la máxima demanda de los aparatos sanitarios más la de los equipos, para lo cual se deberá tener en consideración el factor de simultaneidad para el uso de los equipos, considerándose un factor del 10% respecto a su demanda hallada.

Tabla 21*Aparatos sanitarios y equipos con respectivas unidades hunter (corregido).*

Aparatos sanitarios / Equipos	Privado	Público
Inodoro c/Válv. Flux. (C-1, C-1a Y C-4b)	3.00	4.00
Lavamanos (A-3, A-5, A-5a)	1.00	2.00
Lavamanos (A-2, A-2a, B-102a)	0.75	1.50
Lavadero Cocina (B-1, B-1a, B-2, B-9, B-11, B-12, B-15, B-69, LE-12)	2.00	3.00
Lavadero de Ropa	2.00	2.00
Ducha (F-1, F-1a, F-8)	1.50	----
Urinario c/Válv. Flux (C-9, C-10)	2.50	----
Lavatrapo	2.00	2.00
Pistola de Lavado de Coches (E-209, E-83)	1.50	----
Botadero Clínico con fluxómetro	6.00	----
Máquina eléctrica peladora de papas (E-90)	1.00	----
Lavadero de 02 pozas c/Triturador de Desperdicio (B-23a, B-67, B-67a)	3.00	----
Baño de Artesa (B-100)	1.50	----

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22

Cálculo de la máxima demanda simultanea Agua fría – aparatos (contractual).

N° de piso	Código	Descripción	Cantidad	Condición	Uso	Parcial (UH)	Total (UH)
0	D-211a	Unidad de tratamiento de residuos hospitalarios con pre triturado.	1	Proyectado	Privado	3.00	3.00
0	A-3	Lavatorio de cerámica o loza vitrificada de 23" x 18", grifería convencional, solo agua fría.	13	Proyectado	Privado	0.75	9.75
0	A-3	Lavatorio de cerámica o loza vitrificada de 23" x 18", grifería convencional, solo agua fría.	1	Proyectado	Público	1.50	1.50
0	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	11	Proyectado	Privado	6.00	66.00
0	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	1	Proyectado	Público	8.00	8.00
0	C-1a	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	2	Proyectado	Privado	6.00	12.00
0	F-1	Salida de ducha de agua fría y caliente.	12	Proyectado	Privado	1.50	18.00
0	B-9	Lavadero de acero inoxidable de 18"x20", agua fría y caliente, una poza y escurridor.	1	Proyectado	Privado	2.00	2.00
0	B-67	Lavadero de limpieza de mampostería de ladrillo revestido de cerámica, de dos pozas de diferente nivel y sólo agua fría, con grifería convencional para ambas pozas.	4	Proyectado	Privado	4.00	16.00
0	C-10	Urinario de cerámica o loza vitrificada blanca, de pared, con grifería con válvula fluxométrica.	6	Proyectado	Privado	5.00	30.00
0	B-1a	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, agua fría y caliente.	5	Proyectado	Privado	2.00	10.00
0	M-151a	Mesa para lavado de cadáveres.	1	Proyectado	Privado	1.50	1.50
0	E-209	Pistola para lavado de coche.	4	Proyectado	Privado	1.50	6.00
0	LA-18	Lavadora centrifuga automática de 2 puertas (barrera sanitaria) industrial 18 Kg.	1	Proyectado	Privado	15.00	15.00
0	LA-25	Lavadora centrifuga automática de 2 puertas (barrera sanitaria) industrial 25 Kg.	1	Proyectado	Privado	15.00	15.00
0	S-75	Manguera de carrete retráctil (35 pies)	1	Proyectado	Privado	1.50	1.50
1	A-2a	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente.	3	Proyectado	Privado	0.75	2.25
1	A-3	Lavatorio de cerámica o loza vitrificada de 23" x 18", grifería convencional, solo agua fría.	13	Proyectado	Privado	0.75	9.75
1	A-3	Lavatorio de cerámica o loza vitrificada de 23" x 18", grifería convencional, solo agua fría.	1	Proyectado	Público	1.50	1.50
1	A-5	Lavatorio de cerámica vitrificada (Ovalín), AF, de 18" de diámetro, temporizada.	2	Proyectado	Público	1.50	3.00
1	A-5	Lavatorio de cerámica vitrificada (Ovalín), AF, de 18" de diámetro, temporizada.	3	Proyectado	Privado	0.75	2.25
1	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	14	Proyectado	Privado	6.00	84.00
1	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	2	Proyectado	Público	8.00	16.00

1	F-1	Salida de ducha de agua fría y caliente.	9	Proyectado	Privado	1.50	13.50
1	B-67	Lavadero de limpieza de mampostería de ladrillo revestido de cerámica, de dos pozas de diferente nivel y sólo agua fría, con grifería convencional para ambas pozas.	4	Proyectado	Privado	4.00	16.00
1	C-1a	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	2	Proyectado	Privado	6.00	12.00
1	C-1a	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	1	Proyectado	Público	8.00	8.00
1	C-10	Urinario de cerámica o loza vitrificada blanca, de pared, con grifería con válvula fluxométrica.	6	Proyectado	Privado	5.00	30.00
1	B-1a	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, agua fría y caliente.	1	Proyectado	Privado	2.00	2.00
1	B-1	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, solo agua fría.	2	Proyectado	Privado	2.00	4.00
1	B-11	Lavadero de acero inoxidable 21" x 42" con porta grifería de una poza y un escurridor, agua fría y agua caliente.	5	Proyectado	Privado	2.00	10.00
1	B-9	Lavadero de acero inoxidable de 18"x20", agua fría y caliente, una poza y escurridor.	4	Proyectado	Privado	2.00	8.00
1	E-209	Pistola para lavado de coche.	1	Proyectado	Privado	1.50	1.50
1	B-50	Botadero clínico de loza vitrificada blanca con fluxómetro, control de pie agua fría y agua caliente para lavachatas.	1	Proyectado	Privado	6.00	6.00
1	S-75	Manguera de carrete retráctil (35 pies)	3	Proyectado	Privado	1.50	4.50
1	LF-15	Mesa de entrada con poza de 1.20m	1	Proyectado	Privado	3.00	3.00
1	LE-10	Lavadero de acero inoxidable de 1 poza de 0.50x0.50 con escurridor lateral de 1.20m	1	Proyectado	Privado	2.00	2.00
1	LE-24	Lavadero de acero inoxidable de 2 poza de 0.50x0.50 cm con doble escurridor lateral; 2.40m.	1	Proyectado	Privado	2.00	2.00
1	E-90	Máquina eléctrica peladora de papas.	1	Proyectado	Privado	2.00	2.00
1	LE-12	Lavadero de acero inoxidable de 1 poza de 0.50x0.50 con escurridor lateral de 1.20m	3	Proyectado	Privado	2.00	6.00
2	A-2a	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente.	1	Proyectado	Privado	0.75	0.75
2	A-5	Lavatorio de cerámica vitrificada (Ovalín), AF, de 18" de diámetro, temporizada.	8	Proyectado	Privado	0.75	6.00
2	A-5	Lavatorio de cerámica vitrificada (Ovalín), AF, de 18" de diámetro, temporizada.	6	Proyectado	Público	1.50	9.00
2	A-2	Lavatorio de cerámica vitrificada de 23" x 18", agua fría y caliente.	2	Proyectado	Privado	0.75	1.50
2	A-3	Lavatorio de cerámica o loza vitrificada de 23" x 18", grifería convencional, solo agua fría.	3	Proyectado	Privado	0.75	2.25
2	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	10	Proyectado	Privado	6.00	60.00
2	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	4	Proyectado	Público	8.00	32.00
2	C-1a	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	3	Proyectado	Privado	6.00	18.00
2	C-1a	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	2	Proyectado	Público	8.00	16.00

2	F-1	Salida de ducha de agua fría y caliente.	7	Proyectado	Privado	1.50	10.50
2	F-1a	Duchas de emergencia para laboratorio.	1	Proyectado	Privado	3.00	3.00
2	B-67	Lavadero de limpieza de mampostería de ladrillo revestido de cerámica, de dos pozas de diferente nivel y sólo agua fría, con grifería convencional para ambas pozas.	2	Proyectado	Privado	4.00	8.00
2	C-10	Urinario de cerámica o loza vitrificada blanca, de pared, con grifería con válvula fluxométrica.	7	Proyectado	Privado	5.00	35.00
2	B-1a	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, agua fría y caliente.	3	Proyectado	Privado	2.00	6.00
2	B-1	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, solo agua fría.	2	Proyectado	Privado	2.00	4.00
2	B-9	Lavadero de acero inoxidable de 18"x20", agua fría y caliente, una poza y escurridor	5	Proyectado	Privado	2.00	10.00
2	S-75	Manguera de carrete retráctil (35 pies)	2	Proyectado	Privado	1.50	3.00
3	A-2a	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente.	13	Proyectado	Privado	0.75	9.75
3	A-5	Lavatorio de cerámica vitrificada (Ovalín), AF, de 18" de diámetro, temporizada.	4	Proyectado	Privado	0.75	3.00
3	A-5	Lavatorio de cerámica vitrificada (Ovalín), AF, de 18" de diámetro, temporizada.	7	Proyectado	Público	1.50	10.50
3	A-2	Lavatorio de cerámica vitrificada de 23" x 18", agua fría y caliente.	2	Proyectado	Público	1.50	3.00
3	A-3	Lavatorio de cerámica o loza vitrificada de 23" x 18", grifería convencional, solo agua fría.	4	Proyectado	Privado	0.75	3.00
3	A-3	Lavatorio de cerámica o loza vitrificada de 23" x 18", grifería convencional, solo agua fría.	1	Proyectado	Privado	1.50	1.50
3	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	7	Proyectado	Privado	6.00	42.00
3	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	6	Proyectado	Público	8.00	48.00
3	C-4b	Inodoro baby fresh.	2	Proyectado	Público	8.00	16.00
3	C-1a	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica para discapacitado.	1	Proyectado	Público	8.00	8.00
3	F-1	Salida de ducha de agua fría y caliente.	1	Proyectado	Privado	1.50	1.50
3	B-67	Lavadero de limpieza de mampostería de ladrillo revestido de cerámica, de dos pozas de diferente nivel y sólo agua fría, con grifería convencional para ambas pozas.	3	Proyectado	Privado	4.00	12.00
3	C-10	Urinario de cerámica o loza vitrificada blanca, de pared, con grifería con válvula fluxométrica.	5	Proyectado	Privado	5.00	25.00
3	B-1a	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, agua fría y caliente.	2	Proyectado	Privado	2.00	4.00
3	B-11	Lavadero de acero inoxidable 21" x 42" con porta grifería de una poza y un escurridor, agua fría y agua caliente.	2	Proyectado	Privado	2.00	4.00
3	B-9	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente.	2	Proyectado	Privado	2.00	4.00

3	B-12	Lavadero de acero inoxidable de 18"x55", agua fría y agua caliente, dos pozas y un escurridero, grifería cuello de ganso de agua fría y caliente, con control de codo muñeca.	1	Proyectado	Privado	2.00	2.00
3	S-75	Manguera de carrete retráctil (35 pies)	2	Proyectado	Privado	1.50	3.00
4	A-5	Lavatorio de cerámica vitrificada (Ovalín), AF, de 18" de diámetro, temporizada.	2	Proyectado	Público	1.50	3.00
4	A-2	Lavatorio de cerámica vitrificada de 23" x 18", agua fría y caliente.	1	Proyectado	Privado	0.75	0.75
4	A-3	Lavatorio de cerámica o loza vitrificada de 23" x 18", grifería convencional, solo agua fría.	11	Proyectado	Privado	0.75	8.25
4	A-3	Lavatorio de cerámica o loza vitrificada de 23" x 18", grifería convencional, solo agua fría.	1	Proyectado	Público	1.50	1.50
4	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	7	Proyectado	Privado	6.00	42.00
4	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	2	Proyectado	Público	8.00	16.00
4	C-1a	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica para discapacitado.	2	Proyectado	Privado	6.00	12.00
4	C-1a	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica para discapacitado.	1	Proyectado	Público	8.00	8.00
4	F-1	Salida de ducha de agua fría y caliente.	10	Proyectado	Privado	1.50	15.00
4	B-67	Lavadero de limpieza de mampostería de ladrillo revestido de cerámica, de dos pozas de diferente nivel y sólo agua fría, con grifería convencional para ambas pozas.	3	Proyectado	Privado	4.00	12.00
4	C-10	Urinario de cerámica o loza vitrificada blanca, de pared, con grifería con válvula fluxométrica.	4	Proyectado	Privado	5.00	20.00
4	B-1	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridero, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, solo agua fría.	2	Proyectado	Privado	2.00	4.00
4	B-9	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente.	6	Proyectado	Privado	2.00	12.00
4	B-9a	Lavadero de acero inoxidable con una poza y un escurridero, grifería cuello de ganso de agua fría y caliente, con control de codo muñeca.	1	Proyectado	Privado	2.00	2.00
4	B-12	Lavadero de acero inoxidable de 18"x55", agua fría y agua caliente, dos pozas y un escurridero, grifería cuello de ganso de agua fría y caliente, con control de codo muñeca.	2	Proyectado	Privado	2.00	4.00
4	B-102a	Lavadero de loza vitrificada o de acero inoxidable para cirujano, con grifería modelo cuello de ganso especial con control de rodilla cromada.	4	Proyectado	Privado	0.75	3.00
4	E-209	Pistola para lavado de coche.	1	Proyectado	Privado	1.50	1.50
4	B-50	Botadero clínico de loza vitrificada blanca con fluxómetro, control de pie agua fría y agua caliente para lavachatas	2	Proyectado	Privado	6.00	12.00
4	S-75	Manguera de carrete retráctil (35 pies)	3	Proyectado	Privado	1.50	4.50
5	A-2a	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente.	16	Proyectado	Privado	0.75	12.00
5	A-2	Lavatorio de cerámica vitrificada de 23" x 18", agua fría y caliente.	24	Proyectado	Privado	0.75	18.00
5	A-3	Lavatorio de cerámica o loza vitrificada de 23" x 18", grifería convencional, solo agua fría.	4	Proyectado	Privado	0.75	3.00
5	A-5	Lavatorio de cerámica vitrificada (Ovalín), AF, de 18" de diámetro, temporizada.	2	Proyectado	Público	1.50	3.00

5	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica	24	Proyectado	Privado	6.00	144.00
5	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica	2	Proyectado	Público	8.00	16.00
5	C-4b	Inodoro baby fresh	3	Proyectado	Privado	6.00	18.00
5	F-1	Salida de ducha de agua fría y caliente	9	Proyectado	Privado	1.50	13.50
5	F-8	Duchas de dos llaves para agua fría y caliente grifería mezcladora cromada tipo teléfono.	15	Proyectado	Privado	1.50	22.50
5	B-67	Lavadero de limpieza de mampostería de ladrillo revestido de cerámica, de dos pozas de diferente nivel y sólo agua fría, con grifería convencional para ambas pozas	4	Proyectado	Privado	4.00	16.00
5	B-69	Lavadero de una poza, de concreto o mampostería de ladrillo revestido con cerámica.	3	Proyectado	Privado	2.00	6.00
5	C-10	Urinario de cerámica o loza vitrificada blanca, de pared, con grifería con válvula fluxométrica	2	Proyectado	Privado	5.00	10.00
5	B-1a	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, agua fría y caliente.	3	Proyectado	Privado	2.00	6.00
5	B-1	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, solo agua fría	1	Proyectado	Privado	2.00	2.00
5	B-11	Lavadero de acero inoxidable 21" x 42" con porta grifería de una poza y un escurridor, agua fría y agua caliente	2	Proyectado	Privado	2.00	4.00
5	B-9	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente	9	Proyectado	Privado	2.00	18.00
5	B-100	Baño de artesa	2	Proyectado	Privado	1.50	3.00
5	B-50	Botadero clínico de loza vitrificada blanca con fluxómetro, control de pie agua fría y agua caliente para lavachatas	1	Proyectado	Privado	6.00	6.00
5	S-75	Manguera de carrete retráctil (35 pies)	1	Proyectado	Privado	1.50	1.50
5		Grifo de riego	1	Proyectado	Privado	1.50	1.50
							1395.25

Fuente: Elaboración propia.

Según el Método de Gastos Probables (Norma IS.010, Reglamento Nacional de Edificaciones)

Luego; la Máxima Demanda Simultanea de agua fría será equivalente a 9.53 lt/seg

Observación:

- El cuadro anterior presentado corresponde al criterio establecido por el Proyectista, valores que no son compartidos, puesto que se vienen considerado unidades hunter para equipos y para aparatos sanitarios juntos. Así mismo, los valores tomados por el proyectista para las unidades hunter de varios aparatos sanitarios es demasiado alta, por lo cual debió observarse y corregirse según el cuadro presentado líneas abajo. El cálculo de la máxima demanda simultanea Agua fría corregida será:

Tabla 23

Cálculo de la máxima demanda simultanea Agua fría - aparatos (corregido).

N° de piso	Código	Descripción	Cantidad	Condición	Uso	Parcial (UH)	Total (UH)
0	A-3	Lavatorio de cerámica o loza vitrificada de 23" x 18", grifería convencional, solo agua fría.	13	Proyectado	Privado	1.00	13.00
0	A-3	Lavatorio de cerámica o loza vitrificada de 23" x 18", grifería convencional, solo agua fría.	1	Proyectado	Público	2.00	2.00
0	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	11	Proyectado	Privado	3.00	33.00
0	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	1	Proyectado	Público	4.00	4.00
0	C-1a	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	2	Proyectado	Privado	3.00	6.00
0	F-1	Salida de ducha de agua fría y caliente.	12	Proyectado	Privado	1.50	18.00
0	B-9	Lavadero de acero inoxidable de 18"x20", agua fría y caliente, una poza y escurridor.	1	Proyectado	Privado	2.00	2.00
0	B-67	Lavadero de limpieza de mampostería de ladrillo revestido de cerámica, de dos pozas de diferente nivel y sólo agua fría, con grifería convencional para ambas pozas.	4	Proyectado	Privado	3.00	12.00
0	C-10	Urinario de cerámica o loza vitrificada blanca, de pared, con grifería con válvula fluxométrica.	6	Proyectado	Privado	2.50	15.00
0	B-1a	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, agua fría y caliente.	5	Proyectado	Privado	2.00	10.00
0	E-209	Pistola para lavado de coche.	4	Proyectado	Privado	1.50	6.00
0	S-75	Manguera de carrete retráctil (35 pies)	1	Proyectado	Privado	1.50	1.50
1	A-2a	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente.	3	Proyectado	Privado	0.75	2.25

1	A-3	Lavatorio de cerámica o loza vitrificada de 23" x 18", grifería convencional, solo agua fría.	13	Proyectado	Privado	1.00	13.00
1	A-3	Lavatorio de cerámica o loza vitrificada de 23" x 18", grifería convencional, solo agua fría.	1	Proyectado	Público	1.00	1.00
1	A-5	Lavatorio de cerámica vitrificada (Ovalín), AF, de 18" de diámetro, temporizada.	2	Proyectado	Público	2.00	4.00
1	A-5	Lavatorio de cerámica vitrificada (Ovalín), AF, de 18" de diámetro, temporizada.	3	Proyectado	Privado	1.00	3.00
1	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	14	Proyectado	Privado	3.00	42.00
1	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	2	Proyectado	Público	4.00	8.00
1	F-1	Salida de ducha de agua fría y caliente.	9	Proyectado	Privado	1.50	13.50
1	B-67	Lavadero de limpieza de mampostería de ladrillo revestido de cerámica, de dos pozas de diferente nivel y sólo agua fría, con grifería convencional para ambas pozas.	4	Proyectado	Privado	3.00	12.00
1	C-1a	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	2	Proyectado	Privado	3.00	6.00
1	C-1a	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	1	Proyectado	Público	4.00	4.00
1	C-10	Urinario de cerámica o loza vitrificada blanca, de pared, con grifería con válvula fluxométrica.	6	Proyectado	Privado	2.50	15.00
1	B-1a	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, agua fría y caliente.	1	Proyectado	Privado	2.00	2.00
1	B-1	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, solo agua fría.	2	Proyectado	Privado	2.00	4.00
1	B-11	Lavadero de acero inoxidable 21" x 42" con porta grifería de una poza y un escurridor, agua fría y agua caliente.	5	Proyectado	Privado	2.00	10.00
1	B-9	Lavadero de acero inoxidable de 18"x20", agua fría y caliente, una poza y escurridor.	4	Proyectado	Privado	2.00	8.00
1	E-209	Pistola para lavado de coche.	1	Proyectado	Privado	1.50	1.50
1	B-50	Botadero clínico de loza vitrificada blanca con fluxómetro, control de pie agua fría y agua caliente para lavachatas.	1	Proyectado	Privado	6.00	6.00
1	S-75	Manguera de carrete retráctil (35 pies)	3	Proyectado	Privado	1.50	4.50
1	LF-15	Mesa de entrada con poza de 1.20m	1	Proyectado	Privado	3.00	3.00
1	LE-10	Lavadero de acero inoxidable de 1 poza de 0.50x0.50 con escurridor lateral de 1.20m	1	Proyectado	Privado	2.00	2.00
1	LE-24	Lavadero de acero inoxidable de 2 pozas de 0.50x0.50 cm con doble escurridor lateral; 2.40m.	1	Proyectado	Privado	2.00	2.00
1	E-90	Máquina eléctrica peladora de papas.	1	Proyectado	Privado	2.00	2.00
1	LE-12	Lavadero de acero inoxidable de 1 poza de 0.50x0.50 con escurridor lateral de 1.20m	3	Proyectado	Privado	2.00	6.00
2	A-2a	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente.	1	Proyectado	Privado	0.75	0.75
2	A-5	Lavatorio de cerámica vitrificada (Ovalín), AF, de 18" de diámetro, temporizada.	8	Proyectado	Privado	1.00	8.00
2	A-5	Lavatorio de cerámica vitrificada (Ovalín), AF, de 18" de diámetro, temporizada.	6	Proyectado	Público	2.00	12.00

2	A-2	Lavatorio de cerámica vitrificada de 23" x 18", agua fría y caliente.	2	Proyectado	Privado	0.75	1.50
2	A-3	Lavatorio de cerámica o loza vitrificada de 23" x 18", grifería convencional, solo agua fría.	3	Proyectado	Privado	1.00	3.00
2	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	10	Proyectado	Privado	3.00	30.00
2	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	4	Proyectado	Público	4.00	16.00
2	C-1a	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	3	Proyectado	Privado	3.00	9.00
2	C-1a	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	2	Proyectado	Público	4.00	8.00
2	F-1	Salida de ducha de agua fría y caliente.	7	Proyectado	Privado	1.50	10.50
2	B-67	Lavadero de limpieza de mampostería de ladrillo revestido de cerámica, de dos pozas de diferente nivel y sólo agua fría, con grifería convencional para ambas pozas.	2	Proyectado	Privado	3.00	6.00
2	C-10	Urinario de cerámica o loza vitrificada blanca, de pared, con grifería con válvula fluxométrica.	7	Proyectado	Privado	2.50	17.50
2	B-1a	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, agua fría y caliente.	3	Proyectado	Privado	2.00	6.00
2	B-1	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, solo agua fría.	2	Proyectado	Privado	2.00	4.00
2	B-9	Lavadero de acero inoxidable de 18"x20", agua fría y caliente, una poza y escurridor	5	Proyectado	Privado	2.00	10.00
2	S-75	Manguera de carrete retráctil (35 pies)	2	Proyectado	Privado	1.50	3.00
3	A-2a	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente.	13	Proyectado	Privado	0.75	9.75
3	A-5	Lavatorio de cerámica vitrificada (Ovalín), AF, de 18" de diámetro, temporizada.	4	Proyectado	Privado	1.00	4.00
3	A-5	Lavatorio de cerámica vitrificada (Ovalín), AF, de 18" de diámetro, temporizada.	7	Proyectado	Público	2.00	14.00
3	A-2	Lavatorio de cerámica vitrificada de 23" x 18", agua fría y caliente.	2	Proyectado	Público	1.50	3.00
3	A-3	Lavatorio de cerámica o loza vitrificada de 23" x 18", grifería convencional, solo agua fría.	4	Proyectado	Privado	1.00	4.00
3	A-3	Lavatorio de cerámica o loza vitrificada de 23" x 18", grifería convencional, solo agua fría.	1	Proyectado	Privado	2.00	2.00
3	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	7	Proyectado	Privado	3.00	21.00
3	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	6	Proyectado	Público	4.00	24.00
3	C-4b	Inodoro baby fresh.	2	Proyectado	Público	4.00	8.00
3	C-1a	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica para discapacitado.	1	Proyectado	Público	4.00	4.00
3	F-1	Salida de ducha de agua fría y caliente.	1	Proyectado	Privado	1.50	1.50
3	B-67	Lavadero de limpieza de mampostería de ladrillo revestido de cerámica, de dos pozas de diferente nivel y sólo agua fría, con grifería convencional para ambas pozas.	3	Proyectado	Privado	3.00	9.00
3	C-10	Urinario de cerámica o loza vitrificada blanca, de pared, con grifería con válvula fluxométrica.	5	Proyectado	Privado	2.50	12.50

