

Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de Ingeniería Ambiental



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Proyecto edificio de departamentos – SOHO San Martín

Para obtener el título profesional de Ingeniero Sanitario

Elaborado por

William Ronald Ochoa Paucar

 [0009-0009-5162-5821](https://orcid.org/0009-0009-5162-5821)

Asesor

Ing. Roger Edmundo Salazar Gavelan

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

LIMA – PERÚ

2025

Citar/How to cite	Ochoa Paucar [1]
Referencia/Reference	[1] W. Ochoa Paucar, " <i>Proyecto edificio de departamentos – Soho San Martín</i> " [Trabajo de suficiencia profesional]. Lima (Perú): Universidad Nacional de Ingeniería, 2025.
Estilo/Style: IEEE (2020)	

Citar/How to cite	(Ochoa, 2025)
Referencia/Reference	Ochoa, W. (2025). <i>Proyecto edificio de departamentos – Soho San Martín</i> . [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional Cybertesis UNI.
Estilo/Style: APA (7ma ed.)	

Dedicatoria

*A mis padres, Mauro Ochoa y Gloria Paucar,
por ser mis primeros maestros y mis héroes silenciosos.*

Llevo con orgullo tu nombre, papá, y tu corazón, mamá.

Cada logro mío es el fruto de las semillas de amor y valores que ustedes plantaron en mí.

*A mi esposa, Miriam Llamacuri,
mi amor y mi puerto seguro.*

*Este trabajo está dedicado a ti, por ser el pilar que sostuvo nuestro mundo mientras yo
me sumergía en este proyecto.*

Eres mi compañera de vida y esta victoria es tan tuya como mía.

*A mi hijo, Fernando,
la luz que iluminó hasta el día más agotador.*

Mi pequeño, que nunca dejó de sonreír.

*Este trabajo es para ti, con la esperanza de que cuando crezcas, te inspire a perseguir
tus sueños con la misma pasión.*

Agradecimientos

Mi gratitud más profunda es para mi familia, el motor de mi vida.

A mis padres: Gracias por su guía inquebrantable, por sus consejos llenos de sabiduría y por creer en mí en cada paso de este largo camino. Su apoyo ha sido mi red de seguridad.

A mi amada esposa: No hay palabras suficientes para agradecer tu paciencia infinita. Gracias por asumir la carga en casa, por los ánimos en los momentos de frustración y por ser mi confidente. Tú eres la razón por la que pude dedicar el tiempo y la energía que este trabajo demandaba.

A mi hijo: Gracias, mi niño, por tu paciencia en los días en que papá no podía jugar tanto, y por llenar la casa de alegría con tu curiosidad. Tu espíritu juguetón fue el recordatorio perfecto de por qué valía la pena el esfuerzo.

A todos, desde el fondo de mi corazón: gracias. Este título lleva sus nombres tatuados en cada letra.

Resumen

El Sistema de instalación sanitaria y tratamiento de agua gris en etapa de factibilidad para el proyecto del edificio de departamentos Soho San Martín, Miraflores-Lima, tiene como propósito describir el sistema de agua en el edificio. Para ello, se consideró las cantidades de aguas grises provenientes de las actividades domésticas que, al someterse a un sistema de tratamiento, pueden ser recicladas, lo que permite su posterior empleo en el riego de las áreas verdes, limpieza de pisos e inodoros. Para llegar al objetivo técnico en la disminución del consumo de agua, se realizaron cálculos (mediciones en demanda de agua). El resultado del estudio permitió disminuir en 5.18 % el volumen consumido de agua en el edificio, considerando un requerimiento mínimo de agua en el edificio de 110.97 m³/día, y generar un volumen de 5.73 m³/día de aguas grises tratadas destinadas a su reúso.

Palabras claves — Tratamiento del agua, reutilización de agua, agua gris. Instalación sanitaria.

Abstract

The purpose of the Sanitary Installation and Greywater Treatment System for the Soho San Martín apartment building project in Miraflores-Lima is to describe the building's water system. To achieve this, the quantities of greywater generated from domestic activities were considered. This water, when subjected to a treatment system, can be recycled for subsequent use in watering green areas, floor cleaning, and toilets. To reach the technical objective of reducing water consumption, calculations (water demand measurements) were performed. The study's results allowed for a 5.18% reduction in the building's consumed water volume considering a minimum building water requirement of 110.97 m³/day and generated a volume of 5.73 m³/day of treated greywater destined for reuse.

Keywords: Water treatment, water reuse, greywater, sanitary installation.

Tabla de Contenido

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Introducción	xi
Capítulo I. Planteamiento del problema	1
1.1 Situación problemática.....	1
1.2 Problema general.....	1
1.3 Problemas específicos	1
1.4 Objetivos.....	1
1.5 Importancia de la investigación	1
Capítulo II. Marco teórico	2
2.1 Antecedentes de la investigación.....	2
2.2 Bases teóricas	3
2.3 Términos básicos.....	10
Capítulo III. Metodología.....	12
3.1 Tipo de estudio	12
3.2 Nivel del estudio	12
3.3 Diseño del estudio	12
3.4 Variables.....	12
3.5 Técnica del estudio	13
3.6 Obtención de datos.....	13
3.7 Procesamiento de datos	13
3.8 Población.....	13
3.9 Muestra.....	13
Capítulo IV. Datos.....	14
4.1 Objetivo técnico	14
4.2 Generalidades	14
4.3 Descripción del proyecto.....	14
Capítulo V. Dotación diaria de agua potable	17
Capítulo VI. Resultados	22
6.1 Cálculo del sistema de agua potable.....	22
6.2 Cálculo del sistema de aguas grises.....	32
6.3 Cálculo del sistema de agua tratada	36
6.4 Sistema de evacuación de desagües y ventilación	47
6.5 Cálculo del medidor de agua potable	68
6.6 Cálculo de tubería de agua del medidor a cisterna	70