3	B-1a	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, agua fría y caliente.	2	Proyectado	Privado	2.00	4.00
3	B-11	Lavadero de acero inoxidable 21" x 42" con porta grifería de una poza y un escurridor, agua fría y agua caliente.	2	Proyectado	Privado	2.00	4.00
3	B-9	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente.	2	Proyectado	Privado	2.00	4.00
3	B-12	Lavadero de acero inoxidable de 18"x55", agua fría y agua caliente, dos pozas y un escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría y caliente, con control de codo muñeca.	1	Proyectado	Privado	2.00	2.00
3	S-75	Manguera de carrete retráctil (35 pies)	2	Proyectado	Privado	1.50	3.00
4	A-5	Lavatorio de cerámica vitrificada (Ovalín), AF, de 18" de diámetro, temporizada.	2	Proyectado	Público	2.00	4.00
4	A-2	Lavatorio de cerámica vitrificada de 23" x 18", agua fría y caliente.	1	Proyectado	Privado	0.75	0.75
4	A-3	Lavatorio de cerámica o loza vitrificada de 23" x 18", grifería convencional, solo agua fría.	11	Proyectado	Privado	1.00	11.00
4	A-3	Lavatorio de cerámica o loza vitrificada de 23" x 18", grifería convencional, solo agua fría.	1	Proyectado	Público	2.00	2.00
4	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	7	Proyectado	Privado	3.00	21.00
4	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	2	Proyectado	Público	4.00	8.00
4	C-1a	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica para discapacitado.	2	Proyectado	Privado	3.00	6.00
4	C-1a	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica para discapacitado.	1	Proyectado	Público	4.00	4.00
4	F-1	Salida de ducha de agua fría y caliente.	10	Proyectado	Privado	1.50	15.00
4	B-67	Lavadero de limpieza de mampostería de ladrillo revestido de cerámica, de dos pozas de diferente nivel y sólo agua fría, con grifería convencional para ambas pozas.	3	Proyectado	Privado	3.00	9.00
4	C-10	Urinario de cerámica o loza vitrificada blanca, de pared, con grifería con válvula fluxométrica.	4	Proyectado	Privado	2.50	10.00
4	B-1	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, solo agua fría.	2	Proyectado	Privado	2.00	4.00
4	B-9	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente.	6	Proyectado	Privado	2.00	12.00
4	B-9a	Lavadero de acero inoxidable con una poza y un escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría y caliente, con control de codo muñeca.	1	Proyectado	Privado	2.00	2.00
4	B-12	Lavadero de acero inoxidable de 18"x55", agua fría y agua caliente, dos pozas y un escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría y caliente, con control de codo muñeca.	2	Proyectado	Privado	2.00	4.00
4	B-102a	Lavadero de loza vitrificada o de acero inoxidable para cirujano, con grifería modelo cuello de ganso especial con control de rodilla cromada.	4	Proyectado	Privado	0.75	3.00
4	E-209	Pistola para lavado de coche.	1	Proyectado	Privado	1.50	1.50
4	B-50	Botadero clínico de loza vitrificada blanca con fluxómetro, control de pie agua fría y agua caliente para lavachatas	2	Proyectado	Privado	6.00	12.00
4	S-75	Manguera de carrete retráctil (35 pies)	3	Proyectado	Privado	1.50	4.50

5	A-2a	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente.	16	Proyectado	Privado	0.75	12.00
5	A-2	Lavatorio de cerámica vitrificada de 23" x 18", agua fría y caliente.	24	Proyectado	Privado	0.75	18.00
5	A-3	Lavatorio de cerámica o loza vitrificada de 23" x 18", grifería convencional, solo agua fría.	4	Proyectado	Privado	1.00	4.00
5	A-5	Lavatorio de cerámica vitrificada (Ovalín), AF, de 18" de diámetro, temporizada.	2	Proyectado	Público	2.00	4.00
5	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica	24	Proyectado	Privado	3.00	72.00
5	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica	2	Proyectado	Público	4.00	8.00
5	C-4b	Inodoro baby fresh	3	Proyectado	Privado	6.00	18.00
5	F-1	Salida de ducha de agua fría y caliente	9	Proyectado	Privado	1.50	13.50
5	F-8	Duchas de dos llaves para agua fría y caliente grifería mezcladora cromada tipo teléfono.	15	Proyectado	Privado	1.50	22.50
5	B-67	Lavadero de limpieza de mampostería de ladrillo revestido de cerámica, de dos pozas de diferente nivel y sólo agua fría, con grifería convencional para ambas pozas	4	Proyectado	Privado	3.00	12.00
5	B-69	Lavadero de una poza, de concreto o mampostería de ladrillo revestido con cerámica.	3	Proyectado	Privado	2.00	6.00
5	C-10	Urinario de cerámica o loza vitrificada blanca, de pared, con grifería con válvula fluxométrica	2	Proyectado	Privado	2.50	5.00
5	B-1a	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, agua fría y caliente.	3	Proyectado	Privado	2.00	6.00
5	B-1	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, solo agua fría	1	Proyectado	Privado	2.00	2.00
5	B-11	Lavadero de acero inoxidable 21" x 42" con porta grifería de una poza y un escurridor, agua fría y agua caliente	2	Proyectado	Privado	2.00	4.00
5	B-9	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente	9	Proyectado	Privado	2.00	18.00
5	B-100	Baño de artesa	2	Proyectado	Privado	1.50	3.00
5	B-50	Botadero clínico de loza vitrificada blanca con fluxómetro, control de pie agua fría y agua caliente para lavachatas	1	Proyectado	Privado	6.00	6.00
5	S-75	Manguera de carrete retráctil (35 pies)	1	Proyectado	Privado	1.50	1.50
5		Grifo de riego	1	Proyectado	Privado	1.50	1.50
							945.00

Fuente: Elaboración propia.

Según el Método de Gastos Probables (Norma IS.010, Reglamento Nacional de Edificaciones)

La Máxima Demanda de agua fría por aparatos sanitarios será equivalente a: 7.59 lt/seg

- Luego, para lo equipos que requieren de agua fría será:

Tabla 24

Cálculo de la máxima demanda simultanea Agua fría – Equipos (corregido).

N° de piso	Código	Descripción	Cantidad	Demanda de agua del equipo (Lts/Seg.)	Ciclos por día	Ciclo de duración (Minutos)	Demanda de agua (Litros/día)
0	D-211a	Unidad de tratamiento de residuos hospitalarios con pre triturado.	1	0.08	2	50.00	480.00
0	LA-18	Lavadora centrifuga automática de 2 puertas (barrera sanitaria) industrial 18 Kg.	1	0.3	4	12.00	864.00
0	LA-25	Lavadora centrifuga automática de 2 puertas (barrera sanitaria) industrial 25 Kg.	1	0.51	4	11.00	1346.40
0	M-151a	Mesa de autopsia para lavado de cadáveres.	1	0.12	6	40.00	1728.00
1	E-90	Máquina eléctrica peladora de papas.	1	0.285	1	10.00	171.00
				1.295			4109.40

Fuente: Elaboración propia.

Luego; la Máxima Demanda de agua fría por Equipos de los equipos será: 1.295 lt/seg

Dando un factor de simultaneidad (define la simultaneidad en el uso de los equipos que requieren

de agua fría en un determinado momento) asumido: 10 %

Luego; la Máxima Demanda Simultanea de agua fría de los equipos será: $1.295 \times 0.1 = 0.1295$ lt/seg

Por lo tanto, la Máxima Demanda Simultanea Total de agua fría será igual a:

$$\text{Máxima Demanda Simultanea Total} = \text{Máxima Demanda de agua fría por aparatos sanitarios} + \text{Máxima Demanda Simultanea de agua fría de los equipos}$$

$$\text{Máxima Demanda Simultanea Total de agua fría: } \dots\dots\dots 7.59 + 0.1295 = 7.72 \text{ lt/seg}$$

MÁXIMA DEMANDA SIMULTÁNEA DE AGUA CALIENTE

Para la determinación de la máxima demanda simultánea se requiere utilizar el método de Hunter.

Tabla 25

Aparatos sanitarios y equipos con respectivas unidades hunter (contractual).

Aparatos sanitarios / Equipos	Privado	Público
Lavamanos	0.75	1.50
Lavadero Cocina (B-9 y B-9a)	2.00	3.00
Lavadero de Ropa	2.00	2.00
Ducha	1.50	3.00
Lavachata	2.00	2.00
Esterilizador con generador eléctrico a vapor de 50-70 litros	2.00	2.00
Esterilizador con generador eléctrico a vapor de 200 litros	3.00	3.00
Lavador Desinfectador c/barrera Sanit.	3.00	3.00
Tina Hidroterapia Miembro Superior	14.00	14.00
Tina Hidroterapia Miembro Inferior	14.00	14.00
Botadero Clínico con fluxómetro	2.00	2.00
Lavadero de cocina de 03 pozas (B-18a)	6.00	6.00
Lavadero c/trampa de Yeso (B-45)	2.00	2.00
Lavador Automático de Vajilla	6.00	6.00
Marmita a Gas de 100 lts		7.00
Lavadora centrífuga automática de 2 puertas (barrera sanitaria) industrial 13 Kg.	7.00	7.00
Lavadora Centrífuga de ropa a Vapor 50 kg	20.00	20.00
Baño María de 10 a 15 litros	1.50	1.50
Baño María de 20 a 25 litros	2.00	2.00

Fuente: Elaboración propia.

Observaciones:

- Los valores de las unidades hunter presentados en el cuadro anterior corresponde al criterio establecido por el Proyectista, valores que no son compartidos, puesto que se vienen considerado unidades hunter para equipos que ya cuentan con una demanda de agua y con un número de uso determinado por día, como son la lavadora centrifuga automática de 2 puertas y el botadero clínico con fluxómetro. Así mismo, los valores tomados por el proyectista para las unidades hunter de varios aparatos sanitarios es demasiado alta, por lo cual debió observarse y corregirse según el cuadro presentado líneas abajo.
- Las unidades hunter considerados para algunos aparatos sanitarios debieron de ser modificado en relación al cuadro presentado por el Proyectista. Por ejemplo, para los equipos Lavadero de acero inoxidable de 2 pozas esta debió tener 2 U.H. y no 3 U.H. cómo se indica en la tabla N°5.
- El cálculo para la máxima demanda simultanea deberá ser la suma de la máxima demanda de los aparatos sanitarios más la de los equipos, para lo cual se deberá tener en consideración el factor de simultaneidad para el uso de los equipos, considerándose un factor del 10% respecto a su demanda hallada.

Tabla 26

Aparatos sanitarios y equipos con respectivas unidades hunter (corregido).

Aparatos sanitarios / Equipos	Privado	Público
Lavamanos	0.75	1.50
Lavadero Cocina (B-9 y B-9a)	2.00	3.00
Lavadero de Ropa	2.00	----
Ducha	1.50	----
Lavachata	2.00	----
Esterilizador con generador eléctrico a vapor de 50-70 litros	2.00	----
Esterilizador con generador eléctrico a vapor de 200 litros	3.00	----
Lavador Desinfectador c/barrera Sanit.	3.00	----
Botadero Clínico con fluxómetro	2.00	----
Lavadero de cocina de 02 pozas (LE-24)	2.00	----
Lavadero c/trampa de Yeso (B-45)	2.00	----

Fuente: Elaboración propia.

MÁXIMA DEMANDA SIMULTÁNEA DE AGUA CALIENTE A 55°C

Para el sistema de agua caliente, se estimó una máxima demanda simultánea de:

Tabla 27

Cálculo de la máxima demanda simultanea Agua caliente 55°C (contractual).

N° de piso	Código	Descripción	Cantidad	Condición	Uso	Parcial (UH)	Total (UH)
0	F-1	Salida de ducha de agua fría y caliente.	12	Proyectado	Privado	1.50	18.00
0	B-1a	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, agua fría y caliente.	5	Proyectado	Privado	2.00	10.00
0	B-9	Lavadero de acero inoxidable de 18"x20", agua fría y caliente, una poza y escurridor.	1	Proyectado	Privado	1.50	4.50
0	E-209	Pistola para lavado de coche.	3	Proyectado	Privado	1.50	6.00
1	A-2a	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente.	3	Proyectado	Privado	1.00	3.00
1	F-1	Salida de ducha de agua fría y caliente.	9	Proyectado	Privado	1.50	13.50
1	B-1a	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, agua fría y caliente.	1	Proyectado	Privado	2.00	2.00
1	B-11	Lavadero de acero inoxidable 21" x 42" con porta grifería de una poza y un escurridor, agua fría y agua caliente.	5	Proyectado	Privado	2.00	10.00
1	B-9	Lavadero de acero inoxidable de 18"x20", agua fría y caliente, una poza y escurridor.	4	Proyectado	Privado	2.00	8.00
1	LF-15	Mesa de entrada con poza de 1.20m	1	Proyectado	Privado	3.00	3.00
1	LE-10	Lavadero de acero inoxidable de 1 poza de 0.50x0.50 con escurridor lateral de 1.20m	1	Proyectado	Privado	3.00	3.00
1	LE-24	Lavadero de acero inoxidable de 2 poza de 0.50x0.50 cm con doble escurridor lateral; 2.40m.	1	Proyectado	Privado	3.00	3.00
1	LE-12	Lavadero de acero inoxidable de 1 poza de 0.50x0.50 con escurridor lateral de 1.20m	3	Proyectado	Privado	2.00	6.00
2	A-2a	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente.	1	Proyectado	Privado	1.00	1.00
2	A-2	Lavatorio de cerámica vitrificada de 23" x 18", agua fría y caliente.	1	Proyectado	Privado	1.00	1.00
2	F-1	Salida de ducha de agua fría y caliente.	7	Proyectado	Privado	1.50	10.50
2	B-1a	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, agua fría y caliente.	3	Proyectado	Privado	2.00	6.00
2	B-9	Lavadero de acero inoxidable de 18"x20", agua fría y caliente, una poza y escurridor	5	Proyectado	Privado	2.00	10.00
3	A-2a	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente.	13	Proyectado	Privado	1.00	13.00
3	A-2	Lavatorio de cerámica vitrificada de 23" x 18", agua fría y caliente.	2	Proyectado	Público	1.50	3.00
3	F-1	Salida de ducha de agua fría y caliente.	1	Proyectado	Privado	1.50	1.50

3	B-1a	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridero, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, agua fría y caliente.	2	Proyectado	Privado	2.00	4.00
3	B-11	Lavadero de acero inoxidable 21" x 42" con porta grifería de una poza y un escurridero, agua fría y agua caliente.	2	Proyectado	Privado	2.00	4.00
3	B-9	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente.	2	Proyectado	Privado	2.00	4.00
3	B-12	Lavadero de acero inoxidable de 18"x55", agua fría y agua caliente, dos pozas y un escurridero, grifería cuello de ganso de agua fría y caliente, con control de codo muñeca.	1	Proyectado	Privado	2.00	2.00
4	A-2	Lavatorio de cerámica vitrificada de 23" x 18", agua fría y caliente.	1	Proyectado	Privado	1.00	1.00
4	F-1	Salida de ducha de agua fría y caliente.	10	Proyectado	Privado	1.50	15.00
4	B-9	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente.	6	Proyectado	Privado	2.00	12.00
4	B-9a	Lavadero de acero inoxidable con una poza y un escurridero, grifería cuello de ganso de agua fría y caliente, con control de codo muñeca.	1	Proyectado	Privado	2.00	2.00
4	B-12	Lavadero de acero inoxidable de 18"x55", agua fría y agua caliente, dos pozas y un escurridero, grifería cuello de ganso de agua fría y caliente, con control de codo muñeca.	2	Proyectado	Privado	2.00	4.00
4	B-102a	Lavadero de loza vitrificada o de acero inoxidable para cirujano, con grifería modelo cuello de ganso especial con control de rodilla cromada.	4	Proyectado	Privado	0.75	3.00
5	A-2a	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente.	16	Proyectado	Privado	1.00	16.00
5	A-2	Lavatorio de cerámica vitrificada de 23" x 18", agua fría y caliente.	22	Proyectado	Privado	1.00	22.00
5	F-1	Salida de ducha de agua fría y caliente	9	Proyectado	Privado	1.50	13.50
5	F-8	Duchas de dos llaves para agua fría y caliente grifería mezcladora cromada tipo teléfono.	15	Proyectado	Privado	1.50	22.50
5	B-1a	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridero, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, agua fría y caliente.	3	Proyectado	Privado	2.00	6.00
5	B-11	Lavadero de acero inoxidable 21" x 42" con porta grifería de una poza y un escurridero, agua fría y agua caliente	2	Proyectado	Privado	2.00	4.00
5	B-9	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente	9	Proyectado	Privado	2.00	18.00
							285.00

Fuente: Elaboración propia.

Según el Método de Gastos Probables (Norma IS.010, Reglamento Nacional de Edificaciones)

Luego; la MDS de agua caliente de 55°C será equivalente a 3.99 lt/seg

Observación:

El cálculo de la máxima demanda simultanea de Agua caliente de 55°C corregida será:

Tabla 28

Cálculo de la máxima demanda simultanea Agua caliente 55°C (corregido).

N° de piso	Código	Descripción	Cantidad	Condición	Uso	Parcial (UH)	Total (UH)
0	F-1	Salida de ducha de agua fría y caliente.	12	Proyectado	Privado	1.50	18.00
0	B-1a	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, agua fría y caliente.	5	Proyectado	Privado	2.00	10.00
0	B-9	Lavadero de acero inoxidable de 18"x20", agua fría y caliente, una poza y escurridor.	1	Proyectado	Privado	2.00	2.00
0	E-209	Pistola para lavado de coche.	3	Proyectado	Privado	1.50	4.50
1	A-2a	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente.	3	Proyectado	Privado	0.75	2.25
1	F-1	Salida de ducha de agua fría y caliente.	9	Proyectado	Privado	1.50	13.50
1	B-1a	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, agua fría y caliente.	1	Proyectado	Privado	2.00	2.00
1	B-11	Lavadero de acero inoxidable 21" x 42" con porta grifería de una poza y un escurridor, agua fría y agua caliente.	5	Proyectado	Privado	2.00	10.00
1	B-9	Lavadero de acero inoxidable de 18"x20", agua fría y caliente, una poza y escurridor.	4	Proyectado	Privado	2.00	8.00
1	B-50	Botadero clínico de loza vitrificada blanca con fluxómetro, control de pie agua fría y agua caliente para lavachatas	1	Proyectado	Privado	2.00	2.00
1	LF-15	Mesa de entrada con poza de 1.20m	1	Proyectado	Privado	2.00	2.00
1	LE-10	Lavadero de acero inoxidable de 1 poza de 0.50x0.50 con escurridor lateral de 1.20m	1	Proyectado	Privado	2.00	2.00
1	LE-24	Lavadero de acero inoxidable de 2 poza de 0.50x0.50 cm con doble escurridor lateral; 2.40m.	1	Proyectado	Privado	2.00	2.00
1	LE-12	Lavadero de acero inoxidable de 1 poza de 0.50x0.50 con escurridor lateral de 1.20m	3	Proyectado	Privado	2.00	6.00
2	A-2a	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente.	1	Proyectado	Privado	0.75	0.75
2	A-2	Lavatorio de cerámica vitrificada de 23" x 18", agua fría y caliente.	1	Proyectado	Privado	0.75	0.75
2	F-1	Salida de ducha de agua fría y caliente.	7	Proyectado	Privado	1.50	10.50

2	B-1a	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridero, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, agua fría y caliente.	3	Proyectado	Privado	2.00	6.00
2	B-9	Lavadero de acero inoxidable de 18"x20", agua fría y caliente, una poza y escurridero	5	Proyectado	Privado	2.00	10.00
3	A-2a	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente.	13	Proyectado	Privado	0.75	9.75
3	A-2	Lavatorio de cerámica vitrificada de 23" x 18", agua fría y caliente.	2	Proyectado	Público	0.75	1.50
3	F-1	Salida de ducha de agua fría y caliente.	1	Proyectado	Privado	1.50	1.50
3	B-1a	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridero, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, agua fría y caliente.	2	Proyectado	Privado	2.00	4.00
3	B-11	Lavadero de acero inoxidable 21" x 42" con porta grifería de una poza y un escurridero, agua fría y agua caliente.	2	Proyectado	Privado	2.00	4.00
3	B-9	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente.	2	Proyectado	Privado	2.00	4.00
3	B-12	Lavadero de acero inoxidable de 18"x55", agua fría y agua caliente, dos pozas y un escurridero, grifería cuello de ganso de agua fría y caliente, con control de codo muñeca.	1	Proyectado	Privado	2.00	2.00
4	A-2	Lavatorio de cerámica vitrificada de 23" x 18", agua fría y caliente.	1	Proyectado	Privado	1.00	1.00
4	F-1	Salida de ducha de agua fría y caliente.	10	Proyectado	Privado	1.50	15.00
4	B-9	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente.	6	Proyectado	Privado	2.00	12.00
4	B-9a	Lavadero de acero inoxidable con una poza y un escurridero, grifería cuello de ganso de agua fría y caliente, con control de codo muñeca.	1	Proyectado	Privado	2.00	2.00
4	B-12	Lavadero de acero inoxidable de 18"x55", agua fría y agua caliente, dos pozas y un escurridero, grifería cuello de ganso de agua fría y caliente, con control de codo muñeca.	2	Proyectado	Privado	2.00	4.00
4	B-50	Botadero clínico de loza vitrificada blanca con fluxómetro, control de pie agua fría y agua caliente para lavachatas	2	Proyectado	Privado	2.00	4.00
4	B-102a	Lavadero de loza vitrificada o de acero inoxidable para cirujano, con grifería modelo cuello de ganso especial con control de rodilla cromada.	4	Proyectado	Privado	2.00	8.00
5	A-2a	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente.	16	Proyectado	Privado	0.75	12.00
5	A-2	Lavatorio de cerámica vitrificada de 23" x 18", agua fría y caliente.	22	Proyectado	Privado	1.00	22.00
5	F-1	Salida de ducha de agua fría y caliente	9	Proyectado	Privado	1.50	13.50
5	F-8	Duchas de dos llaves para agua fría y caliente grifería mezcladora cromada tipo teléfono.	15	Proyectado	Privado	1.50	22.50
5	B-1a	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridero, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, agua fría y caliente.	3	Proyectado	Privado	2.00	6.00
5	B-11	Lavadero de acero inoxidable 21" x 42" con porta grifería de una poza y un escurridero, agua fría y agua caliente	2	Proyectado	Privado	2.00	4.00
5	B-9	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente	9	Proyectado	Privado	2.00	18.00

5	B-50	Botadero clínico de loza vitrificada blanca con fluxómetro, control de pie agua fría y agua caliente para lavachatas	1	Proyectado	Privado	2.00	2.00
							285.00

Fuente: Elaboración propia.