6.7 Recolección de data de consumos de agua en el proyecto.....	71
Conclusiones	75
Recomendaciones	76
Referencias bibliográficas	77
Anexos	78

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1: Calidad del efluente según el nivel de tratamiento	10
Tabla 2: Operacionalización de variables.....	12
Tabla 3: Dotación diaria de agua potable.....	17
Tabla 4: Máxima demanda simultánea en el edificio de departamento SOHO	22
Tabla 5: UH tramo más desfavorable – agua potable	27
Tabla 6: Longitud de accesorios tramo más desfavorable – agua potable	27
Tabla 7: Pérdida de carga tramo más desfavorable – agua potable.....	28
Tabla 8: UH tramo más desfavorable – reductora presión	30
Tabla 9: Longitud de accesorios tramo más desfavorable – reductora presión	30
Tabla 10: Pérdida de carga tramo más desfavorable – reductora presión.....	31
Tabla 11: Estimación de volumen de agua gris generada	33
Tabla 12: Estimación en volumen de agua requerida.....	36
Tabla 13: Máxima demanda simultánea.....	37
Tabla 14: UH tramo más desfavorable – agua tratada.....	42
Tabla 15: Longitud de accesorios tramo más desfavorable – agua tratada.....	43
Tabla 16: Pérdida de carga tramo más desfavorable – agua tratada	43
Tabla 17: UH tramo más desfavorable – reductora presión agua tratada.....	45
Tabla 18: Longitud de accesorios tramo más desfavorable – reductora presión	45
Tabla 19: Pérdida de carga tramo más desfavorable – reductora presión.....	46
Tabla 20: Longitud de accesorios	50
Tabla 21: Cantidad de accesorios.....	50
Tabla 22: Pérdida de carga de tubería de impulsión	50
Tabla 23: Longitud de accesorios	53
Tabla 24: Cantidad de accesorios.....	53
Tabla 25: Pérdida de carga de tubería de impulsión	53
Tabla 26: Unidades de Descarga MD-01	54
Tabla 27: Unidades de Descarga MAG-01.....	55
Tabla 28: Unidades de Descarga MD-02	55
Tabla 29: Unidades de Descarga MAG-02.....	56
Tabla 30: Unidades de Descarga MD-03	57
Tabla 31: Unidades de Descarga MAG-03.....	58
Tabla 32: Unidades de Descarga MD-04	58
Tabla 33: Unidades de Descarga MD-05	59
Tabla 34: Unidades de Descarga MD-06	60

Tabla 35: Unidades de Descarga MD-07	60
Tabla 36: Unidades de Descarga MD-08	61
Tabla 37: Unidades de Descarga MD-09	62
Tabla 38: Unidades de Descarga MD-10	62
Tabla 39: Unidades de Descarga MD-11	63
Tabla 40: Unidades de Descarga MD-12	64
Tabla 41: Unidades de Descarga MD-13	64
Tabla 42: Unidades de Descarga MD-14	65
Tabla 43: Unidades de Descarga MD-15	66
Tabla 44: Unidades de Descarga MD-16	66
Tabla 45: Unidades de Descarga MD-17	67
Tabla 46: Unidades de Descarga MD-18	68
Tabla 47: Longitud de accesorios tramo medidor a cisterna	70
Tabla 48: Accesorios de tramo medidor a cisterna	71
Tabla 49: Pérdida de carga tramo medidor a cisterna.....	71
Tabla 50: Datos de consumo de agua potable de departamentos con agua tratada	72
Tabla 51: Datos de consumo de agua tratada de departamentos	73

Introducción

Debido a varias razones, incluida la creciente urbanización, el mundo se enfrenta a la disponibilidad de agua dulce como un desafío global. Se estima que, para el año 2025, entre un tercio y más de la mitad de la población mundial padecerá escasez de agua; así mismo, se espera que la disponibilidad per cápita de agua dulce se reduzca a 1500 metros cúbicos por año¹. En ese contexto, la reutilización del agua de lluvia y el reciclaje de las aguas residuales domésticas son dos alternativas para lograr el aumento el suministro de agua dulce.

Dependiendo de la fuente de generación y las características de las aguas residuales, las aguas residuales domésticas se pueden separar en dos grupos: agua gris y agua negra. El agua gris es el agua residual generada en el baño, el lavadero y la cocina, mientras que el agua negra es el agua residual de la descarga del inodoro. Según la intensidad de agua gris generada, esta se separa en agua gris ligera —generada en la ducha, el lavabo, la limpieza del suelo— y agua gris oscura —generada en el fregadero de la cocina y las lavadoras—. Actualmente, es un hecho ampliamente aceptado que el reciclaje de agua gris es factible y que su reutilización puede complementar hasta el 50 % de la demanda de agua dulce.

La accesibilidad constante de los residuos orgánicos con bajo contenido orgánico permite tratarlos con facilidad y a un menor costo, lo que los hace más adecuados para el reciclaje. Aunque su reutilización puede contribuir a la gestión sostenible del agua, los administradores del agua no han considerado activamente los esquemas de tratamiento y reutilización de los residuos orgánicos. La razón principal es la disponibilidad de información limitada sobre la cuantificación y caracterización de los residuos orgánicos. Otras cuestiones, como el uso de los residuos orgánicos con o sin tratamiento, la reutilización en interiores o exteriores, el costo de la infraestructura de tratamiento y reutilización, y la aceptación social también están asociadas con su reutilización.

¹ Desde los 2200 metros cúbicos en 1997 y los 5300 metros cúbicos en 1955

Capítulo I. Planteamiento del problema

1.1 Situación problemática

El tratamiento y reutilización de aguas grises podría ser una forma eficiente de reducir el desperdicio de agua y, con ello, evitar la exposición de los seres humanos al agua contaminada. Entre otras preocupaciones, con estos procesos se busca garantizar que la reutilización de nitrógeno (N), fósforo (P) y materia orgánica en el agua no provoque eutrofización ni condiciones anaeróbicas (que generen olor). De ese modo, las aguas grises generadas, al ser tratadas, se liberan de los contaminantes de las aguas residuales (compuestos orgánicos, nutrientes y patógenos), con lo cual su tratamiento es vital para lograr una reutilización lo suficientemente segura.

1.2 Problema general

¿De qué manera influye el requerimiento del consumo de agua por efecto de tratar agua gris reutilizada en el edificio de departamentos SOHO de la calle San Martín?

1.3 Problemas específicos

¿De qué volumen de aguas grises se dispondrá para este proyecto?

¿De qué cantidad de agua se dispone para el proyecto?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Obtener el consumo de agua por efecto al tratar agua gris a ser reutilizado en el edificio de departamentos SOHO de la calle San Martín.

1.4.2 Objetivos específicos

Obtener el volumen de agua gris disponible

Determinar el volumen de agua disponible.

1.5 Importancia de la investigación

Este proyecto es una alternativa a la demanda de agua en los edificios del distrito de Miraflores, donde el requerimiento actual es considerablemente alto.

Capítulo II. Marco teórico

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes nacionales

El objetivo de esta investigación es mostrar los datos obtenidos del estudio sobre aguas grises desde 2003 hasta la actualidad, realizados como parte de un programa de investigación. Los resultados de la investigación abordan los problemas y las preocupaciones con respecto a las aguas grises; así como presentan su reciclaje como una tecnología viable y segura (Arce Jaúregui, 2013).

Una de las aplicaciones del reciclaje de agua gris puede darse con fines recreativos: un parque acuático. Adicionalmente, se está en proceso de construir casas residenciales para alojar a aproximadamente 2000 personas en el área cerca al mar, donde las casas fueron equipadas con tecnología de separación en origen. Las aguas grises generadas por las unidades de vivienda podrían descargarse en el entorno urbano circundante; sin embargo, para que las aguas grises se descarguen en un parque acuático, las regulaciones del agua dictan que se las trate para garantizar una descarga segura.

Esta investigación tiene como objetivo recomendar un método de tratamiento adecuado o una combinación de métodos de tratamiento que permitan una descarga segura de aguas grises tratadas en el parque acuático. Para ello, se formularon criterios de selección para limitar el alcance de la revisión de la literatura y las visitas al sitio; se identificaron diversos métodos de tratamiento relevantes utilizando estos criterios; se crearon criterios de evaluación y se evaluó más a fondo los métodos de tratamiento seleccionados.

Siguiendo los criterios de selección, se seleccionaron los siguientes métodos de tratamiento: el contactor biológico rotatorio, el reactor de biopelícula de lecho móvil, el biorreactor de membrana, el humedal construido y los sistemas de tratamiento combinados de biofiltro aeróbico y humedal construido. Los métodos de tratamiento

seleccionados se evalúan más a fondo utilizando los criterios de evaluación (Rojas Rogelio, 2014).

2.1.2 Antecedentes internacionales

Con los crecientes desafíos de la disponibilidad de agua dulce, es necesario buscar alternativas tecnológicas confiables como el tratamiento de las aguas grises. Las aguas grises pueden considerarse un recurso importante que podría desviarse para diversas aplicaciones en áreas con escasez de agua. Su disponibilidad constante y su bajo contenido orgánico las hace bastante adecuadas y rentables para el reciclaje.

Singh (2022) —al analizar los aspectos de viabilidad de estas tecnologías en términos de generación de efluentes, consumo de espacio, viabilidad financiera y experiencia requerida desde la perspectiva de la reutilización— descubrió que las tecnologías relativamente más simples, como el tratamiento físico y los humedales construidos, son rentables. Por otro lado, las tecnologías complejas, como el tratamiento químico y biológico, generan efluentes adecuados para las aplicaciones de reutilización rigurosa. A su vez, la aceptación social y la concienciación son aspectos que también deben tenerse en cuenta para mejorar el uso de dichas tecnologías.