Según el Método de Gastos Probables (Norma IS.010, Reglamento Nacional de Edificaciones)

La Máxima Demanda de agua caliente de 55°C aparatos sanitarios será equivalente a:..... 3.11 lt/seg

- Luego, para lo equipos que requieren de agua caliente a 55°C será:

Tabla 29

Demanda de equipos que requieren de agua caliente a 55°C (corregido).

N° de piso	Código	Descripción	Cantidad	Demanda de agua del equipo (Lts/seg.)	Ciclos por día	Ciclos de duración (Minutos)	Demanda de agua (Litros/Día)
0	M-151a	Mesa de autopsia para lavado de cadáveres.	1	0.120	6	40.00	1728.00
1	D-220	Lavadora automática de chatas.	1	1.000	3	5.00	900.00
4	D-220	Lavadora automática de chatas.	2	1.000	4	5.00	2400.00
4	E-201	Lavador desinfectador de 2 puertas.	1	0.139	4	20.00	667.20
5	B-100	Baño de artesa.	2	0.120	6	10.00	864.00
5	D-220	Lavadora automática de chatas.	1	1.000	6	5.00	1800.00
				3.379			8359.2

Fuente: Elaboración propia.

Luego; la Máxima Demanda de agua caliente a 55°C por Equipos de los equipos será: 3.38 lt/seg

Dando un factor de simultaneidad (define la simultaneidad en el uso de los equipos que requieren

de agua caliente a 55°C en un determinado momento) asumido: 10 %

Luego; la Máxima Demanda Simultanea de agua caliente a 55°C de los equipos será: $3.38 \times 0.1 = 0.34$ lt/seg

Por lo tanto, la Máxima Demanda Simultanea Total de agua caliente a 55°C será igual a:

Máxima Demanda Simultanea Total = Máxima Demanda de agua caliente por aparatos sanitarios + Máxima Demanda Simultanea de agua caliente de los equipos

Máxima Demanda Simultanea Total de agua caliente a 55°C: $3.11 + 0.34 = 3.45$ lt/seg

MÁXIMA DEMANDA SIMULTÁNEA DE AGUA CALIENTE A 80°C

Para el sistema de agua caliente, se estimó una máxima demanda simultánea de:

Tabla 30

Cálculo de máxima demanda simultanea Agua caliente 80°C (contractual).

Nivel de piso	Código	Descripción	Cantidad	Condición	Parcial U.H.	Total U.H.
0	LA-18	Lavadora centrifuga automatica de 2 puertas (barrera sanitaria) industrial 18 Kg.	1	Proyectado	10	10
0	LA-25	Lavadora centrifuga automatica de 2 puertas (barrera sanitaria) industrial 25 Kg.	1	Proyectado	10	10
1	E-87	Lavadora industrial de vajillas eléctrica	1	Proyectado	6	6
1	E-91	Marmita volcable de 50 litros mínimo	1	Proyectado	4	4
1	E-93	Marmita volcable de 80 litros mínimo	1	Proyectado	7	7
						37.00

Fuente: Elaboración propia.

Según el Método de Gastos Probables (Norma IS.010, Reglamento Nacional de Edificaciones)

Luego; la MDS de agua caliente de 80°C será equivalente a: 1.69 lt/seg

Observaciones:

- Al verificarse que el equipamiento que requieren de agua caliente a 80°C son todos equipos especiales, la determinación de la máxima demanda simultanea debió calcularse hallando la máxima demanda de cada uno de estos equipos especiales, además se deberá tener en consideración el factor de simultaneidad para el uso de los equipos, considerándose un factor del 10% respecto a su demanda hallada.
- Luego, para lo equipos que requieren de agua caliente a 80°C será:

Tabla 31

Demanda de equipos que requieren agua caliente a 80°C (corregido).

N° de piso	Código	Descripción	Cantidad	Demanda de agua del equipo (Lts/seg.)	Ciclos por día	Ciclos de duración (Minutos)	Demanda de agua (Litros/Día)
0	LA-18	Lavadora centrifuga automática de 2 puertas (barrera sanitaria) industrial 18 Kg.	1	0.300	4	12.00	864.00
0	LA-25	Lavadora centrifuga automática de 2 puertas (barrera sanitaria) industrial 25 Kg.	1	0.510	4	11.00	1346.40
1	E-87	Lavadora industrial de vajillas eléctrica.	1	0.285	5	3.00	256.50
1	E-91	Marmita volcable de 50 litros mínimo.	1	0.285	2	3.00	102.60
1	E-93	Marmita volcable de 80 litros mínimo.	1	0.285	2	3.00	102.60
				1.665			2672.10

Fuente: Elaboración propia.

Luego; la Máxima Demanda de agua caliente a 80°C

Por los equipos será: 1.67 lt/seg

Dando un factor de simultaneidad (define la simultaneidad en el uso de los equipos que requieren de agua caliente a 80°C en un determinado momento) asumido: 10 %

Luego; la Máxima Demanda Simultanea de agua caliente a 80°C de los equipos será: $1.67 \times 0.1 = 0.17$ lt/seg

MÁXIMA DEMANDA SIMULTÁNEA DE AGUA BLANDA

Para la determinación de la máxima demanda simultánea se requiere utilizar el método de Hunter.

Tabla 32

Aparatos sanitarios y equipos con sus unidades hunter (contractual).

Aparatos sanitarios / Equipos	Privado
Lavador automático de chatas	2.00
Destilador de agua de 4 lph	1.00
Lavador desinfectador c/barrera sanitaria	4.00
Lavador ultrasónico de instrumental quirúrgico	2.00
Esterilizador con generador eléctrico a vapor de 20-30-40 litros	1.50
Esterilizador con generador eléctrico a vapor de 50-100 litros	2.00
Esterilizador con generador eléctrico a vapor de 200 litros	3.00
Esterilizador a vapor de red de 600 lps	8.00
Silla Dental	1.00
Lavador Automático de Vajilla	6.00
Unidad de tratamiento de residuos hospitalarios	6.00
Caldero	38.00
Baño María de 10 a 15 litros	1.50
Baño María de 20 a 25 litros	2.00
Lavadora Centríf. De Ropa a Vapor 25 kg	15.00
Lavadora Centríf. De Ropa a Vapor 50 kg	30.00
Lavadora centrifuga automática de 2 puertas (barrera sanitaria) industrial 13 Kg.	6.00

Fuente: Elaboración propia.

Observaciones:

- El cálculo para la máxima demanda simultanea deberá ser la suma de la máxima demanda de los aparatos sanitarios más la de los equipos, para lo cual se deberá tener en consideración el factor de simultaneidad para el uso de los equipos, considerándose un factor del 10% respecto a su demanda hallada.

Tabla 33

Cálculo de la máxima demanda simultanea Agua blanda (contractual).

Código	Nivel de piso	Cantidad	Descripción	Condición	Uso	Parcial (UH)	Total (UH)
D-212	1	2	Esterilizador con generador eléctrico de vapor de 20 litros	Proyectado	Privado	1.50	3.00
E-54	1	1	Prensa industrial.	Proyectado	Privado	4.00	4.00
E-130	2	1	Bidestilador de agua 4 litros/h	Proyectado	Privado	1.00	1.00
E-131	2	2	Bidestilador de agua 8 litros/h	Proyectado	Privado	2.00	4.00
E-93	1	1	Marmita volcable de 80 litros mínimo.	Proyectado	Privado	6.00	6.00
E-91	1	1	Marmita volcable de 50 litros mínimo.	Proyectado	Privado	4.00	4.00
E-85	1	1	Grupo de cocción marmitas de 20/40/60 litros.	Proyectado	Privado	9.00	9.00
E-87	1	1	Lavadora industrial de vajillas eléctrica.	Proyectado	Privado	6.00	6.00
D-211a	1	1	Unidad de tratamiento de residuos hospitalarios	Proyectado	Privado	10.00	10.00
D-214	2	4	Esterilizador con generador eléctrico de vapor de 40 litros	Proyectado	Privado	1.50	6.00
D-215	2	2	Esterilizador con generador eléctrico de vapor (dual) de 200 litros o más, con doble puerta	Proyectado	Privado	3.00	6.00
D-217	2	1	Esterilizador con generador eléctrico a vapor de 50 litros	Proyectado	Privado	2.00	2.00
D-249	2	2	Baño maría 20 – 25 lts.	Proyectado	Privado	2.00	4.00
D-41	2	1	Unidad Dental Completa	Proyectado	Privado	1.00	1.00
E-201	2	1	Lavador desinfectador de 2 puertas	Proyectado	Privado	6.00	6.00
LA-18	0	1	Lavadora centrífuga automática de 2 puertas (barrera sanitaria) industrial 18 Kg.	Proyectado	Público	15.00	15.00
LA-25	0	1	Lavadora centrífuga automática de 2 puertas (barrera sanitaria) industrial 25 Kg.	Proyectado	Privado	15.00	15.00
D-220	3	4	Lavadora automática de chatas	Proyectado	Privado	2.00	8.00
D-248	3	2	Baño María de 10 a 15 litros	Proyectado	Privado	2.00	4.00
D-219	4	2	Lavador ultrasónico de instrumental quirúrgico	Proyectado	Privado	2.00	4.00
						118.00	

Fuente: Elaboración propia.

Según el Método de Gastos Probables (Norma IS.010, Reglamento Nacional de Edificaciones)

Luego; la MDS de agua blanda será equivalente a 2.70 lt/seg

Observación:

- El cálculo de la máxima demanda simultanea de Agua Blanda corregida será:

Tabla 34

Cálculo de máxima demanda simultanea agua blanda - equipos (corregido).

Código	Nivel de piso	Cantidad	Descripción	Condición	Uso	Parcial (UH)	Total (UH)
E-54	1	1	Prensa industrial.	Proyectado	Privado	4.00	4.00
D-249	2	2	Baño maría 20 – 25 lts.	Proyectado	Privado	2.00	4.00
D-41	2	1	Unidad Dental Completa	Proyectado	Privado	1.00	1.00
D-248	3	2	Baño María de 10 a 15 litros	Proyectado	Privado	2.00	4.00
							13.00

Fuente: Elaboración propia.

Según el Método de Gastos Probables (Norma IS.010, Reglamento Nacional de Edificaciones)

La Máxima Demanda de agua blanda por aparatos sanitarios será equivalente a: 1.15 lt/seg

- Luego, para lo equipos que requieren de agua blanda será:

Tabla 35

Máxima demanda simultanea agua blanda - equipos totales (corregido).

N° de piso	Código	Descripción	Cantidad	Demanda de agua del equipo (Lts/seg.)	Ciclos por día	Ciclos de duración (Minutos)	Demanda de agua (Litros/Día)
0	LA-18	Lavadora centrifuga automatica de 2 puertas (barrera sanitaria) industrial 18 Kg.	1	0.3	4	12.00	864.00
0	LA-25	Lavadora centrifuga automatica de 2 puertas (barrera sanitaria) industrial 25 Kg.	1	0.51	4	11.00	1346.40
1	D-212	Esterilizador con generador eléctrico de vapor de 20 litros	2	0.130	3	15.00	702.00
1	E-93	Marmita volcable de 80 litros mínimo	1	0.285	2	3.00	102.60
1	E-91	Marmita volcable de 50 litros mínimo	1	0.285	2	3.00	102.60
1	E-85	Grupo de cocción marmitas de 20/40/60 litros	1	0.285	2	3.00	102.60
1	E-87	Lavadora industrial de vajillas eléctrica	1	0.285	5	3.00	256.50
1	D-211a	Unidad de tratamiento de residuos hospitalarios	1	0.08	2	50.00	480.00
2	D-217	Esterilizador con generador eléctrico a vapor de 50 litros	1	0.285	3	7.00	359.10
2	E-130	Bidestilador de agua 4 litros/h	1	0.013	3	10.00	23.40
2	E-131	Bidestilador de agua 8 litros/h	2	0.020	3	10.00	72.00
2	D-214	Esterilizador con generador eléctrico de vapor de 40 litros	4	0.285	3	7.00	1436.40
2	D-215	Esterilizador con generador eléctrico de vapor (dual) de 200 litros o más, con doble puerta	2	0.106	2	20.00	508.80
2	E-201	Lavador desinfectador de 2 puertas	1	0.285	2	25.00	855.00
3	D-220	Lavadora automática de chatas	4	1.000	3	5.00	3600.00

4	D-219	Lavador ultrasónico de instrumental quirúrgico	2	0.127	5	3.00	228.60
5	B-50	Botadero clínico de loza vitrificada blanca con fluxómetro, control de pie agua fría y agua caliente para lavachatas	1	0.240	24	2.00	691.20
				4.521			11731.2

Fuente: Elaboración propia.

Luego; la Máxima Demanda de agua blanda por Equipos de los equipos será: 4.52 lt/seg

Dando un factor de simultaneidad (define la simultaneidad en el uso de los equipos que requieren de agua blanda en un determinado momento) asumido: 10 %

Luego; la Máxima Demanda Simultanea de agua blanda de los equipos será: $4.52 \times 0.1 = 0.45$ lt/seg

Por lo tanto, la Máxima Demanda Simultanea Total de agua blanda será igual a:

Máxima Demanda Simultanea Total = Máxima Demanda de agua caliente por aparatos sanitarios + Máxima Demanda Simultanea de agua caliente de los equipos

Máxima Demanda Simultanea Total de agua blanda: $1.15 + 0.45 = 1.60$ lt/seg

4.1.4 DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE BOMBEO

DISEÑO DE LOS SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA FRÍA

DATOS PARA EL DISEÑO:

- a) Caudal Total de bombeo $Q_b = 9.53$ l/s
 Caudal de 01 Eq. De Bombeo $Q_b \text{ equi} = 4.77$ l/s
- b) Presión de salida (Ps) (20 psi en inod. Con flux.) $P = 14.08$ m
- c) Cota del nivel mínimo de agua en la cisterna de agua dura $C_{nma} = -3.20$ m
- d) Cota de la tubería en el punto de salida más desfavorable $C_{pmd} = 18.00$ m
- f) Se ha considerado las pérdidas de carga locales por accesorios del siguiente

cuadro:

Tabla 36

Pérdidas de carga por accesorios.

Diámetro (Pulg.)	Codo	Tee	Reducción			Válvula de compuerta	Medidor	Check		Pie
			d/D = 1/4	d/D = 1/2	d/D = 3/4			Vertical	Horizontal	
1/2	0.532	1.064	0.248	0.195	0.112	0.112	1	1.477	1.099	3.599
3/4	0.777	1.554	0.363	0.285	0.164	0.164	1	2.159	1.606	5.26
1	1.023	2.046	0.477	0.375	0.216	0.216	1	2.841	2.114	6.92
1 1/4	1.309	2.618	0.611	0.48	0.276	0.276	1	3.636	2.705	8.858
1 1/2	1.554	3.108	0.725	0.57	0.328	0.328	1	4.318	3.213	10.519
2	2.045	4.09	0.954	0.75	0.432	0.432	1	5.682	4.227	13.841
2 1/2	2.577	5.154	1.203	0.945	0.544	0.544	1	7.159	5.326	17.44
3	3.068	6.136	1.432	1.125	0.648	0.648	1	8.523	6.341	20.761
4	4.091	8.182	1.909	1.5	0.864	0.864	1	11.364	8.454	27.682
6	6.136	12.272	2.364	2.25	1.295	1.295	1	17.048	12.682	41.523

Fuente: Elaboración propia.

- g) Se considerado el siguiente cuadro para los diámetros interiores de los tipos de material y coeficiente Hazen

Tabla 37

Coefficientes Hazen según diámetro y material.

PVC		COBRE		SCH 40		Pulg.
150	140	150	140	120	120	
D (Pulg)	D inter (Pulg)	D (Pulg)	D inter (Pulg)	D (Pulg)	D inter (Pulg)	
1/2	15.2	1/2	13.84			
3/4	20.7	3/4	19.95			
1	26.2	1	26.03			
1 1/4	34.8	1 1/4	32.12	1 1/4	35.04	1.38
1 1/2	40.6	1 1/2	38.23	1 1/2	40.9	1.61
2	52.2	2	50.41	2	52.5	2.067
2 1/2	66	2 1/2	62.91	2 1/2	62.73	2.47
3	80.1	3	74.79	3	77.92	3.068
4	103.2	4	99.22	4	102.26	4.026
6	152.4	6	152.4	6	152.4	6

Fuente: Elaboración propia.

Observación:

- Al haberse indicado en las observaciones anteriores que la determinación de la máxima demanda simultanea para el sistema de agua fría fue realizado de manera errónea, los datos de diseño corregidos debieron ser:

DATOS PARA EL DISEÑO:

- a) Caudal Total de bombeo Qb = 7.72 l/s
 Caudal de 01 Eq. De Bombeo Qb equi= 3.86 l/s
- b) Presión de salida (Ps) (20 psi en inod. Con flux.) P = 14.08 m
- c) Cota del nivel mínimo de agua en la cisterna de agua dura Cnma = -3.20 m
- d) Cota de la tubería en el punto de salida más desfavorable Cpmd = 18.00m

ALTURA DINÁMICA TOTAL

$$\text{HDT} = \text{Hg} + \text{Hf tub} + \text{Hf baño} + \text{Ps}$$

HDT	.....	Altura Dinámica Total (mca)
Hg	.....	Altura Geométrica (mt)
Hf tub	.....	Pérdida de carga en la tubería por longitud y accesorios (mt)
Ps	.....	Presión de salida en el punto más desfavorable (mt)

Altura Geométrica

Hg = 21.20 m (altura entre el punto de salida de agua más desfavorable y el nivel mínimo de agua en la cisterna)

PÉRDIDA DE CARGA EN LA TUBERÍA POR LONGITUD Y ACCESORIOS (m)

PÉRDIDA DE CARGA DESDE SISTEMA DE BOMBEO HASTA EL PUNTO DE SALIDA MÁS DESFAVORABLE

Tabla 38

Pérdida de carga desde bomba hasta salida más desfavorable (contractual).

Tramo	UH	Q	DN	Di	V	Cantidad de accesorios										Leq Acc	L Tub.	L Tot.	C	hf	Pr
						CODO	TEE	Reducción			V. Comp.	Medidor	Check		Pie						
								d/D=1/4	d/D=1/2	d/D=3/4			Vertical	Horizontal							
x-y	L/seg	Pulg	mm	m/seg											m	m	m	HyW	m	m	
A																					
A-a	6	0.94	1 1/4	32.12	1.16	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6.55	3.1	9.65	140	0.52	15.2
a-B	8.25	1.01	1 1/4	32.12	1.243	4	1	0	0	0	1	0	0	0	0	8.13	5.87	14	140	0.85	12.55
B-b	8.25	1.01	1 1/4	32.12	1.243	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2.62	1.68	4.3	140	0.26	12.81
b-C	21.5	1.36	1 1/2	38.23	1.185	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.23	4.23	140	0.19	13
C-c	23.5	1.41	1 1/2	38.23	1.226	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3.44	2.52	5.96	140	0.29	13.29
c-D	25.5	1.44	1 1/2	38.23	1.257	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3.11	2.74	5.85	140	0.30	13.59
D-d	27.5	1.5	1 1/2	38.23	1.302	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3.11	3.15	6.26	140	0.34	13.93
d-E	36.5	1.68	1 1/2	38.23	1.461	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3.44	1.57	5.01	140	0.34	14.26
E-e	38.5	1.71	1 1/2	38.23	1.486	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3.44	2	5.44	140	0.38	14.64
e-F	40.5	1.75	1 1/2	38.23	1.521	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3.44	2.92	6.36	140	0.46	15.1
F-f	112	2.62	2	50.41	1.314	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4.09	1.88	5.97	140	0.24	15.34
f-G	121	2.73	2	50.41	1.366	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4.09	5.64	9.73	140	0.42	15.75
G-g	130	2.8	2	50.41	1.402	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4.09	2.12	6.21	140	0.28	16.03
g-H	139	2.84	2	50.41	1.425	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	4.52	1.38	5.9	140	0.27	16.3
H-h	221.3	3.52	2 1/2	62.91	1.131	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	5.7	4.87	10.57	140	0.25	16.55
h-I	221.3	3.52	2 1/2	62.91	1.131	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5.7	4.25	9.95	140	0.23	21.03
I-i	277	3.92	2 1/2	62.91	1.26	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5.15	4.25	9.4	140	0.27	25.55
i-J	392.8	4.63	2 1/2	62.91	1.49	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12.89	4.25	17.14	140	0.66	30.46

J-J'	469	5.13	3	74.79	1.168											0	4.25	4.25	140	0.09	34.8
J'-j	520	5.41	3	74.79	1.232	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	6.78	9.05	15.83	140	0.35	39.4
j-K	653.5	6.11	3	74.79	1.39	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6.14	4.14	10.28	140	0.29	39.69
K-k	660.3	6.14	3	74.79	1.398	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6.14	9.78	15.92	140	0.45	40.14
k-L	664.3	6.16	3	74.79	1.402	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.54	11.54	140	0.33	40.46
L-l	704	6.37	3	74.79	1.449	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.1	2.1	140	0.06	40.53
l-M	728.8	6.5	3	74.79	1.479	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.02	8.02	140	0.25	40.78
M-m	759.5	6.65	3	74.79	1.514	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.5	9.5	140	0.31	41.09
m-N	830.8	7	3	74.79	1.594	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	8.08	2.12	10.2	140	0.37	41.45
N-n	1351	9.36	4	99.22	1.21	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12.27	16.5	28.77	140	0.45	47.43
Hf Total																			9.47		

Fuente: Elaboración propia.

b.2) PÉRDIDA DE CARGA EN LA LÍNEA DE SUCCIÓN

Fricción en tuberías de succión

Tramo	Caudal	Longitud	C	Diámetro	Diámetro	V	hf
	(Lts/s)	(metros)	HyW	(Pulg)	(mm)	(m/s)	(m)
1	9.531	7.7	120	4	102.26	1.2	0.284
Total pérdida de carga por fricción							0.284

Pérdida de carga por accesorios

Ítem	Accesorios	Cantidad	Di	Di	Leq	Q	hk
			(Pulg)	(mm)	(metros)	(Lts/s)	(m)
1	Canastilla	1	4	102.3	27.68	4.766	0.141
2	Válvula de compuerta	1	4	102.3	0.86	4.766	0.004
3	Tee con reducción	3	4	102.3	8.18	4.766	0.125
4	Codo	1	4	102.3	4.09	4.766	0.021
5	Válvula de compuerta	1	2 ½	62.73	0.54	4.766	0.030
Total pérdida de carga por accesorios							0.322

b.3) PÉRDIDA DE CARGA EN LA LÍNEA DE IMPULSIÓN:

Fricción en tuberías

Tramo	Caudal	Longitud	C	Diámetro	Diámetro	V	hf
	(Lts/s)	(metros)	HyW	(Pulg)	(mm)	(m/s)	(m)
1	4.766	0.9	120	2 ½	62.73	1.5	0.099
2	9.531	8.3	120	4	102.26	1.2	0.305
Total pérdida de carga por fricción							0.405

Pérdida de carga por accesorios

Ítem	Accesorios	Cantidad	Di	Di	Leq	Q	hk
			(Pulg)	(mm)	(metros)	(Lts/s)	(m)
1	Válvula check	1	2 ½	62.73	5.33	4.766	0.294
2	Válvula de compuerta	1	2 ½	62.73	0.54	4.766	0.030
3	Tee con reducción	1	4	102.3	8.18	4.766	0.042
4	Codo 90°	3	4	102.3	8.18	4.766	0.125
5	Manómetro	1	4	102.3	0.80	4.766	0.004
Total pérdida de carga por accesorios							0.990

*Pérdida de carga total en la ruta crítica: 9.47 m

*Pérdida de carga dentro del cuarto de bombas

*Pérdida de carga en la línea de succión 0.61 m

*Pérdida de carga en la línea de impulsión 1.39 m

hftub= 11.47 m valor calculado desde la EB hasta el punto más desfavorable

Entonces tenemos:

Hg = 28.00 m (altura entre el punto de salida de agua más desfavorable y el nivel mínimo de agua en la cisterna)

Hf tub = 11.47 mca (valor calculado desde la EB hasta el punto más desfavorable)

Ps = 14.08 m (valor equivalente a la presión mínima para el funcionamiento de una válvula fluxométrica para inodoro)

Luego; la HDT calculada será de HDT = 55.55 mca

SELECCIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO

Considerando:

- a) Tipo de electrobombas De velocidad variable a presión constante
- b) Cantidad 02 EB operando + 01 EB stand by
- c) Funcionamiento Alternado / Simultáneo
- d) Eficiencia hidráulica 60%
- e) Eficiencia del motor (efic. Eléctrica) ... 75%

Tendremos que:

- (*) Caudal de bombeo total $Q_b = 9.53 \text{ l/s}$
- Se utilizarán 3 bombas en serie 2 BOMBAS
- (*) Caudal de cada Electrobomba $Q'_b = 4.77 \text{ l/s}$
- (*) Altura Dinámica Total para cada Electrobomba $HDT' = 55.55 \text{ m}$

Luego:

- (*) Potencia hidráulica para cada Electrobomba $POT_{h' eb} = 5.90 \text{ HP}$
- (*) Potencia eléctrica para cada Electrobomba $POTE' eb = 7.87 \text{ HP}$

Altura del proyecto= 3100.0 msnm

Factor de derrateo= 0.92 %

Potencia comercial próxima= 9.00 hp

Potencia motor aprox = 8.24 hp > que 7.87 HP cumple

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE BOMBEO:

Tabla 39

Equipo de bombeo para sistema de agua fría (contractual).