Nolde (2021) realiza la descripción del proceso y aplicación a efluentes de cloacas de una planta de tratamiento y la propuesta de un mejor sistema para la obtención de agua de una calidad adecuada para ser reutilizada. Presenta una línea de pretratamiento, decantación, sistema de tratamiento biológico, ultrafiltración y ósmosis inversa. El sistema que propone tiene un tanque de espesamiento por gravedad, desde donde el agua se dirige hacia un tanque digestor anaeróbico, va a deshidratación y, por último, se dirige hacia una línea de fangos.

2.2 Bases teóricas

Agua gris

Gestión de agua

- Establecer disposiciones para gestionar el agua y la prevención del desperdicio de agua.

- Establecer una estructura para planificar, diseñar, instalar, mantener y gestionar paisajes con uso eficiente del agua en proyectos nuevos y rehabilitados.
- Reducir las demandas de agua de los paisajes sin disminuir la calidad o la cantidad del paisaje.
- Mantener la flexibilidad y fomentar la creatividad mediante un diseño apropiado.
- Asegurar el logro de los objetivos de paisajes con uso eficiente del agua. Los paisajes no deben exceder una demanda máxima de agua del 70 % de su evapotranspiración o cualquier porcentaje menor que pueda exigir la legislación.
- Eliminar el desperdicio de agua por rociado excesivo o esorrentía.
- Lograr la conservación del agua mediante la educación y motivación.
- Implementar los requisitos de la *Ley de conservación del agua en paisajismo*.

Código de conducta de agua gris

Agua residual no tratada sin contaminación por vertido de inodoro. No ha sido afectada por residuos corporales infecciosos, contaminados o nocivos para la salud y no representa una amenaza de contaminación por residuos nocivos de procesamiento, fabricación u operación. Las aguas grises pueden ser un método de riego seguro y eficaz, así como un medio viable de reciclaje. Durante los últimos años, debido a la escasez de agua y el interés en ahorrarla, los estudios han demostrado que las aguas grises no crean un riesgo para la salud si se utilizan en un período de 24 horas, se gestionan y no se las deja estancadas. Entre los diversos motivos para su uso, resaltan los siguientes:

- Las plantas prosperan con agua usada y restos de compost.
- Menor consumo de agua dulce.
- Menor presión sobre los sistemas sépticos privados y durante el tratamiento municipal.
- Recarga de agua subterránea.
- Mayor conciencia y sensibilidad a los ciclos naturales

Tipos de sistemas para agua gris

Hay dos tipos básicos de sistemas de aguas grises. El primero es un sistema de flujo por gravedad simple: no requiere bombas ni electricidad. En este, el agua gris fluye hacia un tanque y desde el tanque hacia su sistema de riego o campo de lixiviación de aguas grises. El sistema de gravedad requiere que el tanque esté debajo de la casa y por encima del área que planea regar. El segundo sistema para aguas grises utiliza una bomba para presurizar el sistema y empujar el agua gris hacia el área de riego deseado. Este sistema podría bombear el agua gris hacia cualquier ubicación deseada.

Permisos de construcción

Al ser un sistema simple que no requiere conexiones eléctricas, bombas ni interruptores, el sistema de gravedad simple —siempre que no interfiera con la estructura existente, en los sistemas eléctricos o mecánicos—no requiere un permiso de construcción. En cambio, el sistema que utiliza una bomba para presurizar sí requerirá un permiso de construcción debido a que implica conexiones eléctricas, bombas, interruptores y posiblemente un sistema de redes sofisticadas. Debido a los riesgos para el calor y la seguridad del propietario de la casa, el Departamento de Construcción debe verificar las conexiones eléctricas, los interruptores y toda la plomería asociada.

Método aprobado de distribución

El método de distribución se da a través de una línea de goteo o emisores individuales y plantas específicas.

- La línea de goteo o los emisores se instalan bajo la superficie.
- El riego por goteo se dirige a plantas individuales.
- Las líneas de goteo se entierran bajo al menos 2” de mantillo para evitar que se formen charcos.

Otra posibilidad

Otra posibilidad, aunque más complicada, es que las aguas grises puedan almacenarse en un tanque y reciclarse para lavado de los pies, autos o ropa. Cuando se almacenan en un tanque, las aguas grises deben clorarse para evitar el crecimiento de bacterias a través de un sistema de cloración automático. El tanque requiere una tapa hermética con una junta y todas las tuberías y válvulas asociadas deben estar marcadas como aguas grises y etiquetadas como no aptas para beber.

- El agua dulce y el agua de lluvia se pueden almacenar para su uso futuro, pero las aguas grises se deben utilizar en un plazo de 24 horas.
- El agua de los lavavajillas tiene un alto contenido de sal —dañina para los vegetales— y aceites, por lo que se debe utilizar en un plazo de 24 horas.

Después de su producción, las aguas grises contienen nutrientes de jabones y suciedad. Los nutrientes se descomponen en presencia del oxígeno del agua y la grasa de los animales. Al descomponerse, el oxígeno del sistema de agua se agota y el agua comienza a oler.

La mayoría de los ablandadores de agua utilizan sales para aglutinar los metales en el agua y ablandarla. Debido al alto contenido de sal del agua, no es adecuada como agua gris, ya que deben desviarse aguas abajo del sifón y el respiradero. En algunos casos, es más conveniente instalar la válvula desviadora antes del sifón, ya que es perjudicial para las plantas. Una alternativa a los ablandadores de agua de sodio son los ablandadores de potasio. El sifón es seguro, ya que la válvula evitará que los gases de alcantarillado ingresen a la casa. Considerando que todos los productos deben ser no tóxicos para proteger el medio ambiente, hay dos reglas principales a seguir:

- Usar productos biodegradables que estén libres de sal y bórax; se debe evitar el blanqueador con cloro. Los blanqueadores de peróxido de hidrógeno son menos dañinos y pueden estar libres de sal y boro; la sal y el boro son dañinos para las plantas y el suelo. No desechar nada tóxico por el desagüe.

- Los blanqueadores son menos dañinos y pueden usarse en lugar del cloro. Otra consideración es el pH del agua. Muchos jabones no modifican el pH del agua. Generalmente, el jabón líquido no modifica el pH, mientras que los jabones en barra hacen que el agua sea muy básica.

Filtro de aguas grises

El filtro más efectivo es el suelo biológicamente activo cubierto de mantillo. En un sistema simple, los filtros generalmente causan más problemas que el jardín. Para un sistema simple, gran parte del trabajo consistirá en cavar zanjas poco profundas para enterrar las tuberías y crear cuencas para el mantillo. El costo del material depende del tamaño y generalmente causa más problemas que beneficios, pues los filtros necesitan un mantenimiento regular y deben cambiarse o el sistema fallará. El costo del material depende del tamaño y la complejidad.

- Los filtros eliminarán partículas grandes
- Instalación completa: \$ 700 - \$ 4000
- Sistema de bombeo automatizado para goteo
- Los filtros eliminarán partículas grandes, pero ni sal ni químicos disueltos.

Para diseñar un sistema de manera que las partículas grandes no obstruyan el sistema, se debe considerar lo siguiente:

- Riego: \$ 5000 - \$ 20 000
- Las partículas grandes quedarán atrapadas en el lecho de mantillo y el compost
- Las aguas grises, especialmente las de una lavadora, suelen mantenerse fuera.

Si la instalación se hace en una casa que está sobre una losa de hormigón, estas opciones de aguas grises del sistema séptico pueden extender su vida útil:

- Desviar el agua de un sistema séptico defectuoso puede ser útil.

- Utilizar el agua de la lavadora, ya que es de fácil acceso sin alterar la plomería existente.
- Elevar la bañera y enviar el drenaje al exterior.
- Utilizar las aguas grises del segundo piso si se tiene una casa de dos pisos.

Reciclaje de agua gris

El reciclaje no resuelve todas las necesidades de riego de jardines. Sin embargo, al regar plantas individuales o canchales de flores específicos, se podrá mantener un paisaje agradable para uso al aire libre. El mantenimiento del sistema de aguas grises será importante para evitar acumulaciones, encharcamientos y mantener el flujo de agua.

Se debe considerar lo siguiente:

- El cálculo del consumo
- El diseño de un método aprobado para aguas grises y las necesidades de agua
- Los permisos de construcción que requiere la municipalidad
- La compra del equipo necesario y su instalación
- El uso prudente de aguas grises y su distribución de manera apropiada.

Estimaciones de costos del sistema

Se incluye un resumen de los costos estimados asociados a cada uno de los sistemas.

Tipos de sistemas:

Dispositivo de desviación de agua grises : \$ 750 - \$ 2500

Sistema de tratamiento de agua grises: \$ 8000 - \$ 10 000

Costos de instalación:

Instalación del sistema: \$ 250 - \$ 1000

Instalación de tuberías por goteo: \$ 750 - \$ 1000

Trabajos de plomería de modernización: \$ 400 - \$ 1000

Plomería: \$ 200 - \$ 500 (o \$ 750 - \$ 1500 para un sistema más extenso)

Tarifas de solicitud del gobierno local: \$ 240

Honorarios de consultoría: \$ 100 - \$ 500

Costo total: \$ 1000 - \$ 20 000 (costo promedio: \$ 2500)

Consideraciones adicionales:

- Programa de mantenimiento: Se requiere mantenimiento continuo con frecuencias establecidas y costos que varían según el sistema y la frecuencia del mantenimiento.
- Clima y ubicación: El costo puede variar según el clima y la ubicación, y se requieren sistemas más complejos en áreas con alta demanda de agua o regulaciones estrictas.
- Tamaño y complejidad del sistema: Los sistemas más grandes o elaborados pueden costar significativamente más (hasta \$ 10 000 o más).
- Los costos varían ampliamente según el tipo y la complejidad del sistema, así como los requisitos de instalación y mantenimiento.
- Es esencial investigar y comprender los costos específicos asociados antes de la instalación.
- Consideraciones como el clima, la ubicación y el tamaño del sistema también deben tenerse en cuenta en el cálculo del costo general.

Las estimaciones proporcionadas se basan en los costos aproximados y pueden no reflejar los costos reales de la instalación. Se recomienda consultar con un instalador o proveedor profesional para obtener una información más precisa (Departamento de Salud, 2023).

Calidad del tratamiento de agua gris

Tabla 1

Calidad del efluente según el nivel de tratamiento

Parámetro	Efluente primario g/m ³	Efluentes secundario g/m ³	Efluentes secundario avanzado g/m ³
Demanda de Oxígeno Biológico (DBO)	120-240	20	10
Sólidos suspendidos totales	65-180	30	10
Organismo Termotolerantes (Cfu/100 ml)	No aplicable	200	10

Nota. Adaptado de Wilson et al. (2019).