Tipo	Presión constante y velocidad variable	
Caudal / bomba	4.77	l/s
Altura Dinámica Total	56.00	m
Potencia de cada bomba aprox.	9.00	HP
Eficiencia bomba aprox.	75%	
Cantidad	3	Unid
Diámetro de succión	3	pulg
Diámetro de impulsión	3	pulg

Fuente: Elaboración propia.

Resumen: Se requerirá de 03 electrobombas de presión constante y velocidad variable, funcionarán 02 forma simultánea y 01 de reserva, alternadamente.

Observación:

- Como se ha venido indicando, en opinión mía, en el proceso del cálculo de la máxima demanda simultanea de agua, se cometieron equivocaciones y/o omisiones, de manera que las características finales del equipo de bombeo proyectadas son erróneas. Estas debieron de corregirse en su momento con la siguiente información:

Tabla 40

Equipo de bombeo para sistema de agua fría (corregido).

Tipo	Presión constante y velocidad variable	
Caudal / bomba	3.86	l/s
Altura Dinámica Total	56.00	m
Potencia de cada bomba aprox.	9.00	HP
Eficiencia bomba aprox.	75%	
Cantidad	3	Unid
Diámetro de succión	3	pulg
Diametro de impulsión	3	pulg

Fuente: Elaboración propia.

DISEÑO DE LOS SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CALIENTE A 55°C

DATOS PARA EL DISEÑO:

- a) Caudal Total de bombeo Qb = 4.46 l/s
- b) Presión de salida (Ps) (Lavachatas) P = 15.00 mca
- c) Cota del nivel mínimo de agua en la cisterna de
agua blanda Cnma = -3.40 m
- d) Cota de la tubería en el punto de salida más
desfavorable Cpmd = 17.60 m
- e) Se ha considerado las pérdidas de carga locales por accesorios del siguiente

cuadro:

Tabla 41

Pérdidas de carga por accesorios.

Diámetro (Pulg.)	Codo	Tee	Reducción			Válvula de compuerta	Medidor	Check		Pie
			d/D = 1/4	d/D = 1/2	d/D = 3/4			Vertical	Horizontal	
1/2	0.532	1.064	0.248	0.195	0.112	0.112	1	1.477	1.099	3.599
3/4	0.777	1.554	0.363	0.285	0.164	0.164	1	2.159	1.606	5.26
1	1.023	2.046	0.477	0.375	0.216	0.216	1	2.841	2.114	6.92
1 1/4	1.309	2.618	0.611	0.48	0.276	0.276	1	3.636	2.705	8.858
1 1/2	1.554	3.108	0.725	0.57	0.328	0.328	1	4.318	3.213	10.519
2	2.045	4.09	0.954	0.75	0.432	0.432	1	5.682	4.227	13.841
2 1/2	2.577	5.154	1.203	0.945	0.544	0.544	1	7.159	5.326	17.44
3	3.068	6.136	1.432	1.125	0.648	0.648	1	8.523	6.341	20.761
4	4.091	8.182	1.909	1.5	0.864	0.864	1	11.364	8.454	27.682
6	6.136	12.272	2.364	2.25	1.295	1.295	1	17.048	12.682	41.523

Fuente: Elaboración propia.

f) Se considerado el siguiente cuadro para los diámetros interiores de los tipos de material y coeficiente Hazen

Tabla 42

Coefficientes Hazen según diámetro y material.

PVC		COBRE		SCH 40		Pulg.
150		140		120		
D (Pulg)	D inter (Pulg)	D (Pulg)	D inter (Pulg)	D (Pulg)	D inter (Pulg)	
1/2	15.2	1/2	13.84			
3/4	20.7	3/4	19.95			
1	26.2	1	26.03			
1 1/4	34.8	1 1/4	32.12	1 1/4	35.04	1.38
1 1/2	40.6	1 1/2	38.23	1 1/2	40.9	1.61
2	52.2	2	50.41	2	52.5	2.067
2 1/2	66	2 1/2	62.91	2 1/2	62.73	2.47
3	80.1	3	74.79	3	77.92	3.068
4	103.2	4	99.22	4	102.26	4.026
6	152.4	6	152.4	6	152.4	6

Fuente: Elaboración propia.

ALTURA DINAMICA TOTAL

$$HDT = H_g + H_f \text{ tub} + H_f \text{ baño} + P_s$$

- HDT Altura Dinámica Total (mca)
- H_g Altura Geométrica (mt)
- H_{f tub} Pérdida de carga en la tubería por longitud y accesorios (mt)
- P_s Presión de salida en el punto más desfavorable (mt)

Altura Geométrica

H_g = 28.00 m (altura entre el punto de salida de agua más desfavorable y el nivel mínimo de agua en la cisterna)

b) PÉRDIDA DE CARGA EN LA TUBERÍA POR LONGITUD Y ACCESORIOS (m)

b.1) PÉRDIDA DE CARGA DESDE SISTEMA DE BOMBEO HASTA EL PUNTO DE SALIDA MÁS DESFAVORABLE

Tabla 43

Pérdida de carga desde bomba hasta salida más desfavorable (contractual).

Tramo x-y	UH	Q L/seg	DN Pulg	Di mm	V m/seg	Cantidad de accesorios										Leq Acc m	L Tub. m	L Tot. m	C HyW	hf m	Pr m	
						CODO	TEE	Reducción			V. Comp.	Medidor	Check		Pie							
								d/D=1/4	d/D=1/2	d/D=3/4			Vertical	Horizontal								
A																						15
A-a'	2	0.82	1	26.03	1.541	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.07	5.42	8.49	140	0.98	13.08	
a'-a	4	0.88	1.25	32.12	1.086	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2.62	1.61	4.23	140	0.20	13.28	
a-B	36.75	1.68	1.25	34.8	1.766	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	5.51	6.07	11.58	140	1.23	14.51	
B-b	81.5	2.36	2	52.2	1.104	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4.09	4.87	8.96	140	0.25	14.76	
b-C	81.5	2.36	2	52.2	1.104	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4.09	4.25	8.34	140	0.23	19.24	
C-c	102.5	2.56	2	52.2	1.197	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	4.52	4.25	8.77	140	0.28	23.78	
c-D	120.25	2.72	2	52.2	1.271	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4.09	4.25	8.34	140	0.30	28.33	
D-D'	140.25	2.85	2	52.2	1.332	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.25	4.25	140	0.17	32.74	
D'-d	168.5	3.11	2	52.2	1.452	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	4.52	8.68	13.2	140	0.61	37.6	
d-E	171.5	3.13	2	52.2	1.463	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12.27	9.11	21.38	140	1.00	38.6	
E-e	176	3.17	2	52.2	1.48	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4.09	2.15	6.24	140	0.30	38.89	
e-F	180.5	3.2	2	52.2	1.496	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4.09	8.14	12.23	140	0.59	39.49	

F-f	187.5	3.24	2	52.2	1.512	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.09	9.5	13.59	140	0.67	40.16
f-G	198	3.33	2	52.2	1.558	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	5.39	2.04	7.43	140	0.39	40.55
G-g	295.25	4.08	2.5	66	1.192	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.73	37.99	45.72	140	1.11	47.19
Hf Total																				8.31		

Fuente: Elaboración propia.

b.2) PÉRDIDA DE CARGA EN LA LÍNEA DE SUCCIÓN

Fricción en tuberías de succión

Tramo	Caudal	Longitud	C	Diámetro	Diámetro	V	hf
	(Lts/s)	(metros)	HyW	(Pulg)	(mm)	(m/s)	(m)
1	4.459	7.2	120	3	77.92	0.9	0.245
Total pérdida de carga por fricción							0.245

Pérdida de carga por accesorios

Ítem	Accesorios	Cantidad	Di	Di	Leq	Q	hk
			(Pulg)	(mm)	(metros)	(Lts/s)	(m)
1	Canastilla	1	3	77.92	20.76	2.229	0.098
2	Válvula de compuerta	1	3	77.92	0.65	2.229	0.003
3	Tee con reducción	4	3	77.92	6.14	2.229	0.115
4	Codo	1	3	77.92	3.07	2.229	0.014
5	Válvula de compuerta	1	2	52.5	0.43	2.229	0.014
Total pérdida de carga por accesorios							0.231

b.3) PÉRDIDA DE CARGA EN LA LÍNEA DE IMPULSIÓN:

Fricción en tuberías

Tramo	Caudal	Longitud	C	Diámetro	Diámetro	V	hf
	(Lts/s)	(metros)	HyW	(Pulg)	(mm)	(m/s)	(m)
1	4.459	0.92	120	2	52.5	2.1	0.214
2	4.459	16.1	120	2	52.5	2.1	3.736
Total pérdida de carga por fricción							3.950

Pérdida de carga por accesorios

Ítem	Accesorios	Cantidad	Di	Di	Leq	Q	hk
			(Pulg)	(mm)	(metros)	(Lts/s)	(m)
1	Válvula check	1	2 ½	62.73	5.33	2.229	0.072
2	Válvula de compuerta	1	2 ½	62.73	0.54	2.229	0.007
3	Tee con reducción	4	2 ½	62.73	5.15	2.229	0.070
4	Codo 90°	1	2 ½	62.73	2.58	2.229	0.035
5	Manómetro	1	2 ½	62.73	0.80	2.229	0.011
Total pérdida de carga por accesorios							0.390

*Pérdida de carga total en la ruta crítica:	8.31	m
*Pérdida de carga dentro del cuarto de bombas		
*Pérdida de carga en la línea de succión	0.48	m
*Pérdida de carga en la línea de impulsión	4.34	m

hftub= 13.13 m valor calculado desde la EB hasta el punto más desfavorable

Entonces tenemos:

Hg = 28.00 m (Altura entre el punto de salida de agua más desfavorable y el nivel mínimo de agua en la cisterna)

Hf tub = 13.13 m (Valor calculado desde la EB hasta el punto más desfavorable)

Ps = 15.00 m (Valor equivalente a la presión mínima para el funcionamiento de una válvula fluxométrica para una lavachatas)

Luego; la HDT calculada será de HDT = 58.13 mca

SELECCIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO

Considerando:

- a) Tipo de electrobombas De velocidad variable a presión constante
- b) Cantidad 01 EB operando + 01 EB stand by
- c) Funcionamiento Alternado
- d) Eficiencia hidráulica 60%
- e) Eficiencia del motor (efic. Eléctrica) .. 75%

Tendremos que:

- (*) Caudal de bombeo total $Q_b = 4.46 \text{ l/s}$
- (*) Altura Dinámica Total para cada Electrobomba . $HDT' = 58.13 \text{ mca}$

Luego:

- (*) Potencia hidráulica para cada Electrobomba ... $POT_{h' eb} = 5.80 \text{ HP}$
- (*) Potencia eléctrica para cada Electrobomba $POTE' eb = 7.73 \text{ HP}$

Altura del proyecto= 3100.0 msnm

Factor de derrateo= 0.92 %

Potencia comercial próxima= 8.50 hp

Potencia motor aprox = 7.79 hp > que 7.73 HP cumple

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE BOMBEO:

Tabla 44

Equipo de bombeo para sistema de agua caliente 55°C (contractual).

Tipo	Presión constante y velocidad variable	
Caudal / bomba	4.46	l/s
Altura Dinámica Total	59.00	m
Potencia de cada bomba aprox.	8.50	HP
Cantidad	2	Unid
Diámetro de succión	3	pulg
Diámetro de impulsión	2 ½	pulg

Fuente: Elaboración propia.

Resumen: Se requerirá de 02 electrobombas de presión constante y velocidad variable, funcionarán alternadamente, 01 de reserva.

SELECCIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO DE RETORNO DE AGUA
CALIENTE A 55°C

DATOS PARA EL DISEÑO:

- a) Cota del nivel mínimo de agua en la cisterna de agua blanda $C_{nma} = -3.40$ m
- b) Cota de la tubería en el punto de salida más desfavorable $C_{pmd} = 18.00$ m
- c) Se ha considerado las pérdidas de carga locales por accesorios del siguiente cuadro:

Tabla 45

Pérdidas de carga por accesorios.

Diámetro (Pulg.)	Codo	Tee	Reducción			Válvula de compuerta	Medidor	Check		Pie
			d/D = 1/4	d/D = 1/2	d/D = 3/4			Vertical	Horizontal	
1/2	0.532	1.064	0.248	0.195	0.112	0.112	1	1.477	1.099	3.599
3/4	0.777	1.554	0.363	0.285	0.164	0.164	1	2.159	1.606	5.26
1	1.023	2.046	0.477	0.375	0.216	0.216	1	2.841	2.114	6.92
1 1/4	1.309	2.618	0.611	0.48	0.276	0.276	1	3.636	2.705	8.858
1 1/2	1.554	3.108	0.725	0.57	0.328	0.328	1	4.318	3.213	10.519
2	2.045	4.09	0.954	0.75	0.432	0.432	1	5.682	4.227	13.841
2 1/2	2.577	5.154	1.203	0.945	0.544	0.544	1	7.159	5.326	17.44
3	3.068	6.136	1.432	1.125	0.648	0.648	1	8.523	6.341	20.761
4	4.091	8.182	1.909	1.5	0.864	0.864	1	11.364	8.454	27.682
6	6.136	12.272	2.364	2.25	1.295	1.295	1	17.048	12.682	41.523

Fuente: Elaboración propia.

- d) Se considerado el siguiente cuadro para los diámetros interiores de los tipos de material y coeficiente Hazen

Tabla 46

Coefficientes Hazen según diámetro y material.

PVC		COBRE		SCH 40		Pulg.
150	140	150	140	150	140	
D (Pulg)	D inter (Pulg)	D (Pulg)	D inter (Pulg)	D (Pulg)	D inter (Pulg)	
1/2	15.2	1/2	13.84			
3/4	20.7	3/4	19.95			
1	26.2	1	26.03			
1 1/4	34.8	1 1/4	32.12	1 1/4	35.04	1.38
1 1/2	40.6	1 1/2	38.23	1 1/2	40.9	1.61
2	52.2	2	50.41	2	52.5	2.067
2 1/2	66	2 1/2	62.91	2 1/2	62.73	2.47
3	80.1	3	74.79	3	77.92	3.068
4	103.2	4	99.22	4	102.26	4.026
6	152.4	6	152.4	6	152.4	6

Fuente: Elaboración propia.

DIMENSIONAMIENTO DE LA LÍNEA DE RETORNO DE AGUA CALIENTE

Considerando que $Q_{rac} = 10\% Q_{ac}$

Hospital	Q_{ac} (lt/s)	Q_{rac} (lt/s)	D (pulg)	D (mm)	V (m/s)
Total	9.53	0.95	1 ¼	32.12	1.176

ALTURA DINAMICA TOTAL DEL SISTEMA DE BOMBEO PARA EL RETORNO DE AGUA CALIENTE

$$HT (RAC) = H_f (TUB) + H_f (TUB-RAC) + H_f \text{ imp RAC} + H_f B(RAC)$$

DONDE:

- HT (RAC) : Altura Total de la Bomba de Recirculación
- H_f (TUB) : Pérdida de carga en la tubería de agua caliente al punto más desfavorable
- H_f (TUB-RAC) : Pérdida de carga en la tubería de "retorno de agua caliente".
- H_f imp RAC : Pérdida de carga en la "inyección al calentador".
- H_f B(RAC) : Pérdida de carga en la "bomba de retorno de A.C."

a) PÉRDIDA DE CARGA EN EL TRAMO DE SUCCIÓN-RETORNO DE AGUA CALIENTE:

Tabla 47

Pérdida de carga en tubería de retorno de agua caliente (contractual).

Tramo	Q	DN	Di	V	Cantidad de accesorios											Leq Acc	L Tub.	L Tot.	C	hf
					CODO	TEE	Reducción			V. Comp.	Medidor	Check		Pie						
							d/D=1/4	d/D=1/2	d/D=3/4			Vertical	Horizontal							
x-y	L/seg	Pulg	mm	m/seg										m	m	m	HyW	m		
A																				
A-a'	0.08	3/4	19.95	0.262	2	0	0	0	0	2	0	0	1	0	3.49	53.00	56.49	140	0.34	
a'-a	0.09	3/4	19.95	0.282	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2.62	4.25	6.87	140	0.05	
a-B	0.17	3/4	19.95	0.537	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4.17	2.90	7.07	140	0.16	
B-b	0.24	3/4	19.95	0.756		1	0	0	0	0	0	0	0	0	1.55	2.91	4.46	140	0.19	
b-C	0.24	3/4	19.95	0.756	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2.33	4.42	6.75	140	0.29	
C-c	0.26	3/4	19.95	0.819		1	0	0	0	0	0	0	0	0	1.55	4.42	5.97	140	0.29	
c-D	0.27	3/4	19.95	0.87	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2.33	1.80	4.13	140	0.23	
D-D'	0.29	3/4	19.95	0.912	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3.39	8.00	11.39	140	0.68	
D'-d	0.31	3/4	19.95	0.994	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3.11	1.50	4.61	140	0.32	
d-E	0.31	1	26.03	0.588	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3.07	8.90	11.97	140	0.23	
E-e	0.32	1	26.03	0.595	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3.07	11.20	14.27	140	0.28	
e-F	0.32	1	26.03	0.602	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2.05	9.10	11.15	140	0.23	
F-f	0.32	1	26.03	0.608	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2.05	14.25	16.30	140	0.34	
f-G	0.33	1	26.03	0.627	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3.07	4.10	7.17	140	0.16	

G-g	0.41	1	26.03	0.767	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2.05	2.50	4.55	140	0.14
Hf Total																			3.93

Fuente: Elaboración propia.

Entonces: Hf(TUB-RAC) : Perdida de carga en la tubería de "retorno de agua caliente".
Hf(TUB-RAC) : 3.93 m

b) PÉRDIDA DE CARGA EN EL TRAMO DE IMPULSIÓN:

Entonces: Hf imp RAC : Perdida de carga en la "inyección al calentador".
Hf imp RAC : 1.48 m

Tramo	Q	DN	Di	V	Cantidad de accesorios										Leq Acc	L Tub.	L Tot.	C	hf
					CODO	TEE	Reducción			V. Comp.	Medidor	Check		Pie					
							d/D=1/4	d/D=1/2	d/D=3/4			Vertical	Horizontal						
x-y	L/seg	Pulg	mm	m/seg										m	m	m	HyW	m	
	0.95	1	26.03	1.791	2	1	0	0	0	1	0	0	1	0	6.42	3.23	9.65	140	1.48
Hf Total																	1.48		

ALTURA DINAMICA TOTAL DE LA BOMBA PARA EL RETORNO DE AGUA CALIENTE

$$\text{HDT (RAC)} = \text{Hf (TUB-AC)} + \text{Hf (SUC-RAC)} + \text{Hf (Imp RAC)} + \text{Hf (EB-RAC)}$$

DONDE:

- HDT (RAC) : Altura Dinámica Total de la Bomba de Recirculación (mca)
- Hf (TUB-AC) : Pérdida de carga en la tubería de distribución de agua caliente hasta el punto más desfavorable (mt)
- Hf (SUC-RAC) : Pérdida de carga en la tubería de "retorno de agua caliente" (mt).
- Hf (Imp RAC) : Pérdida de carga en la "inyección al calentador".
- Hf (EB-RAC) : Pérdida de carga en la "bomba de retorno de A.C."

Reemplazando valores, tendremos:

Hf (Tub-AC)	:	13.13	mca
Hf (Tub-RAC)	:	3.93	mca
Hf (Imp RAC)	:	1.48	mca
Hf (EB-RAC)	:	2.00	mca
Luego; la HDT(RAC): calculada será de	HDT(RAC)	:	20.54 mca

SELECCIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO

Considerando:

- a) Tipo de electrobombas De velocidad variable a presión constante
- b) Cantidad 01 EB operando + 01 EB stand by
- c) Funcionamiento Alternado
- d) Eficiencia hidráulica 40%
- e) Eficiencia del motor (efic. eléctrica) .. 75%

Tendremos que:

- (*) Caudal de bombeo total $Q_b = 0.95 \text{ l/s}$
- (*) Altura Dinámica Total para cada Electrobomba .. $HDT' = 20.54 \text{ mca}$

Luego:

- (*) Potencia hidráulica para cada Electrobomba $POT_{h' eb} = 0.70 \text{ HP}$
- (*) Potencia eléctrica para cada Electrobomba $POTE' eb = 0.93 \text{ HP}$

Altura del proyecto = 3100.0 msnm
Factor de derrateo = 0.92 %
Potencia comercial próxima = 1.50 hp
Potencia motor aprox = 1.37 hp > que 0.93 HP cumple

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE BOMBEO:

Tabla 48

Equipo de bombeo para sistema de retorno de agua caliente 55°C (contractual).

Tipo	Presión constante y velocidad variable	
Caudal / bomba	0.95	l/s
Altura Dinámica Total	21.00	m
Potencia de cada bomba aprox.	1.50	HP
Cantidad	2.00	Unid
Diámetro de succión	1	pulg
Diámetro de impulsión	1	pulg

Fuente: Elaboración propia.

DISEÑO DE LOS SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CALIENTE A 80°C

DATOS PARA EL DISEÑO:

- a) Caudal Total de bombeo Qb = 1.69 l/s
- b) Presión de salida (Ps) (Marmitas) P = 25.00 mca
- c) Cota del nivel mínimo de agua en la cisterna
de agua dura Cnma = -3.40 m
- d) Cota de la tubería en el punto de salida más desfavorable Cpmd = 0.80 m
- e) Se ha considerado las pérdidas de carga locales por accesorios del siguiente cuadro:

Tabla 49

Pérdidas de carga por accesorios.