2.3 Términos básicos

- **Aguas grises**

Las aguas grises son las aguas residuales domésticas que surgen de actividades tales como el lavado de platos, la limpieza de baños, el lavado de manos o el uso de la lavadora. Son de origen residencial o comercial y contienen desechos que provienen de estas actividades humanas (Iagua, 2019).

- **Aguas negras**

Las aguas negras son las aguas domésticas y comerciales que contienen desechos de la actividad humana (Ministerio de Vivienda, 2006)

- **Contaminación**

La contaminación se da por la introducción de compuestos nocivos al medio ambiente, lo cual provoca inseguridad o lo hace no apto para el uso humano (Ministerio de Vivienda, 2006)

- **Captación**

Es el punto de recolección de aguas grises (Ministerio de Vivienda, 2006)

- **Desbaste**

Proceso de remover las partículas del agua mediante tamices (Ministerio de Vivienda, 2006)

- **Desinfección**

La desinfección es el proceso de eliminación de patógenos y contaminantes.

- **Filtración**

La filtración sucede cuando se retienen partículas contaminantes mediante un lecho filtrante de arena.

- **Almacenamiento**

Almacenamiento se refiere al acopio del agua tratada.

Capítulo III. Metodología

3.1 Tipo de estudio

Este estudio es cuantitativo, pues se realizan cálculos numéricos para alcanzar los objetivos, y descriptivo, pues se han obtenido datos de proyectos anteriores.

3.2 Nivel del estudio

Descriptivo, pues sustenta el resultado de los datos estadísticos recolectados.

3.3 Diseño del estudio

Es no experimental, pues los datos resultantes no fueron obtenidos mediante pruebas, y transversal, porque emplea un tipo de diseño de observación, recopilación y análisis de variables en el estudio (Mente, 2021).

3.4 Variables

3.4.1 Variable dependiente

Consumo de agua

3.4.2 Variable independiente

Agua gris

3.4.3 Operacionalización de variables

Tabla 2

Operacionalización de variables

Variable independiente	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
X: Aguas grises	X1: Volumen de aguas grises	Unidades en descarga Caudal mínimo Número de descargas.	Norma para instalaciones para agua (NIA) RNE- normas OS.070
	X2: Volumen de agua potable	Dotación por día	Normas IS.010
	X3: Tratamiento	Volumen de almacenamiento	Normas OS.080 y OS.090
Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Y: Gasto de agua	Y1: Red de aguas grises	Lavaderos Urinaris Duchas	Norma para instalaciones para agua (NIA) RNE-Normas OS.070

3.5 Técnica del estudio

El presente estudio determina cómo captar el agua gris, del agua y desagüe del edificio, además propone la distribución de tratamiento del agua.

3.6 Obtención de datos

Se tuvo como referencia investigaciones anteriores

3.7 Procesamiento de datos

Resultados que se muestran en tablas mediante Microsoft Excel.

3.8 Población

La población del edificio: 11 pisos, 5 sótano y azotea.

3.9 Muestra

La muestra se toma de la zona de captación para aguas grises para reutilización en los inodoros de tipo tanque y sistema de riego de áreas verdes.

Capítulo IV. Datos

4.1 Objetivo técnico

Describir el sistema de instalaciones sanitarias en etapa municipal para el proyecto de edificio de departamentos Soho, San Martín, ubicada en la calle San Martín, cuadra 3 (esquina calle Colón), Miraflores, Lima.

4.2 Generalidades

- Área total techada : 13 802.94 m²
- Área del terreno : 1140.85 m²
- Niveles : 5 sótanos (inc. Cist + Cto. Bombas), 11 niveles y azotea.
- Unidades de dptos. : 88 departamentos.
- Uso : Edificio de vivienda

4.3 Descripción del proyecto

Las instalaciones sanitarias se desarrollaron de la siguiente forma:

- a. Actualmente, el predio cuenta con un medidor ubicado en la calle Colón, con numero de suministro 2504638-4, diámetro 1/2" Ø <> 15 mm. Este será reemplazado por una nueva acometida de diámetro 1" Ø <> 25 mm en la calle San Martín.
- b. El nuevo medidor servirá para llenar la cisterna de agua diariamente.
- c. Para el sistema de descarga de aguas servidas, se requerirán de 3 acometidas: 1 por la calle Colón y las otras 2 por la calle San Martín.
- d. Así mismo, se tendrá prevista la instalación de 2 cámaras de bombeo para la evacuación de aguas servidas referentes a los niveles inferiores al NPT +0.00.
- e. Se considera el sistema contra incendio de tal manera que la cisterna será adecuada para el funcionamiento óptimo del sistema en los tiempos requeridos según las normas vigentes.
- f. El presente proyecto contempla la tecnología de captación de aguas grises para

posteriormente ser tratadas y reusadas en inodoros de tipo tanque y sistema de riego tecnificado en áreas verdes.

- g. Para el proyecto, se consideran como aguas grises a las descargas generadas por lavatorios y duchas.
- h. En el proyecto, se han independizado las redes de tuberías de aguas grises de las de aguas negras.
- i. Las aguas grises recolectadas se derivarán hacia el cuarto de máquinas, nivel inferior al sótano 05, donde se ubica la cisterna de aguas grises, la cual recibirá todas las descargas generadas en el día.
- j. El sistema de tratamiento estará compuesto por un sistema de aireación, filtración (multimedia y carbón activado) y desinfección.
- k. Luego de este tratamiento, el agua se almacenará.
- l. El sistema de filtración operará por sensores de nivel instalados en el tanque de almacenamiento de agua cruda. A nivel alto, las bombas se activarán filtrando el volumen acumulado. El proceso finaliza cuando el sensor de nivel bajo manda la orden a las bombas.
- m. El proceso es semiautomático. Después del tratamiento, la orden de limpieza de los filtros deberá ser ejecutada manualmente: las válvulas de los filtros deberán ser dispuestas en modo limpieza.
- n. El sistema de filtración está dimensionado para tratar el caudal de diseño en aproximadamente 4 horas de operación. De esta manera, la operación se hace más flexible, se amortiguan con facilidad picos de producción, la limpieza se realiza sin parar la operación, se minimizan ruidos y se optimiza el gasto energético.
- o. Este sistema contempla la descripción del reúso del agua tratada que se distribuirá según los lineamientos establecidos.
- p. Posterior al tratamiento de agua gris, el agua se guardará en una cisterna.
- q. Con este sistema de distribución se abastecerá exclusivamente al 50 % de

inodoros tipo tanque y se logrará el riego de las áreas verdes.

- r. El sistema de reúso tendrá 2 electrobombas de velocidad variable y presión constante. El funcionamiento será alternado: 1 en funcionamiento y 1 en reserva.
- s. Solo un sector del edificio se está abasteciendo de agua tratada (50 % de inodoros) y la recolección de aguas grises se realiza únicamente desde la azotea hasta el piso 05.

Capítulo V. Dotación diaria de agua potable

Descripción del sistema

Desde la cisterna, el sistema de impulsión estará conformado por 4 electrobombas de presión constante y velocidad variable.

Cálculo de la dotación diaria

La dotación diaria de agua se evalúa según el RNE-IS-010, donde se define lo siguiente:

Tabla 3

Dotación diaria de agua potable

2.1. Sótano 05		
2.1.a. Estacionamiento		
Área de estacionamiento	136.4	m ²
Dotación mínima, según Norma IS.010 2.2 o) Dotación estacionamiento	2	L/m ² /día
Dotación diaria (litros)	272.8	L/día
Dotación diaria (m³)	0.27	m³/día
2.1.b. Depósito		
Área de depósito	30	m ²
Dotación mínima, según Norma IS.010 2.2 j) Dotación para depósitos	0.5	L/m ² /día
Dotación diaria (litros)	15	L/día
Dotación diaria (m³)	0.015	m³/día
Dotación diaria – 5.º SÓTANO (m³)	0.29	m³/día
2.2. Sótano 04		
2.2.a. Estacionamiento		
Área de estacionamiento	359.6	m ²
Dotación mínima, según Norma IS.010 2.2 o) Dotación estacionamiento	2	L/m ² /día
Dotación diaria (litros)	719.2	L/día
Dotación diaria (m³)	0.72	m³/día
2.1.b. Depósito		
Área de depósito	76	m ²
Dotación mínima, según Norma IS.010 2.2 j) Dotación para depósitos	0.5	L/m ² /día
Dotación diaria (litros)	38	L/día
Dotación diaria (m³)	0.038	m³/día

Dotación diaria – 4.º SÓTANO (m³)	0.72	
2.3. Sótano 02 al 03		
2.3.a. Estacionamiento		
Área de estacionamiento	719.2	m ²
Dotación mínima, según Norma IS.010 2.2 o) Dotación estacionamiento	2	L/m ² /día
Dotación diaria (litros)	1,438.40	L/día
Dotación diaria (m³)	1.44	m³/día
2.3.b. Depósito		
Área de Depósito	152	m ²
Dotación mínima, según Norma IS.010 2.2 j) Dotación para depósitos	0.5	L/m ² /día
Dotación diaria (litros)	76	L/día
Dotación diaria (m³)	0.076	m³/día
Dotación diaria – 2.º al 3.º SÓTANO (m³)	1.51	m³/día
2.4. Sótano 01		
2.4.a. Estacionamiento		
Área de estacionamiento	248	m ²
Dotación mínima, según Norma IS.010 2.2 o) Dotación estacionamiento	2	L/m ² /día
Dotación diaria (litros)	496	L/día
Dotación diaria (m³)	0.5	m³/día
2.4.b. Depósito		
Área de Depósito	20	m ²
Dotación mínima, según Norma IS.010 2.2 j) Dotación para depósitos	0.5	L/m ² /día
Dotación diaria (litros)	10	L/día
Dotación diaria (m³)	0.01	m³/día
Dotación diaria – 1.º SÓTANO (m³)	0.51	m³/día
2.5. Piso 01		
2.5.a. Departamento		
Número de dormitorios por departamento	1	Dorm.
Dotación mínima, según Norma IS.010 2.2 b) Edif. multifamiliares	500	L/día/Dpto.
Número de departamentos por piso	1	Dpto.
Número de pisos	1	Piso
Dotación diaria (litros)	500	L/día
Dotación diaria (m³)	0.5	m³/día