Diámetro (Pulg.)	Codo	Tee	Reducción			Válvula de compuerta	Medidor	Check		Pie
			d/D = 1/4	d/D = 1/2	d/D = 3/4			Vertical	Horizontal	
1/2	0.532	1.064	0.248	0.195	0.112	0.112	1	1.477	1.099	3.599
3/4	0.777	1.554	0.363	0.285	0.164	0.164	1	2.159	1.606	5.26
1	1.023	2.046	0.477	0.375	0.216	0.216	1	2.841	2.114	6.92
1 1/4	1.309	2.618	0.611	0.48	0.276	0.276	1	3.636	2.705	8.858
1 1/2	1.554	3.108	0.725	0.57	0.328	0.328	1	4.318	3.213	10.519
2	2.045	4.09	0.954	0.75	0.432	0.432	1	5.682	4.227	13.841
2 1/2	2.577	5.154	1.203	0.945	0.544	0.544	1	7.159	5.326	17.44
3	3.068	6.136	1.432	1.125	0.648	0.648	1	8.523	6.341	20.761
4	4.091	8.182	1.909	1.5	0.864	0.864	1	11.364	8.454	27.682
6	6.136	12.272	2.364	2.25	1.295	1.295	1	17.048	12.682	41.523

Fuente: Elaboración propia.

- f) Se considerado el siguiente cuadro para los diámetros interiores de los tipos de material y coeficiente Hazen

Tabla 50

Coefficientes Hazen según diámetro y material.

PVC		COBRE		SCH 40		Pulg.
150		140		120		
D (Pulg)	D inter (Pulg)	D (Pulg)	D inter (Pulg)	D (Pulg)	D inter (Pulg)	
1/2	15.2	1/2	13.84			
3/4	20.7	3/4	19.95			
1	26.2	1	26.03			
1 1/4	34.8	1 1/4	32.12	1 1/4	35.04	1.38
1 1/2	40.6	1 1/2	38.23	1 1/2	40.9	1.61
2	52.2	2	50.41	2	52.5	2.067
2 1/2	66	2 1/2	62.91	2 1/2	62.73	2.47
3	80.1	3	74.79	3	77.92	3.068
4	103.2	4	99.22	4	102.26	4.026
6	152.4	6	152.4	6	152.4	6

Fuente: Elaboración propia.

ALTURA DINÁMICA TOTAL

$$HDT = H_g + H_f \text{ tub} + P_s$$

HDT	.....	Altura Dinámica Total (mca)
H _g	.....	Altura Geométrica (mt)
H _{f tub}	.....	Pérdida de carga en la tubería por longitud y accesorios (mt)
P _s	.....	Presión de salida en el punto más desfavorable (mt)

a) Altura Geométrica

H_g = 5.00 m (altura entre el punto de salida de agua más desfavorable y el nivel mínimo de agua en la cisterna)

b.2) PÉRDIDA DE CARGA EN LA LÍNEA DE SUCCIÓN

Fricción en tuberías de succión

Tramo	Caudal	Longitud	C	Diámetro	Diámetro	V	hf
	(Lts/s)	(metros)	HyW	(Pulg)	(mm)	(m/s)	(m)
1	2.928	8.37	120	2	52.5	1.4	0.894
Total pérdida de carga por fricción							0.894

Pérdida de carga por accesorios

Ítem	Accesorios	Cantidad	Di	Di	Leq	Q	hk
			(Pulg)	(mm)	(metros)	(Lts/s)	(m)
1	Canastilla	1	3	77.92	20.76	0.843	0.016
2	Válvula de compuerta	1	3	77.92	0.65	0.843	0.001
3	Tee con reducción	6	3	77.92	6.14	0.843	0.029
4	Codo	1	3	77.92	3.07	0.843	0.002
5	Válvula de compuerta	1	2	52.5	0.43	0.843	0.002
Total pérdida de carga por accesorios							0.048

b.3) PÉRDIDA DE CARGA EN LA LÍNEA DE IMPULSIÓN:

Fricción en tuberías

Tramo	Caudal	Longitud	C	Diámetro	Diámetro	V	hf
	(Lts/s)	(metros)	HyW	(Pulg)	(mm)	(m/s)	(m)
1	1.686	2.1	120	1 ½	40.9	1.30	0.272
2	1.686	16	120	1 ½	40.9	1.30	2.073
Total pérdida de carga por fricción							2.345

Pérdida de carga por accesorios

Ítem	Accesorios	Cantidad	Di	Di	Leq	Q	hk
			(Pulg)	(mm)	(metros)	(Lts/s)	(m)
1	Válvula check	1	1 1/2	40.9	3.21	0.843	0.058
2	Válvula de compuerta	1	1 1/2	40.9	0.33	0.843	0.006
3	Tee con reducción	1	1 1/2	40.9	3.11	0.843	0.056
4	Codo 90°	1	1 1/2	40.9	1.55	0.843	0.028
5	Manómetro	1	1 1/2	40.9	0.80	0.843	0.014
Total pérdida de carga por accesorios							0.324

*Pérdida de carga total en la ruta crítica:	3.15	m
*Pérdida de carga dentro del cuarto de bombas		
*Pérdida de carga en la línea de succión	0.83	m
*Pérdida de carga en la línea de impulsión	2.67	m

hftub= 6.65 m valor calculado desde la EB hasta el punto más desfavorable

Entonces tenemos:

Hg = 11.00 m (Altura entre el punto de salida de agua más desfavorable y el nivel mínimo de agua en la cisterna)

Hf tub = 6.65 m (Valor calculado desde la EB hasta el punto más desfavorable)

Ps = 25.00 m (Valor equivalente a la presión mínima para el funcionamiento de una válvula fluxométrica para una marmita)

Luego; la HDT calculada será de HDT = 44.65 mca

SELECCIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO

Considerando:

- a) Tipo de electrobombas De velocidad variable a presión constante
- b) Cantidad 01 EB operando + 01 EB stand by
- c) Funcionamiento Alternado
- d) Eficiencia hidráulica 60%
- e) Eficiencia del motor (efic. eléctrica) .. 75%

Tendremos que:

- (*) Caudal de bombeo total $Q_b = 1.69 \text{ l/s}$
- (*) Altura Dinámica Total para cada Electrobomba .. $HDT' = 44.65 \text{ mca}$

Luego:

- (*) Potencia hidráulica para cada Electrobomba $POT_{h' eb} = 1.70 \text{ HP}$
- (*) Potencia eléctrica para cada Electrobomba $POT_{e' eb} = 2.27 \text{ HP}$

Altura del proyecto= 3100.0 msnm

Factor de derrateo= 0.92 %

Potencia comercial próxima= 3.00 hp

Potencia motor aprox = 2.75 hp > que 2.27 HP cumple

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE BOMBEO:

Tabla 52

Equipo de bombeo para sistema de agua caliente 80°C.

Tipo	Presión constante y velocidad variable	
Caudal / bomba	1.69	l/s
Altura Dinámica Total	45.00	m
Potencia de cada bomba aprox.	3.00	HP
Cantidad	2.00	Unid
Diámetro de succión	1 ½	pulg
Diámetro de impulsión	1 ½	pulg

Fuente: Elaboración propia.

Se requerirá de 02 electrobombas de presión constante y velocidad variable, funcionarán alternadamente, 01 de reserva.

DISEÑO DEL SISTEMA DE RETORNO DE AGUA CALIENTE A 80°C

DATOS PARA EL DISEÑO:

- a) Cota del nivel mínimo de agua en la cisterna de agua blanda .. $C_{nma} = 3.40$ m
- b) Cota de la tubería en el punto de salida más desfavorable $C_{pmd} = 0.80$ m
- c) Se ha considerado las pérdidas de carga locales por accesorios del siguiente cuadro:

Tabla 53

Pérdidas de carga por accesorios.

Diámetro (Pulg.)	Codo	Tee	Reducción			Válvula de compuerta	Medidor	Check		Pie
			d/D = 1/4	d/D = 1/2	d/D = 3/4			Vertical	Horizontal	
1/2	0.532	1.064	0.248	0.195	0.112	0.112	1	1.477	1.099	3.599
3/4	0.777	1.554	0.363	0.285	0.164	0.164	1	2.159	1.606	5.26
1	1.023	2.046	0.477	0.375	0.216	0.216	1	2.841	2.114	6.92
1 1/4	1.309	2.618	0.611	0.48	0.276	0.276	1	3.636	2.705	8.858
1 1/2	1.554	3.108	0.725	0.57	0.328	0.328	1	4.318	3.213	10.519
2	2.045	4.09	0.954	0.75	0.432	0.432	1	5.682	4.227	13.841
2 1/2	2.577	5.154	1.203	0.945	0.544	0.544	1	7.159	5.326	17.44
3	3.068	6.136	1.432	1.125	0.648	0.648	1	8.523	6.341	20.761
4	4.091	8.182	1.909	1.5	0.864	0.864	1	11.364	8.454	27.682
6	6.136	12.272	2.364	2.25	1.295	1.295	1	17.048	12.682	41.523

Fuente: Elaboración propia.

- d) Se considerado el siguiente cuadro para los diámetros interiores de los tipos de material y coeficiente Hazen

Tabla 54

Coefficientes Hazen según diámetro y material.

PVC		COBRE		SCH 40		Pulg.
150	140	150	140	120	120	
D (Pulg)	D inter (Pulg)	D (Pulg)	D inter (Pulg)	D (Pulg)	D inter (Pulg)	
1/2	15.2	1/2	13.84			
3/4	20.7	3/4	19.95			
1	26.2	1	26.03			
1 1/4	34.8	1 1/4	32.12	1 1/4	35.04	1.38
1 1/2	40.6	1 1/2	38.23	1 1/2	40.9	1.61
2	52.2	2	50.41	2	52.5	2.067
2 1/2	66	2 1/2	62.91	2 1/2	62.73	2.47
3	80.1	3	74.79	3	77.92	3.068
4	103.2	4	99.22	4	102.26	4.026

Fuente: Elaboración propia.

DIMENSIONAMIENTO DE LA LÍNEA DE RETORNO DE AGUA CALIENTE

Considerando que $Q_{rac} = 10\% Q_{ac}$

Hospital	Q_{ac} (Lts/s)	Q_{rac} (Lts/s)	Diámetro (Pulg)	Diámetro (mm)	V (m/s)
Total	1.69	0.169	1	26.2	0.3

ALTURA DINAMICA TOTAL DEL SISTEMA DE BOMBEO PARA EL RETORNO DE AGUA CALIENTE

$$HT (RAC) = H_f (TUB) + H_f (TUB-RAC) + H_f \text{ imp RAC} + H_f B(RAC)$$

DONDE:

HT (RAC) : Altura Total de la Bomba de Recirculación

H_f (TUB) : Perdida de carga en la tubería de agua caliente al punto más desfavorable

H_f (TUB-RAC) : Perdida de carga en la tubería de "retorno de agua caliente".

H_f imp RAC : Perdida de carga en la "inyección al calentador".

H_f B(RAC) : Perdida de carga en la "bomba de retorno de A.C."

a) PÉRDIDA DE CARGA EN EL TRAMO DE SUCCIÓN:

Tabla 55

Pérdida de carga en tubería de retorno de agua caliente a 80°C (contractual).

Tramo	Q	DN	Di	V	Cantidad de accesorios										Leq Acc	L Tub.	L Tot.	C	hf
					CODO	TEE	Reducción			V. Comp.	Medidor	Check		Pie					
							d/D=1/4	d/D=1/2	d/D=3/4			Vertical	Horizontal						
x-y	L/seg	Pulg	mm	m/seg										m	m	m	HyW	m	
A																			
A-a	0.088	1/2	13.84	0.585	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1.29	2.50	3.79	140	0.15
a-B	0.1	1/2	13.84	0.665	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.06	3.85	4.91	140	0.25
B-b	0.1	1/2	13.84	0.665	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.53	19.50	20.03	140	1.03
b-C	0.117	3/4	19.95	0.374	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.78	1.70	2.48	140	0.03
C-c	0.163	3/4	19.95	0.521	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1.72	42.01	43.73	140	0.93
Hf Total																		2.39	

Fuente: Elaboración propia.

Entonces: Hf(TUB-RAC) : Pérdida de carga en la tubería de "retorno de agua caliente".
Hf(TUB-RAC) : 2.93 m

b) PÉRDIDA DE CARGA EN EL TRAMO DE IMPULSIÓN:

Tramo	Q	DN	Di	V	Cantidad de accesorios											Leq Acc	L Tub.	L Tot.	C	hf
					CODO	TEE	Reducción			V. Comp.	Medidor	Check		Pie						
							d/D=1/4	d/D=1/2	d/D=3/4			Vertical	Horizontal							
x-y	L/seg	Pulg	mm	m/seg										m	m	m	HyW	m		
J-K	0.169	3/4	19.95	0.539	2	1	0	0	0	1	0	0	1	0	4.88	3.23	8.11	140	0.18	
Hf Total																		0.18		

Fuente: Elaboración propia.

Entonces: Hf imp RAC : Perdida de carga en la "inyección al calentador".

Hf imp RAC : 0.18 m.

ALTURA DINAMICA TOTAL DE LA BOMBA PARA EL RETORNO DE AGUA CALIENTE

$$\text{HDT (RAC)} = \text{Hf (TUB-AC)} + \text{Hf (TUB-RAC)} + \text{Hf (Imp RAC)} + \text{Hf (EB-RAC)}$$

DONDE:

- HDT (RAC) : Altura Dinámica Total de la Bomba de Recirculación (mca)
- Hf (TUB-AC) : Pérdida de carga en la tubería de distribución de agua Caliente hasta el punto más desfavorable (mt)
- Hf (TUB-RAC) : Pérdida de carga en la tubería de "retorno de agua caliente" (mt).
- Hf (Imp RAC) : Pérdida de carga en la "inyección al calentador".
- Hf (EB-RAC) : Pérdida de carga en la "bomba de retorno de A.C."

Reemplazando valores, tendremos:

Hf (Tub-AC)	:	6.65	mca
Hf (Tub-RAC)	:	2.39	mca
Hf (Imp RAC)	:	0.18	mca
Hf (EB-RAC)	:	2.00	mca
Luego; la HDT(RAC): calculada será de .. HDT(RAC) : 11.23 mca			

SELECCIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO

Considerando:

- a) Tipo de electrobombas De velocidad variable a presión constante
- b) Cantidad 01 EB operando + 01 EB stand by
- c) Funcionamiento Alternado
- d) Eficiencia hidráulica 40%
- e) Eficiencia del motor (efic. eléctrica)..... 75%

Tendremos que:

- (*) Caudal de bombeo total $Q_b = 0.169 \text{ l/s}$
- (*) Altura Dinámica Total para cada Electrobomba .. $HDT' = 11.23 \text{ mca}$

Luego:

- (*) Potencia hidráulica para cada Electrobomba $POT_{h' eb} = 0.10 \text{ HP}$
- (*) Potencia eléctrica para cada Electrobomba $POT_{e' eb} = 0.13 \text{ HP}$

Altura del proyecto= 3100.0 msnm

Factor de derrateo= 0.92 %

Potencia comercial próxima= 1.50 hp

Potencia motor aprox = 0.92 hp > que 0.13 HP cumple

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE BOMBEO:

Tabla 56

Equipo de bombeo para el sistema de retorno de agua caliente 80°C.

Tipo	Presión constante y velocidad variable	
Caudal / bomba	0.169	l/s
Altura Dinámica Total	12.00	m
Potencia de motor aprox.	1.00	HP
Cantidad	2.00	Unid
Diámetro de succión	$\frac{3}{4}$	pulg
Diámetro de impulsión	$\frac{3}{4}$	pulg

Fuente: Elaboración propia.

DISEÑO DE LOS SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA BLANDA

DATOS PARA EL DISEÑO:

- a) Caudal Total de bombeo Qb = 2.93 l/s
- b) Presión de salida (Ps) (solicitado por mecánico para
Chiller) P = 17.60 mca
- c) Cota del nivel mínimo de agua en la cisterna de
agua dura Cnma = -3.40 m
- d) Cota de la tubería en el punto de salida más
desfavorable Cpm� = 22.45 m
- e) Se ha considerado las pérdidas de carga locales por accesorios del siguiente cuadro:

Tabla 57

Pérdidas de carga por accesorios.

Diámetro (Pulg.)	Codo	Tee	Reducción			Válvula de compuerta	Medidor	Check		Pie
			d/D = 1/4	d/D = 1/2	d/D = 3/4			Vertical	Horizontal	
1/2	0.532	1.064	0.248	0.195	0.112	0.112	1	1.477	1.099	3.599
3/4	0.777	1.554	0.363	0.285	0.164	0.164	1	2.159	1.606	5.26
1	1.023	2.046	0.477	0.375	0.216	0.216	1	2.841	2.114	6.92
1 1/4	1.309	2.618	0.611	0.48	0.276	0.276	1	3.636	2.705	8.858
1 1/2	1.554	3.108	0.725	0.57	0.328	0.328	1	4.318	3.213	10.519
2	2.045	4.09	0.954	0.75	0.432	0.432	1	5.682	4.227	13.841
2 1/2	2.577	5.154	1.203	0.945	0.544	0.544	1	7.159	5.326	17.44
3	3.068	6.136	1.432	1.125	0.648	0.648	1	8.523	6.341	20.761
4	4.091	8.182	1.909	1.5	0.864	0.864	1	11.364	8.454	27.682
6	6.136	12.272	2.364	2.25	1.295	1.295	1	17.048	12.682	41.523

Fuente: Elaboración propia.

- f) Se considerado el siguiente cuadro para los diámetros interiores de los tipos de material y coeficiente Hazen

Tabla 58

Coefficientes Hazen según diámetro y material.

PVC		COBRE		SCH 40		
150		140		120		Pulg.
D (Pulg)	D inter (Pulg)	D (Pulg)	D inter (Pulg)	D (Pulg)	D inter (Pulg)	
1/2	15.2	1/2	13.84			
3/4	20.7	3/4	19.95			
1	26.2	1	26.03			
1 1/4	34.8	1 1/4	32.12	1 1/4	35.04	1.38
1 1/2	40.6	1 1/2	38.23	1 1/2	40.9	1.61
2	52.2	2	50.41	2	52.5	2.067
2 1/2	66	2 1/2	62.91	2 1/2	62.73	2.47
3	80.1	3	74.79	3	77.92	3.068
4	103.2	4	99.22	4	102.26	4.026

Fuente: Elaboración propia.

ALTURA DINAMICA TOTAL

$$HDT = Hg + Hftub + PS$$

DONDE:

HDT : Altura Dinámica Total (mca)

Hg : Altura Geométrica (mt)

Hf tub : Pérdida de carga en la tubería por longitud y accesorios (mt)

PS : Presión de salida en el punto más desfavorable (mt)

Altura Geométrica

Hg = 25.85 m (altura entre el punto de salida de agua más desfavorable y el nivel mínimo de agua en la cisterna)

b) PÉRDIDA DE CARGA EN LA TUBERÍA POR LONGITUD Y ACCESORIOS (m)

b.1) PÉRDIDA DE CARGA DESDE SISTEMA DE BOMBEO HASTA EL PUNTO DE SALIDA MÁS DESFAVORABLE

Tabla 59

Pérdida de carga desde bomba hasta salida más desfavorable (contractual).

Tramo x-y	UH	Q L/seg	DN Pulg	Di mm	V m/seg	Cantidad de accesorios										Leq Acc m	L Tub. m	L Tot. m	C HyW	hf m	Pr m
						CODO	TEE	Reducción			V. Comp.	Medidor	Check		Pie						
								d/D=1/4	d/D=1/2	d/D=3/4			Vertical	Horizontal							
A																					17.6
A-a	2	0.82	1	26.03	1.541	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	5.33	6.05	11.38	140	1.32	16.02
a-B	2	0.82	1 1/4	32.12	1.012	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1.59	8.11	9.70	140	0.40	16.42
B-b	2	0.82	1 1/4	34.8	0.862	4	1	0	0	1	1	0	0	0	0	8.41	4.86	13.27	140	0.37	16.79
b-C	2	0.82	1 1/4	34.8	0.862	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2.62	4.25	6.87	140	0.19	21.23
C-c	6	0.94	1 1/4	34.8	0.988	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2.62	4.25	6.87	140	0.25	25.73
c-D	8	1	1 1/4	34.8	1.051	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2.89	4.25	7.14	140	0.29	30.27
D-D'	14	1.17	1 1/4	34.8	1.229	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	4.25	4.25	140	0.23	34.76
D'-d	16	1.22	1 1/4	34.8	1.281	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.28	9.06	9.34	140	0.55	39.55
d-E	26	1.45	1 1/2	40.6	1.12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	51.50	51.50	140	1.97	41.52
E-e	56	2.05	1 1/2	40.6	1.585	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	2.03	2.03	140	0.15	41.67
e-F	86	2.41	2	52.2	1.125	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12.27	38.50	4.00	140	0.11	47.31
																			Hf Total		5.83

Fuente: Elaboración propia.

b.2) PÉRDIDA DE CARGA EN LA LÍNEA DE SUCCIÓN

Fricción en tuberías de succión

Tramo	Caudal	Longitud	C	Diámetro	Diámetro	V	hf
	(Lts/s)	(metros)	HyW	(Pulg)	(mm)	(m/s)	(m)
1	2.928	8.37	120	2	52.5	1.4	0.894
Total pérdida de carga por fricción							0.894

Pérdida de carga por accesorios

Ítem	Accesorios	Cantidad	Di	Di	Leq	Q	hk
			(Pulg)	(mm)	(metros)	(Lts/s)	(m)
1	Canastilla	1	3	77.92	20.76	1.464	0.045
2	Válvula de compuerta	1	3	77.92	0.65	1.464	0.001
3	Tee con reducción	2	3	77.92	6.14	1.464	0.027
4	Codo	1	3	77.92	3.07	1.464	0.007
5	Válvula de compuerta	1	2	52.5	0.43	1.464	0.006
Total pérdida de carga por accesorios							0.079

b.3) PÉRDIDA DE CARGA EN LA LÍNEA DE IMPULSIÓN:

Fricción en tuberías

Tramo	Caudal	Longitud	C	Diámetro	Diámetro	V	hf
	(Lts/s)	(metros)	HyW	(Pulg)	(mm)	(m/s)	(m)
1	2.928	0.9	120	2	52.5	1.4	0.096
2	2.928	11.2	120	2	52.5	1.4	1.194
Total pérdida de carga por fricción							1.289

Pérdida de carga por accesorios

Ítem	Accesorios	Cantidad	Di	Di	Leq	Q	hk
			(Pulg)	(mm)	(metros)	(Lts/s)	(m)
1	Válvula check	1	2	52.5	4.23	1.464	0.062
2	Válvula de compuerta	1	2	52.5	0.43	1.464	0.006
3	Tee con reducción	1	2	52.5	4.09	1.464	0.060
4	Codo 90°	1	2	52.5	2.05	1.464	0.030
5	Manómetro	1	2	52.5	0.80	1.464	0.012
Total pérdida de carga por accesorios							0.343

*Pérdida de carga total en la ruta crítica: 5.83 m

*Pérdida de carga dentro del cuarto de bombas

*Pérdida de carga en la línea de succión 0.97 m

*Pérdida de carga en la línea de impulsión 1.63 m

hftub= 8.44 m valor calculado desde la EB hasta el punto más desfavorable

Entonces tenemos:

- Hg = 25.85 m (Altura entre el punto de salida de agua más desfavorable y el nivel mínimo de agua en la cisterna)
- Hf tub = 8.44 m (Valor calculado desde la EB hasta el punto más desfavorable)
- Ps = 17.60 m (Valor equivalente a la presión mínima para el funcionamiento de una válvula fluxométrica para un Chiller)

Luego; la HDT calculada será de HDT = 56.89 mca

SELECCIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO

Considerando:

- a) Tipo de electrobombas De velocidad variable a presión constante
- b) Cantidad 01 EB operando + 01 EB stand by
- c) Funcionamiento Alternado
- d) Eficiencia hidráulica 60%
- e) Eficiencia del motor (efic. eléctrica) 75%

Tendremos que:

- (*) Caudal de bombeo total Qb = 2.93 l/s
- (*) Altura Dinámica Total para cada Electrobomba .. HDT' = 56.89 mca

Luego:

(*) Potencia hidráulica para cada Electrobomba $POT_{h'eb} = 3.80$ HP

(*) Potencia eléctrica para cada Electrobomba $POT_{e'eb} = 5.07$ HP

Altura del proyecto = 3100.0 msnm

Factor de derrateo = 0.92 %

Potencia comercial próxima = 6.00 hp

Potencia motor aprox = 5.50 hp > que 5.07 HP cumple

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE BOMBEO:

Tabla 60

Equipo de bombeo para sistema de agua blanda.

Tipo	Presión constante y velocidad variable	
Caudal / bomba	2.93	l/s
Altura Dinámica Total	57.00	m
Potencia motor aprox.	6.00	HP
Cantidad	2.00	Unid
Diámetro de succión	2	pulg
Diámetro de impulsión	2	pulg

Fuente: Elaboración propia.

Se requerirá de 02 electrobombas de presión constante y velocidad variable,
funcionarán alternadamente, 01 de reserva.

4.1.5 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA

SISTEMA DE ABLANDAMIENTO DE AGUA

DATOS PARA EL DISEÑO:

- a) Dotación diaria de agua blanda DOTAB = 28.00 m³/día
 b) Tiempo de funcionamiento de la Planta de Trat TAB = 8.00 horas/día

CAUDAL DE TRATAMIENTO:

$$Q_{AB} = \frac{DOT_{AB}}{T_{AB}} \quad Q_{AB} = 0.97 \text{ lt/s}$$

$$Q_{AB} = 15.41 \text{ GPM}$$

DIMENSIONAMIENTO DEL FILTRO MULTIMEDIO

Datos de Diseño:

- (-) Velocidad de filtración (flux) V_{fm} = 10 - 15 gpm/pie²
 (-) Flux máximo V_{fm} máx = 15.00 gpm/pie³

Cálculos

$$\text{Área de Filtración (pie}^2\text{)} = \frac{Q_i \text{ (gpm)}}{V_f \text{ máx } \left(\frac{\text{gpm}}{\text{pie}^2}\right)}$$

Reemplazando valores A_{fm} = 1.03 pie²

Sabemos: $A = \frac{\pi x}{D^2}$ entonces..... D_{fm} = 1.14 pies

4

D_{fm} = 13.73 pulg

Se escoge comercialmente un Diámetro D_{fm} D_{fm} = 14.00 pulg

1.17 pie

Corrigiendo el valor del Área de Filtración, tendremos ... $A_{fm} = 1.07 \text{ pie}^2$

Entonces, la Velocidad de Filtración será de $V_{fm} = 14.42 \text{ gpm/pie}^2$

El cual se haya dentro del rango establecido.

Luego; se emplearán dos (02) Filtro Multimedio, cuyas dimensiones comerciales del tanque serán:

Diámetro (D) = 14"

Altura (H) = 64"

Observación:

- En el ítem 6.2.1.3 Cálculo de la dotación de agua blanda, el valor calculado por el Proyectista fue de 28 m^3 , sin embargo este valor debió ser observado teniéndose un valor recalculado de 20 m^3 , dato que modificaría siguientes cálculos. Por lo cual el cálculo dimensionamiento de filtro corregido será como se muestra a continuación.

DATOS PARA EL DISEÑO:

a) Dotación diaria de agua blanda DOTAB.= 20.00 $\text{m}^3/\text{día}$

b) Tiempo de funcionamiento de la Planta de Trat . TAB = 8.00 horas/día

CAUDAL DE TRATAMIENTO:

$$Q_{AB} = \frac{DOT_{AB}}{T_{AB}}$$

$$Q_{AB} = 0.69 \text{ lt/s}$$

$$Q_{AB} = 11.007 \text{ GPM}$$

DIMENSIONAMIENTO DEL FILTRO MULTIMEDIO

c.1) Datos de Diseño:

(-) Velocidad de filtración (flux) $V_{fm} = 10 - 15 \text{ gpm/pie}^2$

(-) Flux máximo $V_{fm \text{ máx}} = 15.00 \text{ gpm/pie}^2$

c.2) Cálculos

$$\text{Área de Filtración (pie}^2\text{)} = \frac{Q_i \text{ (gpm)}}{V_f \text{ máx } \left(\frac{\text{gpm}}{\text{pie}^2}\right)}$$

Reemplazando valores $A_{fm} = 0.73 \text{ pie}^2$

Sabemos $A = \frac{\pi x}{D^2}$ entonces $D_{fm} = 0.96 \text{ pies}$

4

$D_{fm} = 11.52 \text{ pulg}$

Se escoge comercialmente un Diámetro D_{fm} $D_{fm} = 14.00 \text{ pulg}$

1.17 pie

Corrigiendo el valor del Área de Filtración, tendremos ... $A_{fm} = 1.07 \text{ pie}^2$

Entonces, la Velocidad de Filtración será de $V_{fm} = 14.42 \text{ gpm/pie}^2$

DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO ABLANDADOR DE AGUA

Datos de Diseño:

(-) Caudal a tratar $Q_i = 0.97 \text{ lt/seg}$

$Q_i = 924.70 \text{ gal/h}$

(-) Dureza del agua a tratar $[\text{CaCO}_3]$ 250.00 ppm

Se ha considerado esta cantidad estándar de dureza, lo que es un valor normal de una planta de tratamiento de agua

(-) Equivalencia 1 grano/gln = 17.1 ppm CaCO₃

Consideraciones:

(-) Cantidad de Tanques # Tanq = 2.00 unid

(-) Diámetro comercial D_{faa} = 16.00 pulg

(-) Instalación en paralelo

(-) Funcionamiento alternado (c/tanque tratará el total de caudal que ingresa)

(-) Capacidad de intercambio = 25000 grano/pie³
=15.00lb sal / pie³ resina

(-) Tiempo de operación entre regeneraciones ... T = 6.00 horas

Cálculo del volumen de resina (pie³):

$$Vol. (pie^3) = \frac{Caudal (gph) \times Dureza \left(\frac{grano}{gln}\right) \times Tiempo Operación (horas)}{Capacidad de Intercambio \left(\frac{grano}{pie^3}\right)}$$

Según equivalencia, la Dureza del Agua será de:

$$[CaCO_3] = 14.62 \text{ granos/gal}$$

Reemplazando valores en la fórmula, tendremos ... Vol = 3.24 pie³

Dimensionamiento del Filtro:

Seleccionando un tanque comercial, tendremos que: Diámetro = 16 pulg
Altura = 65 pulg

- (-) Área de Filtración: $A_{faa} = (\pi \times D^2 / 4)$ $A_{faa} = 1.40 \text{ pie}^2$
- (-) Volumen total del tanque $V_{t \text{ faa}} = A_{faa} \times H \dots\dots$ $V_{t \text{ faa}} = 7.56 \text{ pie}^3$
- (-) Vol. de resina equivalente al 55% del vol. Total ... $V_{r \text{ faa}} = 4.16 \text{ pie}^3$

Se observa que la capacidad disponible del tanque es mayor a la requerida para el tratamiento.

Luego; se empleará 02 tanques de instalación en paralelo y funcionamiento alternado, cuyas dimensiones comerciales serán:

$$\text{Diámetro (D)} = 16''$$

$$\text{Altura (H)} = 65''$$

SELECCIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO PARA ABLANDAR

DATOS PARA EL DISEÑO:

Considerando:

- a) Tipo de electrobombas De velocidad variable a presión
contante
- b) Cantidad 01 EB operando + 01 EB stand by
- c) Funcionamiento Alternado
- d) Eficiencia hidráulica 60%
- e) Eficiencia del motor (efic. eléctrica)..... 75%
- f) Caudal de Tratamiento 0.97 l/s
- g) Se ha considerado las pérdidas de carga locales por accesorios del siguiente

cuadro:

Tabla 61

Pérdidas de carga por accesorios.

Diámetro (Pulg.)	Codo	Tee	Reducción			Válvula de compuerta	Medidor	Check		Pie
			d/D = 1/4	d/D = 1/2	d/D = 3/4			Vertical	Horizontal	
1/2	0.532	1.064	0.248	0.195	0.112	0.112	1	1.477	1.099	3.599
3/4	0.777	1.554	0.363	0.285	0.164	0.164	1	2.159	1.606	5.26
1	1.023	2.046	0.477	0.375	0.216	0.216	1	2.841	2.114	6.92
1 1/4	1.309	2.618	0.611	0.48	0.276	0.276	1	3.636	2.705	8.858
1 1/2	1.554	3.108	0.725	0.57	0.328	0.328	1	4.318	3.213	10.519
2	2.045	4.09	0.954	0.75	0.432	0.432	1	5.682	4.227	13.841
2 1/2	2.577	5.154	1.203	0.945	0.544	0.544	1	7.159	5.326	17.44
3	3.068	6.136	1.432	1.125	0.648	0.648	1	8.523	6.341	20.761
4	4.091	8.182	1.909	1.5	0.864	0.864	1	11.364	8.454	27.682
6	6.136	12.272	2.364	2.25	1.295	1.295	1	17.048	12.682	41.523

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 62

Coefficientes Hazen según diámetro y material.

PVC		COBRE		SCH 40		
150		140		120		Pulg.
D (Pulg)	D inter (Pulg)	D (Pulg)	D inter (Pulg)	D (Pulg)	D inter (Pulg)	
1/2	15.2	1/2	13.84			
3/4	20.7	3/4	19.95			
1	26.2	1	26.03			
1 1/4	34.8	1 1/4	32.12	1 1/4	35.04	1.38
1 1/2	40.6	1 1/2	38.23	1 1/2	40.9	1.61
2	52.2	2	50.41	2	52.5	2.067
2 1/2	66	2 1/2	62.91	2 1/2	62.73	2.47
3	80.1	3	74.79	3	77.92	3.068
4	103.2	4	99.22	4	102.26	4.026

Fuente: Elaboración propia.

ALTURA DINAMICA TOTAL

$$HDT = H_g + H_{ftub} + PS + H_f \text{ fil}$$

DONDE:

HDT : Altura Dinámica Total (mca)

H_g : Altura Geométrica (mt)

H_{f tub} : Pérdida de carga en la tubería por longitud y accesorios (mt)

PS : Presión de salida en el punto más desfavorable (mt)

Altura Geométrica

H_g = 4.00 m (altura entre el punto de salida de agua más desfavorable y el nivel de bombeo)

PÉRDIDA DE CARGA EN LA LINEA DE SUCCIÓN

Fricción en tuberías de succión

Tramo	Caudal	Longitud	C	Diámetro	Diámetro	V	hf
	(Lts/s)	(metros)	HyW	(Pulg)	(mm)	(m/s)	(m)
1	10.502	1.74	120	4	102.26	1.3	0.077
1	0.972	1.40	120	1 1/2	40.9	0.7	0.066
Total pérdida de carga por fricción							0.142

Pérdida de carga por accesorios

Ítem	Accesorios	Cantidad	Di	Di	Leq	Q	hk
			(Pulg)	(mm)	(metros)	(Lts/s)	(m)
1	Canastilla	1	4	102	27.68	10.502	0.610
2	Válvula de compuerta	1	4	102	0.86	10.502	0.019
3	Codo	1	4	102	3.07	10.502	0.068
4	Tee con reducción	1	4	102	4.09	10.502	0.090
5	Codo	1	1 1/2	40.9	1.55	0.972	0.036
6	Tee	1	1 1/2	40.9	3.11	0.972	0.073
7	Válvula de compuerta	1	1 1/2	40.9	0.33	0.972	0.008
Total pérdida de carga por accesorios							0.903

PERDIDA DE CARGA EN LA LINEA DE IMPULSIÓN:

Fricción en tuberías

Tramo	Caudal	Longitud	C	Diámetro	Diámetro	V	hf
	(Lts/s)	(metros)	HyW	(Pulg)	(mm)	(m/s)	(m)
1	0.972	17.25	120	1 1/2	40.9	0.7	0.807
Total pérdida de carga por fricción							0.807

Pérdida de carga por accesorios

Ítem	Accesorios	Cantidad	Di	Di	Leq	Q	hk
			(Pulg)	(mm)	(metros)	(Lts/s)	(m)
1	Válvula check	1	1 1/2	40.9	3.21	0.972	0.075
2	Válvula de compuerta	5	1 1/2	40.9	0.33	0.972	0.038
3	Tee	4	1 1/2	40.9	3.11	0.972	0.291
4	Codo 90°	8	1 1/2	40.9	1.55	0.972	0.291
5	Tee	1	1 1/2	40.9	1.55	0.972	0.036
6	Válvula de compuerta	1	1 1/2	40.9	0.00	0.972	0.000
7	Codo 90°	4	1 1/2	40.9	1.55	0.972	0.145
8	Vál. Flotador	1	1 1/2	40.9	29.00	0.972	0.675
Total pérdida de carga por accesorios							1.552

*Pérdida de carga dentro del cuarto de bombas

*Pérdida de carga en la línea de succión 1.05 m

*Pérdida de carga en la línea de impulsión 2.36 m

hftub= 3.40 valor calculado desde la EB hasta el punto más desfavorable

*Máxima pérdida de carga en Filtros Limpios 14.00 m

(el equipo proporcionado por el equipador no deberá sobrepasar esta pérdida de carga)

*Pérdida de carga al final del periodo: 3.00 m

(condición de operación)

*Pérdida del Ablandador: 14.00 m

(el equipo proporcionado por el equipador no deberá sobrepasar esta pérdida de carga)

*Considerando que el ablandador requiere de una presión: 21.00 m

(según requerimiento de equipador)

Entonces tenemos:

$H_g = 4.00 \text{ m}$ (altura entre el punto de salida de agua más desfavorable y el nivel de bombeo)

$H_{f \text{ tub}} = 3.40 \text{ m}$ (valor calculado desde la EB hasta el punto más desfavorable)

$P_s = 2.00 \text{ m}$ (valor equivalente a la presión mínima en la entrada de la cisterna)

$H_{f \text{ fil}} = 52.00 \text{ mca}$ (valor total de pérdida en filtros y ablandadores)

Luego; la HDT calculada será de $HDT = 61.40 \text{ mca}$

SELECCIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO

Considerando:

- a) Tipo de electrobombas De velocidad variable a presión constante.
- b) Cantidad..... 01 EB operando + 01 EB stand by
- c) Funcionamiento..... Alternado / Simultáneo
- d) Eficiencia hidráulica..... 60%
- e) Eficiencia del motor (efic. eléctrica).. 75%

Tendremos que:

(*) Caudal de bombeo total $Q_b = 0.97 \text{ lt/s}$

(*) Altura Dinámica Total para cada Electrobomba ... $HDT' = 61.40 \text{ mca}$

Luego:

(*) Potencia hidráulica para cada Electrobomba $POT_{h' \text{ eb}} = 1.40 \text{ HP}$

(*) Potencia eléctrica para cada Electrobomba $POTE'_{\text{ eb}} = 1.87 \text{ HP}$

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DE BOMBEO:

Tabla 63

Equipo de bombeo para ablandamiento de agua.

Tipo	Presión constante y velocidad variable	
Caudal / bomba	0.97	l/s
Altura Dinámica Total	62.00	m
Potencia de cada bomba aprox.	1.40	HP
Eficiencia bomba aprox.	60%	
Potencia motor aprox.	3.00	HP
Cantidad	2.00	Unid
Diámetro de succión	1 ½	pulg
Diámetro de impulsión	1 ½	pulg

Fuente: Elaboración propia.

Se requerirá de 02 electrobombas de presión constante y velocidad variable,
donde 01 estará en funcionamiento y 01 de reserva.

Altura del proyecto = 3100.0 msnm

Factor de derrateo = 0.92 %

Potencia comercial próxima = 3.00 hp

Potencia motor aprox = 2.75 hp > que 1.87 HP cumple

SISTEMA DE CLORACION

DATOS PARA EL DISEÑO:

a) Dotación diaria de agua dura	DOTAB	=	50.00 m ³ /día
b) Tiempo de funcionamiento de la Planta de Tratamiento	TAB	=	6.00 horas/día
c) Concentración de la solución	C	=	3500.0 mg/l
d) Dosis máxima	Dm	=	3.00 mg/l
d) Dosis promedio	D	=	2.00 mg/l

CAUDAL DE TRATAMIENTO:

$$QLL = DOT_{AD} / T$$

QLL = 2.31 lt/s
QLL = 36.69 GPM

CAUDAL MINIMO DE AGUA PARA LA OPERACIÓN DEL EYECTOR

$$q = Q * Dm / C$$

q = 0.0020 lt/s
q = 0.0315 GPM

(-) q = caudal de bombeo para dosificar.

(-) Q = caudal en tubería

(-) C = concentración de la solución

CAPACIDAD DEL CLORADOR

$$W = Q * Dm$$

W = 6.94 mg/s
W = 25.00 gr/hr

(-) dosis máxima

(-) Q = caudal en tubería

CLORADOR COMERCIAL:

W_{cmax} = 75 g/h <> 20.83 mg/s

W_{cmin} = 3.75 g/h <> 1.042 mg/s

Equipo comercial

TUBERIA DE ALIMENTACION AL EYECTOR

V= V= 0.9 m/s

A=q/V A= 0.000002 m²

Di = (4 * A / PI)^{1/2} Di= 0.0017 m

Di= 0.066 pulg

DIAMETRO COMERCIAL DCOM.= 0.5 pulg

Tabla 64

Conexiones del Eyector, Entrada de Agua al Eyector.

Capacidad PPD (gr/hr)	Estándar	Opciones Extra
4 (75), 10 (200), 25 (500), 50 (1000), 100 (2000)	Manguera don I.D. de 1" (25.4 mm)	3/4" (19 mm) NPT Manguera de 3/4" (19 mm)
200 (4000)	1 1/4" (31.75 mm) NPT	Manguera de 1 1/2" (48.1 mm)
500 (10,000)	1 1/4" (31.75 mm) NPT	Manguera de 1 1/2" (48.1 mm)

Por lo tanto, el diámetro de impulsión será de 1", según recomendaciones del proveedor.

SALIDA DEL EYECTOR

Capacidad del Eyector PPD (gr/hr)	Media Estándar de la Salida del Agua	Opciones Para la Salida
4 (75), 10 (200), 25 (500), 50 (1000), 100 (2000)	Difusor en spray de 3/4" (19 mm)	Manguera de 1" (25.4 mm) o de 3/4" (19 mm), 1" (25.4 mm) o 3/4" (19 mm) NPT Extremo abierto de 3/4" (19 mm), 3" (76.2 mm) o 10" (254 mm) de longitud
200 (4000), 500 (10,000)	1 1/4" (31.75 mm) NPT	Manguera de 1 1/2" (48.1 mm)

CALCULO DE LA POTENCIA DE BOMBA

PERDIDA DE CARGA EN LA LINEA DE IMPULSIÓN:

Fricción en tuberías

Tramo	Caudal (Lts/s)	Longitud (metros)	C HyW	Diámetro (Pulg)	Diámetro (mm)	V (m/s)	hf (m)
1	0.002	6.7	120	3/4	19.95	0.006	0.00011
Total pérdida de carga por fricción							0.00011

Pérdida de carga por accesorios

Ítem	Accesorios	Cantidad	Di	Di	Leq	Q	hk
			(Pulg)	(mm)	(metros)	(Lts/s)	(m)
1	Válvula check	1	3/4	19.95	1.61	0.002	0.000013
2	Válvula de compuerta	1	3/4	19.95	0.16	0.002	0.000001
3	Tee	1	3/4	19.95	1.55	0.002	0.000013
4	Codo 90°	3	3/4	19.95	0.78	0.002	0.000019
5	Yee canastilla	1	3/4	19.95	5.26	0.002	0.000043
6	Reducción	1	1	26.64	0.22	0.002	0.0000004
Total pérdida de carga por accesorios							0.000089

*Pérdida de carga dentro del cuarto de bombas

*Pérdida de carga en la línea de succión 0.00

*Pérdida de carga en la línea de impulsión 0.0002

h_{tub}= 0.00020 valor calculado desde la EB hasta el punto más desfavorable

Presión requerida por el eyector h = 30 m

altura de sumergencia H_s = 2 m

H. total = H total= 32.00 m

CONSIDERANDO

a)	Tipo de electrobombas	Dosificadoras
b)	Cantidad	01 EB operando + 1 back up
c)	Funcionamiento	continuo
d)	Eficiencia hidráulica	60%
e)	Eficiencia del motor (efic. eléctrica)	75%

Luego:

(*) Potencia hidráulica para cada Electrobomba.... $POT_{h' eb} = 0.1000 \text{ HP}$

(*) Potencia eléctrica para cada Electrobomba..... $POT_{e' eb} = 0.5000 \text{ HP}$

Tabla 65

Equipo de bombeo para sistema de cloración.

Tipo	Presión constante y velocidad variable	
Caudal / bomba	1.00	l/s
Altura Dinámica Total	40.00	m
Eficiencia bomba aprox.	60%	
Potencia motor aprox.	2.00	HP
Cantidad	2.00	Unid
Diámetro de succión	1	pulg
Diámetro de impulsión	1	pulg

Fuente: Elaboración propia.

4.1.6 SISTEMA DE OSMOSIS INVERSA PARA LA CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN

CÁLCULO DE TANQUE ALMACENAMIENTO DE AGUA OSMOTIZADA

Considerando:

- a) Número de esterilizadores: 2 und capacidad de 200.00 lt
- b) Número de lavadores desinfectores: 1 und de 10 cestas
- c) Datos de consumo según proveedor.....

Esterilizador de Vapor:

Agua desmineralizada: 7.00 litros/ciclo.

Presión: 1-5 bar

Lavador desinfectador de 10 cestas:

Agua desmineralizada: 60.00 litros/ciclo.

Presión: 2-10 bar

Entonces:

Se va analizar por un ciclo: 1.00 ciclo

(02) Esterilizador de Vapor: 14.0 litros/ciclo.

(01) Lavador desinfectador de 10 cestas: 50.0 litros/ciclo.

Se va considerar tiempo por ciclo de: 1.00 hora

Se va considerar por día: 4.00 hr/día

(02) Esterilizador de Vapor: 56.0 litros

(01) Lavador desinfectador de 10 cestas: 200.0 litros

Consumo de agua Osmotizada 256.0 litros/día

Tanque de almacenamiento: 350.0 litros

Producción del Equipo de Osmosis Inversa 67.64 GPD

Recomendamos una planta de osmosis inversa de producción de 400 GPD y un tanque de acumulación de 350 Litros.

EQUIPO DE BOMBEO PARA RED DE AGUA OSMOTIZADA

Considerando:

a)	Tipo de electrobombas.....	De presión constante y velocidad variable
b)	Cantidad.....	01 EB operando + 01 EB stand by
c)	Funcionamiento.....	Alternado
d)	Eficiencia hidráulica.....	60%
e)	Eficiencia del motor (efic. eléctrica)...	75%
f)	Caudal de Tratamiento.....	0.85 l/s

DATOS PARA EL DISEÑO:

a)	Caudal Total de bombeo	$Q_b = 0.85 \text{ lps}$
b)	Presión de salida (Ps) (lavador desinfectador)	$P = 30.00 \text{ mca}$
c)	Cota del nivel mínimo de agua en la cisterna de agua osmotizada.....	$C_{nma} = 0.20 \text{ mt}$
d)	Cota de la tubería en el punto de salida más desfavorable.....	$C_{pmd} = 3.0 \text{ mt}$

Se ha considerado las pérdidas de carga locales por accesorios del siguiente cuadro:

Tabla 66

Pérdidas de carga por accesorios.

Diámetro (Pulg.)	Codo	Tee	Reducción			Válvula de compuerta	Medidor	Check		Pie
			d/D = 1/4	d/D = 1/2	d/D = 3/4			Vertical	Horizontal	
1/2	0.532	1.064	0.248	0.195	0.112	0.112	1	1.477	1.099	3.599
3/4	0.777	1.554	0.363	0.285	0.164	0.164	1	2.159	1.606	5.26
1	1.023	2.046	0.477	0.375	0.216	0.216	1	2.841	2.114	6.92
1 1/4	1.309	2.618	0.611	0.48	0.276	0.276	1	3.636	2.705	8.858
1 1/2	1.554	3.108	0.725	0.57	0.328	0.328	1	4.318	3.213	10.519
2	2.045	4.09	0.954	0.75	0.432	0.432	1	5.682	4.227	13.841
2 1/2	2.577	5.154	1.203	0.945	0.544	0.544	1	7.159	5.326	17.44
3	3.068	6.136	1.432	1.125	0.648	0.648	1	8.523	6.341	20.761
4	4.091	8.182	1.909	1.5	0.864	0.864	1	11.364	8.454	27.682
6	6.136	12.272	2.364	2.25	1.295	1.295	1	17.048	12.682	41.523

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 67

Coefficientes Hazen según diámetro y material.

PVC		COBRE		SCH 40		Pulg.
150	140	150	140	120	120	
D (Pulg)	D inter (Pulg)	D (Pulg)	D inter (Pulg)	D (Pulg)	D inter (Pulg)	
1/2	15.2	1/2	13.84			
3/4	20.7	3/4	19.95			
1	26.2	1	26.03			
1 1/4	34.8	1 1/4	32.12	1 1/4	35.04	1.38
1 1/2	40.6	1 1/2	38.23	1 1/2	40.9	1.61
2	52.2	2	50.41	2	52.5	2.067
2 1/2	66	2 1/2	62.91	2 1/2	62.73	2.47
3	80.1	3	74.79	3	77.92	3.068
4	103.2	4	99.22	4	102.26	4.026

Fuente: Elaboración propia.

PÉRDIDA DE CARGA EN LA LINEA DE SUCCIÓN

Fricción en tuberías de succión

Tramo	Caudal	Longitud	C	Diámetro	Diámetro	V	hf
	(Lts/s)	(metros)	HyW	(Pulg)	(mm)	(m/s)	(m)
1	0.850	0.60	140	1 ¼	32.12	1.049	0.054
Total pérdida de carga por fricción							0.054

Pérdida de carga por accesorios

Ítem	Accesorios	Cantidad	Di	Di	Leq	Q	hk
			(Pulg)	(mm)	(metros)	(Lts/s)	(m)
1	Canastilla	1	1 1/4	32.12	8.86	0.850	0.394
2	Válvula de compuerta	1	1 1/4	32.12	0.28	0.850	0.012
3	Codo	1	1 1/4	32.12	1.31	0.850	0.058
4	Tee con reducción	1	1 1/4	32.12	2.26	0.850	0.116
Total pérdida de carga por accesorios							0.581

PÉRDIDA DE CARGA EN LA LINEA DE IMPULSIÓN:

Fricción en tuberías

Tramo	Caudal	Longitud	C	Diámetro	Diámetro	V	hf
	(Lts/s)	(metros)	HyW	(Pulg)	(mm)	(m/s)	(m)
1	0.850	10.00	140	1 ¼	32.12	1.049	0.890
Total pérdida de carga por fricción							0.890

Pérdida de carga por accesorios

Ítem	Accesorios	Cantidad	Di	Di	Leq	Q	hk
			(Pulg)	(mm)	(metros)	(Lts/s)	(m)
1	Válvula check	1	1 1/4	32.12	2.71	0.850	0.160
2	Válvula de compuerta	5	1 1/4	32.12	0.28	0.850	0.082
3	Tee	4	1 1/4	32.12	2.62	0.850	0.620
4	Codo 90°	6	1 1/4	32.12	1.31	0.850	0.465
5	Tee	1	1 1/4	32.12	1.31	0.850	0.077
6	Válvula de compuerta	1	1 1/4	32.12	0.54	0.850	0.032
7	Codo 90°	4	1 1/4	32.12	1.31	0.850	0.310
Total pérdida de carga por accesorios							1.746

*Pérdida de carga dentro del cuarto de bombas

*Pérdida de carga en la línea de succión 0.63 m

*Pérdida de carga en la línea de impulsión 2.64 m

$h_{tub} = 3.27$ valor calculado desde la EB hasta el punto más desfavorable

Entonces tenemos:

$H_g = 2.80$ mca (altura entre el punto de salida de agua más desfavorable y el nivel de bombeo)

$H_f tub = 3.27$ mca (valor calculado desde la EB hasta el punto más desfavorable)

$P_s = 30.00$ mca (valor equivalente a la presión mínima en la entrada del equipo lavador desinfectador)

Luego; la HDT calculada será de..... HDT = 36.1 mca

SELECCIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO

Considerando:

- | | | |
|----|---|---|
| a) | Tipo de electrobombas..... | De velocidad variable a presión constante |
| b) | Cantidad..... | 01 EB operando +
01 EB stand by |
| c) | Funcionamiento..... | Alternado / Simultáneo |
| d) | Eficiencia hidráulica..... | 40% |
| e) | Eficiencia del motor (efic. eléctrica)... | 75% |

Tendremos que:

(*) Caudal de bombeo total..... $Q_b = 0.85$ lt/s

(*) Altura Dinámica Total para cada Electrobomba..... $HDT' = 36.07$ mca

Luego:

- (*) Potencia hidráulica para cada Electrobomba..... $POT_{h' eb} = 1.10$ HP
- (*) Potencia eléctrica para cada Electrobomba..... $POTE' eb = 1.47$ HP

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE BOMBEO:

Tabla 68

Equipo de bombeo para la red de osmosis.

Tipo	Presión constante y velocidad variable	
Caudal / bomba	0.85	l/s
Altura Dinámica Total	37.00	m
Potencia motor aprox.	1.50	HP
Cantidad	2.00	Unid
Diámetro de succión	1 ¼	pulg
Diámetro de impulsión	1 ¼	pulg

Fuente: Elaboración propia.

Se requerirá de 02 electrobombas de presión cte. y velocidad variable, donde 01 estará en funcionamiento y 01 de reserva.

En conclusión, el sistema va estar formada por:

- (-) 2 und Sistema de Osmosis inversa a 400 GPD
- (-) 1 und Pre filtro de sedimentos
- (-) 1 und Pre filtro de carbón activado
- (-) 1 und Post filtro de carbón activado
- (-) 1 und Tanque de almacenamiento de 350 litros
- (-) 1 und Válvula de reductora de presión
- (-) 2 und electrobomba booster en línea para la presurización del equipo de osmosis inversas

Nota:

Las especificaciones técnicas (capacidad, tuberías y accesorios) del equipo de osmosis a instalar, va estar de acuerdo a los equipos de esterilizador a vapor y lavador de desinfectar a adquirir, sus especificaciones técnicas estarán en la especialidad de equipamiento.

4.1.7 SISTEMA DE DESAGUE

CÁLCULO DEL DIÁMETRO DEL COLECTOR DE ALCANTARILLADO

Para la determinación del colector de desagüe se utilizar el capítulo destinado a las unidades de descarga tal como se desarrolla en la siguiente tabla del reglamento IS-010 del RNE del Anexo 9.

Aparatos sanitarios	Unidades de descarga
Inodoro c/Válvula Flux.	8
Lavatorio	2
Lavadero cocina	2
Lavadero de ropa	2
Ducha	2
Urinario c/Válv. Flux.	8
Sumidero	2

Diámetro de la tubería de descarga del aparato/equipo	Unidades de descarga
32 ó menor (1 ¼" o menor)	1
40 (1 ½")	2
50 (2")	3
65 (2 ½")	4
75(3")	5
100 (4")	5

Tabla 69

Cálculo de unidades de descarga según anexos del RNE.

Código	Descripción	Cantidad					Parcial (UD)	Total (UD)			
		Sótano	1°	2°	3°	4°			5°		
A-2	Lavatorio de cerámica vitrificada de 23" x 18", agua fría y caliente.			2		2	19	23	2	46	
A-2a	Lavamanos de cerámica o loza vitrificada, de 23"x18", control de codo-muñeca, grifería con cuello de ganso, agua fría y agua caliente.		3	1	14		14	32	2	64	
A-3	Lavatorio de cerámica o loza vitrificada de 23" x 18", grifería convencional, solo agua fría.	14	14	3	5	13	7	56	2	112	
A-5	Lavatorio de cerámica vitrificada (Ovalín), AF, de 18" de diámetro, temporizada.		5	14	12	2	2	35	2	70	
B-1	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, solo agua fría.		2			2	1	5	3	15	
B-1a	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, agua fría y caliente.	5	2	4	1		4	16	3	48	
B-9a	Lavadero de acero inoxidable con una poza y un escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría y caliente, con control de codo muñeca.						1	1	3	3	
LE-12	Lavadero de acero inoxidable de 1 poza de 0.50x0.50 con escurridor lateral de 1.20m		3					3	3	9	
LE-10	Lavadero de acero inoxidable de 1 poza de 0.50x0.50 con escurridor lateral de 1.20m		1					1	3	3	
LE-24	Lavadero de acero inoxidable de 2 pozas de 0.50x0.50 cm con doble escurridor lateral; 2.40m.		1					1	3	3	
B-9	Lavadero de acero inoxidable de 18"x20", agua fría y caliente, una poza y escurridor.		4	4	1	5	8	22	3	66	
B-11	Lavadero de acero inoxidable 21" x 42" con portagrifería de una poza y un escurridor, agua fría y agua caliente.		5		3			8	3	24	
B-12	Lavadero de acero inoxidable de 18"x55", agua fría y agua caliente, dos pozas y un escurridor, grifería cuello de ganso de agua fría y caliente, con control de codo muñeca.				1	2		3	3	9	
B-50	Botadero clínico de loza vitrificada blanca con fluxómetro, control de pie agua fría y agua caliente para lavachatas		1			2		3	5	15	
B-67	Lavadero de limpieza de mampostería de ladrillo revestido de cerámica, de dos pozas de diferente nivel y sólo agua fría, con grifería convencional para ambas pozas.	4	2	1	3	3	4	17	3	51	
B-100	Baño de artesa							6	6	3	18
B-102a	Lavadero de loza vitrificada o de acero inoxidable para cirujano, con grifería modelo cuello de ganso especial con control de rodilla cromada						4	4	2	8	
C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica	14	19	19	13	10	27	102	8	816	
C-1a	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica para discapacitado.				1	1		2	8	16	
C-4b	Inodoro baby fresh.						1	1	8	8	

C-10	Urinario de cerámica o loza vitrificada blanca, de pared, con grifería con válvula fluxométrica.	6	6	7	5	2	2	28	8	224
D-41	Unidad Dental Completa				1			1	3	3
D-215	Esterilizador con generador eléctrico de vapor (dual) de 200 litros o más, con doble puerta					2		2	5	10
D-220	Lavadora automática de chatas		1			2		3	5	15
E-130	Bidestilador de agua 4 litros/h			1				1	3	3
E-131	Bidestilador de agua 8 litros/h			2				2	3	6
E-201	Lavador desinfectador de 2 puertas					1		1	5	5
LA-25	Lavadora centrifuga automática de 2 puertas (barrera sanitaria) industrial 25 Kg.	1						1	5	5
LA-18	Lavadora centrifuga automática de 2 puertas (barrera sanitaria) industrial 18 Kg.	1						1	5	5
E-85	Grupo de cocción marmitas de 20/40/60 litros.		1					1	5	5
E-87	Lavadora industrial de vajillas eléctrica.		1					1	3	3
E-90	Máquina eléctrica peladora de papas.		1					1	3	3
E-91	Marmita volcable de 50 litros mínimo		1					1	5	5
E-93	Marmita volcable de 80 litros mínimo		1					1	5	5
F-1	Salida de ducha de agua fría y caliente	13	9	7	1	10	19	59	2	118
F-1a	Duchas de emergencia para laboratorio.			1				1	2	2
F-8	Duchas de dos llaves para agua fría y caliente grifería mezcladora cromada tipo teléfono.						4	4	2	8
M-151a	Mesa para lavado de cadáveres.	1						1	2	2
	Sumidero	3	4	2	2	3	1	15	2	30
									TOTAL	1861

Fuente: Elaboración propia.

* OPCION: Se colocará dos conexiones domiciliarias: una de 8" con pendiente de 2% y otra de 6" con pendientes de 5%.

Tabla 70

Cálculo hidráulico – Sistema de desagüe.

		Unidades de descarga																	
Tramo entre cajas de registro / montantes	Nivel / Predecesora	Lavatorio		Inodoro c/ Fluxómetro		Urinario c/ Fluxómetro		Lavadero		Ducha		Sumidero		Equipos V.		Tuberías de entrada y salida en caja de registro			
		UD = 2		UD = 8		UD = 8		UD = 2		UD = 2		UD = 2		UD = #		Entrada		Salida	
		Cantidad	UD	Cantidad	UD	Cantidad	UD	Cantidad	UD	Cantidad	UD	Cantidad	UD	Cantidad	UD	Total UD	Diámetro (Pulg.)	Total UD	Diámetro (Pulg.)
M.01	P-05	2	4	2	16	0	0	5	10	1	2	4	8	0	0	40	4		
M.01	P-04	3	6	3	24	1	8	3	6	3	6	4	8	0	0	58	4	98	4
M.01	P-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4		
M.02	P-05	7	14	5	40	1	8	8	16	4	8	7	14	0	0	100	4		
M.02	P-04	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	4	4	214	6
M.02	P-03	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	1	2	0	0	6	4		
M.02	P-02	8	16	7	56	3	24	0	0	2	4	2	4	0	0	104	4		
M.03	P-05	9	18	8	64	1	8	5	10	5	10	5	10	0	0	120	4		
M.03	P-04	4	8	2	16	1	8	7	14	2	4	4	8	1	5	63	4	377	6
M.03	P-03	7	14	6	48	2	16	4	8	1	2	2	4	0	0	92	4		
M.03	P-02	6	12	6	48	2	16	3	6	2	4	8	16	0	0	102	4		
M.04	P-05	8	16	4	32	0	0	3	6	4	8	0	0	0	0	62	4		
M.04	P-04	3	6	3	24	1	8	2	4	0	0	4	8	0	0	50	4	218	6
M.04	P-03	8	16	6	48	2	16	3	6	0	0	5	10	0	0	96	4		
M.04	P-02	1	2	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	4		
M.05	P-05	9	18	5	40	0	0	3	6	5	10	0	0	1	5	79	4		
M.05	P-04	2	4	2	16	1	8	6	12	4	8	2	4	1	5	57	4	242	6
M.05	P-03	7	14	2	16	1	8	3	6	0	0	2	4	0	0	48	4		

M.05	P-02	3	6	3	24	1	8	4	8	1	2	5	10	0	0	58	4		
M.06	P-05	8	16	4	32	0	0	7	14	4	8	2	4	0	0	74	4		
M.06	P-04	1	2	1	8	0	0	4	8	1	2	1	2	0	0	22	4	166	6
M.06	P-03	9	18	2	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	4		
M.06	P-02	2	4	2	16	1	8	0	0	3	6	1	2	0	0	36	4		
M-LAB	P-02	0	0	0	0	0	0	6	12	0	0	0	0	0	0	12	4	60	4
M-07	P-01	2	4	2	16	1	8	2	4	4	8	4	8	0	0	48	4		
COL-01	P-01	6	12	5	40	1	8	2	4	1	2	3	6	0	0	72	4		
COL-02	P-01	3	6	3	24	1	8	5	10	0	0	0	0	0	0	48	4		
COL-03	S-01	5	10	4	32	2	16	3	6	4	8	7	14	0	0	86	4		
COL-04	S-01	2	4	1	8	0	0	3	6	0	0	1	2	1	5	25	4		
COL-05	S-01	9	18	9	72	4	32	4	8	8	16	8	16	0	0	162	4		
COL-06	P-02	12	24	9	72	3	24	18	36	4	8	10	20	2	10	194	4		

Fuente: Elaboración propia.

CÁLCULO DE CAUDAL DE INGRESO HACIA CÁMARAS DE BOMBEO DE DESAGÜE

Se proyectaron 01 cámaras de bombeo de desagüe CBD ubicada en el sótano, por lo tanto se separó en 02 redes de desagüe.

Se calcula el total de unidades hunter (UH) de cada red de desagüe para determinar el caudal de desagüe equivalente que ingresa hacia cada cámara.

Tabla 71

Cálculo de caudal de ingreso a cámara de bombeo 1.

N° de piso	Código	Descripción	Cantidad	Uso	Parcial (UH)	Total (UH)
0	D-211a	Unidad de tratamiento de residuos hospitalarios con pre triturado.	1.00	Privado	3.00	3.00
0	A-3	Lavatorio de cerámica o loza vitrificada de 23" x 18", grifería convencional, solo agua fría.	13.00	Privado	0.75	9.75
0	A-3	Lavatorio de cerámica o loza vitrificada de 23" x 18", grifería convencional, solo agua fría.	1.00	Privado	1.50	1.50
0	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	13.00	Privado	6.00	78.00
0	C-1	Inodoro de loza vitrificada con válvula fluxométrica.	1.00	Privado	8.00	8.00
0	F-1	Salida de ducha de agua fría y caliente.	12.00	Privado	1.50	18.00
0	B-67	Lavadero de limpieza de mampostería de ladrillo revestido de cerámica, de dos pozas de diferente nivel y sólo agua fría, con grifería convencional para ambas pozas.	3.00	Privado	4.00	12.00
0	C-9	Urinario de cerámica o loza vitrificada blanca, de pared.	4.00	Privado	5.00	20.00
0	C-10	Urinario de cerámica o loza vitrificada blanca, de pared, con grifería con válvula fluxométrica	2.00	Privado	5.00	10.00
0	B-1a	Lavadero de acero inoxidable 18" x 20" de una poza sin escurridero, grifería cuello de ganso de agua fría, con control de codo muñeca, agua fría y caliente.	5.00	Privado	2.00	10.00
0	M-151a	Mesa para lavado de cadáveres.	1.00	Privado	1.50	1.50
0	E-209	Pistola para lavado de coche.	2.00	Privado	1.50	3.00
0	LA-18	Lavadora centrifuga automática de 2 puertas (barrera). sanitaria) industrial 18 Kg.	1.00	Privado	30.00	30.00
0	LA-25	Lavadora centrifuga automática de 2 puertas (barrera). sanitaria) industrial 25 Kg.	1.00	Privado	30.00	30.00
0	E-54	Prensa industrial.	1.00	Privado	0.00	0.00
0	B-9a	Lavadero de acero inoxidable con una poza y un escurridero, grifería cuello de ganso de agua fría y caliente, con control de codo muñeca.	1.00	Privado	2.00	2.00
					Sub total de U.H.	236.75

Fuente: Elaboración propia.

El caudal de desagüe es equivalente a..... 3.63 l/s

Asumiendo

Di	Velocidad
(pulg)	(m/s)
2	4.40
2.5	2.81
3	1.95
4	1.10

Luego; tomando en consideración el rango de la velocidad, tendremos que:

$$D \text{ imp.} = 3.00 \text{ pulg.}$$

CÁLCULO DE LA ALTURA DINÁMICA TOTAL

Sabemos que $HDT = H_g + H_{eb} + H_{f \text{ imp}} + P_s$

(-) Altura Geométrica (H_g):

Cota del nivel mínimo de agua en la cámara de bombeo $C_{nma} = -5.73 \text{ msnm}$

Cota del nivel de la tubería de llegada al $C_{Tub} = 0.30 \text{ msnm}$

Luego; la Altura Geométrica será de $H_g = 6.03 \text{ mca}$

(-) Pérdida de carga en el Equipo de Bombeo (H_{eb}):

Se estimará una pérdida de carga equivalente a $H_{eb} = 3.00 \text{ mca}$

(-) Pérdida de carga por fricción en accesorios de la tubería de impulsión:

Tabla 72

Tabla de longitud equivalente por accesorios.

Diámetro (Pulg.)	Codo	Tee	Contrac (1/4)	Contrac (1/2)	Contrac (3/4)	Válvula de compuerta	Válv. Check
1/2	0.532	1.064	0.248	0.195	0.112	0.112	1.477
3/4	0.777	1.554	0.363	0.285	0.164	0.164	2.159
1	1.023	2.046	0.477	0.375	0.216	0.216	2.841
1 1/4	1.309	2.618	0.611	0.48	0.276	0.276	3.636
1 1/2	1.554	3.108	0.725	0.57	0.328	0.328	4.318
2	2.045	4.09	0.954	0.75	0.432	0.432	5.682
2 1/2	2.577	5.154	1.203	0.945	0.544	0.544	7.159
3	3.068	6.136	1.432	1.125	0.648	0.648	8.523
4	4.091	8.182	1.909	1.5	0.864	0.864	11.364
6	6.136	12.272	2.364	2.25	1.295	1.295	17.048

Fuente: Elaboración propia.

Los accesorios en la línea de impulsión son:

Ubicación	Codo	Tee	Contrac (1/4)	Contrac (1/2)	Contrac (3/4)	Válvula de compuerta	Válv. Check
CBD en Sótano	6	1	0	0	0	1	1

La pérdida de carga por fricción será de:

Operación	Qb (lt/s)	Ch-w	Di (pulg)	S (m/m)	Long Tub (ml)	Long Equiv. (ml)	Hfric (mt)
Alternado	8.91	140	3.00	0.051	25.08	55.5	4.08

(-) Presión de Salida (Ps):

Asumiremos que será de Ps = 2.00 mca

Luego; reemplazando en la ecuación inicial, tendremos que la HDT será de:

a) Para la operación alternada..... HDTa = 15.10 mca

POTENCIA HIDRÁULICA

Sabemos que:

$$\text{Pot h} = (\text{Qb} \times \text{HDT}) / (75 \times \text{ef h})$$

Según catálogo de bombas, tenemos que..... ef h = 65%

Luego; la Potencia Hidráulica estimada será de:

a) Para la operación alternada..... POTh a = 2.76 HP

POTENCIA ELÉCTRICA

Sabemos que:Pot m = Pot h / 0.85

Entonces, la potencia eléctrica estimada será de:

a) Para la operación alternada POTe a = 3.25 HP

Tabla 73

Equipo de bombeo - Cámara de bombeo de desagüe.

Tipo	Sumergible	
Caudal / bomba	8.91	l/s
Altura Dinámica Total	16.00	m
Eficiencia bomba aprox.	0.65	
Potencia motor aprox.	5.00	HP
Cantidad	2	Unid
Diámetro de impulsión	3	pulg

Fuente: Elaboración propia.

VOLUMEN ÚTIL DE LA CÁMARA

Condición desfavorable. Vu = Qing x PR

Reemplazando valores, tendremos que Vu = 2851.59 lt

Luego, el volumen útil calculado será de Vu = 2.85 m³

Las dimensiones útiles de la cámara húmeda serán de:

Largo L = 1.80 mt

Ancho a = 1.20 mt

Altura H = 1.32 mt

Teniéndose un volumen útil disponible de Vu = 2.85 m³

TRAMPA DE SÓLIDOS: ÁREA DE RESIDUOS SÓLIDOS

PARÁMETROS DE DISEÑO:

- (-) Tiempo de Retención del Agua que Ingresa
 a la Poza: PR = 10.00 minutos
- (-) Periodo de acumulación t= 5.00 días

MÁXIMA DEMANDA SIMULTÁNEA DE AGUA QUE INGRESA A LA POZA

Se va considerar el caudal generado por el lavado de coches y por m² del área de almacenamiento

Cantidad	Equipo o Área	Consumo de agua	Und	Frecuencia (# veces/día o m ²)	Consumo total (lt/día)	
1	E-209	50	Litro/día	4	200	
1	D-211a	50	Litro/día	6	300	
1	Área de tratamiento	2	Litro/m ²	26.14	52.28	
					552.28	Lt/día

Se deduce que el caso más desfavorable sería cuando se realice el mantenimiento del área de tratamiento y este realizando el lavado de todos los coches.

$$\text{Caudal de agua residual (Q)} = \text{Consumo diario} \times C$$

Consumo diario = 0.55 m³/día

Coefficiente de retorno al alcantarillado (C) = 100%

Caudal de aguas residuales (Q) = 0.55 m³/día

Luego; el caudal de agua que ingresará a la Poza será de... QP = 0.23 lt/s

VOLUMEN ÚTIL MÍNIMO DE LA POZA

$$VPE > QPE \times PR$$

Tomando en consideración el valor del caudal de ingreso de agua,
 tendremos PR = 10.00 minutos
 Luego, el volumen útil de la Poza será como mínimo de: $VPE > 138.07 \text{ lt}$

VOLUMEN DE SÓLIDOS SEDIMENTABLES

	Dato considerado	SSS	8.5	ml/l.h			
Volumen de sólidos	Caudal	Qmax	0.23	l/s	Vs	394.328	Litros
	Mantenimiento	t	7	días			
	Turno de trabajo	t'	8	Horas/día			

VOLUMEN TOTAL DE TRAMPA

$$\text{Vol total} = 0.54 \text{ m}^3$$

$$\text{Tiempo de retención} = 39.12 \text{ min}$$

DIMENSIONAMIENTO DE LA TRAMPA

$$Vu = L \times a \times Hu$$

Tomando en cuenta la disponibilidad de espacio para la construcción

de la POZA $a = 0.60 \text{ mt}$

$$Hu = 0.75 \text{ mt}$$

Tendremos que; para el volumen útil requerido, el largo mínimo

será de $L = 1.20 \text{ mt}$

Por tanto, el volumen útil real de la poza de enfriamiento

será de $Vu = 0.54 \text{ litros}$

TRAMPA DE GRASA - COCINA

PARÁMETROS DE DISEÑO:

- a) Tiempo de Retención del Agua que Ingresa a la Trampa de Grasa:
 (-) Se considerará PR = 5.00 minutos
- b) El caudal de diseño corresponderá a la Máxima Demanda Simultánea (MDS) de agua.
- c) La relación entre el largo y el ancho deberá ser como mínimo de 2.00 : 1.00

MÁXIMA DEMANDA SIMULTÁNEA DE AGUA QUE INGRESA A LA TRAMPA DE GRASA

Tomando en cuenta la ubicación de la cocina (Bloque 1, Piso 1) y los diversos suministros de agua fría, agua caliente y agua blanda para cada uno de los aparatos y equipos que lo requieran, tendremos:

Tabla 74

Máxima demanda simultanea que ingresa a la trampa de grasa.

Número	Ambiente Nombre	Aparatos y equipos		Unidades hunter (U.H.)			Total U.H.
		Nombre	Cantidad	Agua fría	Agua caliente	Agua blanda	
1	Preparación de fórmulas	Lavadero cocina (LE-10)	1	3	3		6
		Grupo de cocción marmitas de 20/40/60 litros (E-85)	1			9	9
2	Preparación y cocción	Lavadero cocina de 02 pozas (LE-24)	1	3	3		6
		Máq. Eléct. Peladora de papas (E-90)	1			2	2
		Marmita volcable de 80 litros (E-93)	1			7	7
		Marmita volcable de 50 litros (E-91)	1			4	4
3	Lavado Dep. Vajilla esp.	Mesa de entrada con poza de 1.20m (LF-15)	1	3	3		6
		Lavador automático de vajilla (E-87)	1		6	6	12
							52

Fuente: Elaboración propia.

Luego; el caudal de agua que ingresará a la Trampa de

Grasa será de	QTG = 2.00	lt/s
	Caudal (MDS)	2.00 l/s
	Contribución al desagüe	100.00 %
	Caudal máximo de contribución (Qc)	2.00 l/s

DETERMINACIÓN DE VOLUMENES ÚTILES

Grasas y aceites Densidad ≤ 0.937 kg/l

Volumen	Caudal	Qmax	2	l/s	V=Qmax.TR	1080	litros
	Periodo de retención	TR	9	min			

MANTENIMIENTO CADA SEMANA

Periodo de acumulación t = 7.00 días

VOLUMEN DE GRASA

	Dato considerado	Grasa	250	mg/l			
Masa de grasa	Caudal máximo	Qmax	2	l/s	m	100.8	gr/semana
	Mantenimiento	t	7	días			
	Turno de trabajo	t'	8	horas/día			
Volumen de grasa	Masa de grasa	m	100.8	kg	Vgrasa	7.5774	litros
	Densidad de grasa	d	0.937	Kg/l			

VOLUMEN DE SÓLIDOS SEDIMENTABLES

	Dato considerado	SSS	2	mg/l			
Volumen de sólidos	Caudal	Qmax	2.00	l/s	Vs	806.4	litros
	Mantenimiento	t	7.00	días			
	Turno de trabajo	t'	8	horas/día			

VOLUMEN TOTAL DE TRAMPA DE GRASA

Vol = 2.00 m³

Tiempo de retención = 16.67 min

Criterio proyectista

Tabla 75

Dimensiones finales de la trampa de grasa.

Altura Útil	$hx=V/A$	1.56	m
Ancho	B	0.8	m
Largo	$L=2B$	1.60	m
Área	A'	1.28	m ²
Altura cámara de aire		0.61	m
Altura total		2.17	m
Pendiente del fondo		10	%
Tubería de entrada		4"	
Tubería de salida		4"	

Fuente: Elaboración propia.

CÁMARA DE CONTACTO DE CLORO

PARÁMETROS DE DISEÑO:

- a) (-) Tiempo mínimo de contacto: $T_{min} = 4.00$ horas
(-) Tiempo máximo de contacto: $T_{max} = 24.00$ horas
- b) El caudal de diseño corresponderá a la Máxima Demanda Simultánea (MDS) de agua.

PARÁMETRO DE ANÁLISIS: TIEMPO DE RETENCIÓN

a) Dimensiones Interiores Proyectadas de la Caja de Cloración

Largo = 0.8 m.

Ancho = 0.8 m.

Alto = 1.8 m.

Tirante Libre = 1 m.

Volumen de la Caja de Cloración = 0.512 m³

MÁXIMA DEMANDA SIMULTÁNEA DE AGUA QUE INGRESA A LA CÁMARA DE CONTACTO

Tomando en cuenta la ubicación de los laboratorios (Bloque 4, Nivel 2) y los diversos suministros de agua fría, agua caliente y agua blanda para cada uno de los aparatos y equipos que lo requieran, tendremos:

Tabla 76

Máxima demanda simultanea que ingresa a la cámara de contacto de cloro.

Ambiente		Aparatos y equipos		Unidades Hunter (U.H.)			Total U.H.	
Número	Nombre	Nombre	Cantidad	Agua Fría	Agua Caliente	Agua Blanda		
2.00	Laboratorio de Bioquímica	Lavadero (B-1a, B-9)	1.00	2.00	2.00		4	
		Esterilizador con generador eléctrico a vapor (D-217, D-352)					0	
		Baño María	1.00				1.50	1.50
		Bidestilador de agua	1.00				1.00	1
3.00	Laboratorio de microbiología	Lavadero (B-1a, B-9)	2.00	2.00	2.00		8	
		Esterilizador con generador eléctrico a vapor (D-217, D-352)	1.00				1.50	1.5
		Baño maría	1.00				1.50	1.5
		Bidestilador de agua						0
4.00	Lavado y desinfección	Lavadero (B-23a)	1.00	4.00	4.00		8	
		Esterilizador con generador eléctrico a vapor (D-217, D-352)	1.00				2.00	2
5.00	Toma de muestras	Lavadero (B-1a, B-9)	1.00	2.00	2.00		4	
6.00	Ducha de emergencia	Ducha (F-1a)	1.00	1.50	1.50		3	
7.00	Esclusa	Lavatorio (A-2)	1.00	0.75	0.75		1.5	
							36	

Fuente: Elaboración propia.

DIMENSIONES INTERIORES PROYECTADAS DE LA CAJA DE CLORACIÓN

Consumo Diario Promedio = 74000 lt

Volumen de Demanda Diaria = 74000 lt

80%

Caudal de Descarga Total = 0.69 lt /seg.

Asumiendo que los laboratorios consuman un 4% del caudal total

Caudal de Descarga de laboratorios= 0.03 lt/seg

CÁLCULO DEL TIEMPO DE RETENCIÓN

Tiempo de Retención = Vol. Caja Clorac./Caudal Des. lab.

Tiempo de Retención = 18681.0811 seg < > 5.18918919 Horas

Tiempo de Retención = 5 horas 11 min

Conclusión: El tiempo de retención de 5 horas 11 minutos es adecuado; para que desinfecte y no produzca.

TRAMPA DE HILOS: AREA DE LAVANDERÍA

PARÁMETROS DE DISEÑO:

- (-) Tiempo de Retención del Agua que Ingresa a la Poza: PR = 10.00 minutos
- (-) La relación entre el largo y el ancho deberá ser como mínimo de 2 : 1.
- (-) Periodo de acumulación..... t= 5.00 días

MÁXIMA DEMANDA SIMULTÁNEA DE AGUA QUE INGRESA A LA POZA

La lavandería cuenta con 02 lavadoras industriales con barrera sanitaria de 18Kg y 25Kg . Tomando en cuenta la ubicación de la Lavandería y los diversos suministros de agua fría, agua caliente y agua blanda para cada uno de los aparatos y equipos que lo requieran, tendremos:

Cantidad	Equipo	Cantidad (kg)	Vol. Tambor (L)	Consumo de agua	und
1	LA-18	18	180	165	L
1	LA-25	25	250	230	L

Se va a considerar para el proceso de lavado: 5 procesos

(recomendación de un proveedor)

Se va a considerar un adicional de : 0 L

(recomendación de un proveedor)

Cantidad	Equipo	Cantidad (kg)	Descarga x Proceso (L)	Adicional	Total (L)
1	LA-18	18	33.00	0.00	33.00
1	LA-25	25	46.00	0.00	46.00

Se deduce que el caso más desfavorable sería cuando las lavadoras de 18kg y 25kg descarguen simultáneamente a la red en un tiempo de 1 minuto (tiempo según proveedor) por lo tanto:

Volumen de agua residual a evacuar $V_t = 79.00 \text{ Lt}$
 Tiempo de descarga $t = 1.00 \text{ min.}$
 Luego; el caudal de agua que ingresará a la Poza será de.. $Q_{PE} = 1.32 \text{ lt/s}$

VOLUMEN ÚTIL MÍNIMO DE LA POZA

$$V_{PE} > Q_{PE} \times PR$$

Tomando en consideración el valor del caudal de ingreso de agua, tendremos:

$$PR = 10.00 \text{ minutos}$$

Luego, el volumen útil de la Poza será como mínimo de..... $V_{PE} > 790.00 \text{ lt}$

VOLUMEN DE SÓLIDOS SEDIMENTABLES

	Dato considero	SSS	2			
Volumen de sólidos	Caudal	Q_{max}	1.32	V_s	379.2	Litros
	Mantenimiento	t	5.00			
	Turno de trabajo	t'	8			

VOLUMEN TOTAL DE TRAMPA

$$\text{Vol} = 1.17 \text{ m}^3$$

$$\text{Tiempo de retención} = 14.82 \text{ min}$$

DIMENSIONAMIENTO DE LA TRAMPA

$$Vu = L \times a \times Hu$$

Tomando en cuenta la disponibilidad de espacio para la construcción de la POZA.

Tabla 77

Dimensiones finales para la trampa de hilos.

Altura Útil	$hx = V/A$	1.22	m
Ancho	B	0.6	m
Largo	$L=2B$	1.6	m
Área	A'	0.96	m^2
Altura cámara de aire		0.94	m
Altura total		2.16	m
Tubería de entrada		4"	
Tubería de salida		4"	

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

1. En la experiencia como ejecutor se concluye que para realizar una correcta ejecución de los sistemas aprobados, se debe tener como puntos importantes, conocer las Normas y Reglamentos, tener cuidado al realizar la adquisición de los materiales, realizar un correcto almacenaje de los materiales adquiridos, verificar la correcta instalación de los sistemas luego de comprobar en planos que estos no presenten interferencias con los demás especialidades y comprobar en obra, conjuntamente con la supervisión, la correcta instalación, comprobando dimensiones y pendiente de los elementos instalados.
2. Como se aprecia en el desarrollo de la descripción del trabajo, se puede concluir que el expediente presentado por el Proyectista y aprobado por las entidades correspondientes, cuenta con observaciones, sin embargo, en obra se ejecutó tal y como fue entregado, realizándose únicamente las modificaciones correspondientes a interferencias.
3. Respecto al material utilizado para la ejecución, se respetó lo establecido en las especificaciones técnicas, ya que se pudo comprobar que estas cumplían con el Reglamento Nacional de Edificaciones, la Norma IS.010: Instalaciones Sanitarias para Edificaciones y la N.T.S. N°110–MINSA/DGIEM-V1: Norma Técnica de Salud “Infraestructura y Equipamiento de los Establecimientos de Salud del Segundo Nivel de Atención”, 2014.

Recomendaciones

1. Se recomienda que en cada ejecución de edificación se tenga un mayor tiempo en obra la presencia del especialista Sanitario, de manera que pueda dar seguimiento a las labores realizadas por el asistente sanitario y que posteriormente no se cometan errores u omisiones en las labores realizadas.
2. Se recomienda que los especialistas sanitarios en general puedan homogenizar criterios en cuanto a la proyección de los cálculos de los diferentes elementos hidráulica, así como de los elementos de producción agua blanda, caliente de 55°C y 80°C y sus respectivos retornos, puesto que en las diferentes obras en las que laboré pude comprobar que muchos ingenieros manejan criterios distintos y toman las normas que les convienen.
3. Para poder laborar en la ejecución de Hospitales se recomienda conocer las normas y Reglamento, así como cursos como es la lectura de planos y de gestión, de la misma manera manejar programas como son AutoCAD, Excel, Word, Revit, , tener un diálogo constante con los responsables de las otras especialidades, tener un diálogo constantes con los responsables de adquisiciones, logística y almacén, ir a las charlas organizadas por los ingenieros prevencionistas, conocer al personal especializado que realizará los trabajos de instalaciones sanitarias y siempre estar informado y pasar esta información a los jefes inmediatos como son jefe de producción, jefe de oficina técnica y al Residente y sus asistente correspondiente.

Referencias bibliográficas

Vargas Flores, Gregory Enrique (2010). *Instalaciones Sanitarias en el nuevo hospital II, La Oroya* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio UNI.

Gamboa Leiva, José Christian (2009). *Instalaciones Sanitarias y Equipos de Bombeo para la construcción y Equipamiento del Hospital de Ventanilla-Callao* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio UNI.

Urrego García, Verónica Mayjori (2017). *Instalaciones sanitarias del Hospital de Chanchamayo – La Merced* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio UNI.

Barreto de la Cruz, Gabriel A. (1972). *Remodelación de las instalaciones sanitarias del Hospital Regional de Chiclayo* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio UNI.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Aprobado mediante decreto supremo N° 011:2006-VIVIENDA).

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006). *Instalaciones Sanitarias para Edificaciones*. (RNE Norma IS.010: 2006)

Ministerio de Salud (2014). Resolución ministerial N°660-2014/MINSA, Norma Técnica de Salud: *Infraestructura y Equipamiento de Establecimientos de Salud del Segundo Nivel de Atención*. (NTS N° 110-MINSA/DGIEM-V.01:2014).

Castillo Anselmi, Luis (2010). *Instalaciones Sanitarias para Edificaciones Diseño*
[Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio UNI.

Jimeno Blasco, Enrique (1995). *Instalaciones Sanitarias en Edificaciones* [Universidad
Nacional de Ingeniería]. Repositorio UNI.

Anexos

Anexo 1: Panel fotográfico	182
----------------------------------	-----

Anexo 1: Panel fotográfico



IMAGEN N°1: Para la realizar la instalación de las tuberías de cobre tipo “L” (sistema de agua) es importante medir los tramos en donde se ha proyectado instalar estos, dentro de los ambientes.



IMAGEN N°2: Una vez realizado el trazo, se procederá a realizar el corte en paredes y piso de manera que la instalación de las tuberías y accesorios de cobre puedan quedar embebidos en estos elementos.



IMAGEN N°3: En la mesa de trabajo se realiza la instalación de segmentos completos del sistema a instalar, como se puede apreciar se realiza el soldado de las tuberías de cobre tipo "L" con las válvulas de bronce y sus respectivas uniones universales.



IMAGEN N°4: Para la instalación de tuberías y accesorios se realizará la unión de estas mediante soldadura, para ello se utilizará soldadura de estaño (90%) plata (5%) y cobre (5%), así como fundente para soldar.



IMAGEN N°5: Antes de realizar la instalación de los elementos de cobre en los espacios proyectados se verificó la existencia de interferencias, de presentarse estas se procedió a presentar una propuesta de modificación de manera que no existe interferencias.



IMAGEN N°6: Se observa que las tuberías de agua caliente han sido recubiertas con aislamiento de lana de vidrio, de manera que estas eviten la pérdida de calor del sistema en todo el trayecto que va desde el cuarto de bombas hasta los puntos que lo requieran.

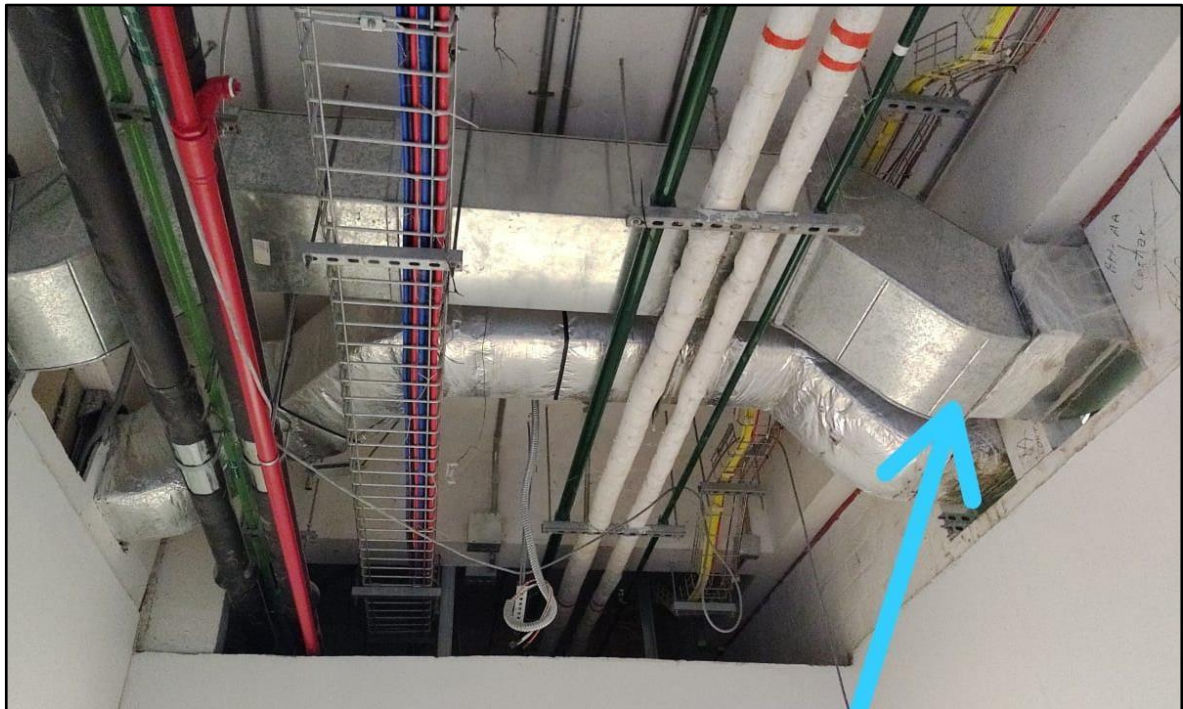


IMAGEN N°7: Es importante que en obra exista la comunicación de manera que se pueda realizar la instalación de los diferentes sistemas evitando interferencias y cumpliendo lo establecido en las normas y reglamentos.



IMAGEN N°8: Luego de realizar la instalación de las tuberías de cobre y antes de tapar estar es importante realizar la prueba de presión de agua, en la cual se le somete al sistema a una presión de 150 p.s.i., por el lapso de 1 hora, para poder comprobar que no exista fugas a través de la soldadura.



IMAGEN N°9: Para el sistema de desagües, al haberse ejecutado mediante el uso de pre-losas, fue importante determinar la ubicación de los pases a través de estas por donde se instalarán las tuberías de desagües y reforzar estos, antes del colado de concreto.



IMAGEN N°10: Al igual que las pre-losas, también se tuvo en consideración la ubicación de los pases a través de los muros de contención, tanto su diámetro y las cotas, de manera que no se tenga inconvenientes al momento de realizar la instalación de las tuberías.



IMAGEN N°11: La instalación de las tuberías de desagües en un centro de salud se realiza de manera colgada, con el uso de colgadores tipo gota de acero pre-galvanizado, verificándose que cada tramo cuente con la pendiente establecida en el Reglamento Nacional de Edificaciones.



IMAGEN N°12: Para la instalación de la caja de registro el principal dato en campo es la cota de fondo que tiene que ser señalado por el topógrafo, de acuerdo al plano de aprobado, a partir de este punto se realizó la instalación de tuberías.



IMAGEN N°13: La instalación de la estructura de acero de una caja de registro tiene que realizarse tal como lo establece los planos, con la profundidad y dimensiones establecidas en los planos sanitarios.



IMAGEN N°14: Antes de enterrar las tuberías de desagüe con arena, los elementos hidráulicos de concreto deben ser protegidos con alquitrán en su exterior, así mismo se debe realizar la prueba de estanqueidad a los tramos de tubería instalados.



IMAGEN N°15: Para realizar la prueba de estanqueidad se llena con agua a un tramo de tubería del sistema de desagüe, de manera que se pueda medir el nivel de agua y se deja reposando y protegido de manera que se pueda comprobar que en 24 horas este nivel no descendió. Si este nivel desciende se debe encontrar la fuga y volver a realizar la instalación y prueba.



IMAGEN N°16: Se puede apreciar la línea de distribución de agua fría, agua blanda, agua caliente a 55°C, retorno de agua caliente de 55°C, agua caliente de 80°C, retorno de agua caliente de 80°C, todas en material de cobre tipo "L" instaladas en el cuarto de bombas.



IMAGEN N°17: Se verificó la instalación de los filtros multimedio automático y de los tanques ablandadores automáticos comprobando la correcta instalación de las tuberías de cobre que unen a estas para poder realizar el filtrado del agua dura y poder obtener el agua blanda para el centro de salud.



IMAGEN N°18: El ingeniero especialista de instalaciones sanitarias Ing Wilfredo Guzmán León (CIP 33458) y su asistente Nilton Edgard Ccorise Ccapatinta, en la verificación de los trabajos ejecutados en obra.