2.5.b. Departamento		
Número de dormitorios por departamento	2	Dorm.
Dotación mínima, según Norma IS.010 2.2 b) Edif. multifamiliares	850	L/día/Dpto.
Número de departamentos por piso	3	Dpto.
Número de pisos	1	Piso
Dotación diaria (litros)	2550	L/día
Dotación diaria (m³)	2.55	m³/día
2.5.c. Áreas verdes		
Áreas Verdes	72	m ²
Dotación mínima, según Norma IS.010 2.2 o) Dotación áreas verdes	2	L/m ² /día
Dotación diaria (litros)	144	L/día
Dotación diaria (m³)	0.14	m³/día
Dotación diaria – 1.º PISO (m³)	3.19	m³/día
2.6. Piso 02, 04, 06, 08 y 10		
2.6.a. Departamento		
Número de dormitorios por departamento	5	Dorm.
Dotación mínima, según Norma IS.010 2.2 b) Edif. multifamiliares	1500	L/día/Dpto.
Número de departamentos por piso	6	Dpto.
Número de pisos	5	Piso
Dotación diaria (litros)	45000	L/día
Dotación diaria (m³)	45	m³/día
2.6.b. Departamento		
Número de dormitorios por departamento	3	Dorm.
Dotación mínima, según Norma IS.010 2.2 b) Edif. multifamiliares	1200	L/día/Dpto.
Número de departamentos por piso	3	Dpto.
Número de pisos	5	Piso
Dotación diaria (litros)	18000	L/día
Dotación diaria (m³)	18	m³/día
Dotación diaria - 2º, 4º, 6º, 8º y 10º PISO (m³)	63	m³/día
2.7. Piso 03, 05, 07 y 09		
2.7.a. Departamento		
Número de dormitorios por departamento	2	Dorm.
Dotación mínima, según Norma IS.010 2.2 b) Edif. Multifamiliares	850	L/día/Dpto.
Número de departamentos por piso	5	Dpto.
Número de pisos	4	Piso
Dotación diaria (litros)	17000	L/día

Dotación diaria (m³)	17	m³/día
2.7.b. Departamento		
Número de dormitorios por departamento	3	Dorm.
Dotación mínima, según Norma IS.010 2.2 b) Edif. multifamiliares	1200	L/día/Dpto.
Número de departamentos por piso	3	Dpto.
Número de pisos	4	Piso
Dotación diaria (litros)	14400	L/día
Dotación diaria (m³)	14.4	m³/día
Dotación diaria – 3.º, 5.º, 7.º y 9.º PISO (m³)	31.4	m³/día
2.8. Piso 11		
2.8.a. Departamento		
Número de dormitorios por departamento	1	Dorm.
Dotación mínima, según Norma IS.010 2.2 b) Edif. multifamiliares	500	L/día/Dpto.
Número de departamentos por piso	1	Dpto.
Número de pisos	1	Piso
Dotación diaria (litros)	500	L/día
Dotación diaria (m³)	0.5	m³/día
2.8.b. Departamento		
Número de dormitorios por departamento	2	Dorm.
Dotación mínima, según Norma IS.010 2.2 b) Edif. multifamiliares	850	L/día/Dpto.
Número de departamentos por piso	6	Dpto.
Número de pisos	1	Piso
Dotación diaria (litros)	5100	L/día
Dotación diaria (m³)	5.1	m³/día
2.8.b. Departamento		
Número de dormitorios por departamento	3	Dorm.
Dotación mínima, según Norma IS.010 2.2 b) Edif. multifamiliares	1200	L/día/Dpto.
Número de departamentos por piso	2	Dpto.
Número de pisos	1	Piso
Dotación diaria (litros)	2400	L/día
Dotación diaria (m³)	2.4	m³/día
Dotación diaria – 11.º PISO (m³)	8	m³/día
2.9. Piso azotea		
2.9.a. Sala de usos múltiples		
Área de sala de usos múltiples	115	m ²
Dotación mínima, según Norma IS.010 2.2 g) Centros de reunión	30	L/m ² /día

Dotación diaria (litros)	3450	L/día
Dotación diaria (m³)	3.45	m³/día

2.9.b. Áreas verdes

Áreas verdes	330	m ²
Dotación mínima, según Norma IS.010 2.2 o) Dotación áreas verdes	2	L/m ² /día
Dotación diaria (litros)	660	L/día
Dotación diaria (m³)	0.66	m³/día

2.9.c. Gimnasio

Área de gimnasio	20	m ²
Dotación mínima, según Norma IS.010 2.2 g) Gimnasio	30	L/m ² /día
Dotación diaria (litros)	600	L/día
Dotación diaria (m³)	0.6	m³/día

Dotación diaria - AZOTEA (m³)	4.71	m³/día
---	-------------	--------------------------

2.10. Dotación diaria del proyecto

Dotación diaria del proyecto (CISTERNA)	110.93	m³/día
--	---------------	--------------------------

De acuerdo con el RNE, el volumen mínimo requerido para cisterna será el siguiente:

$$V=110.93 \text{ m}^3$$

Una cisterna es equivalente al mínimo a la dotación diaria. Con lo mencionado, tenemos una dotación mínima de 110.93 m³/día. En el proyecto, se ha establecido una cisterna de 110.95 m³ por motivos de diseño estructural (Anexo 1).

Capítulo VI. Resultados

6.1 Cálculo del sistema de agua potable

6.1.1 Determinación de la máxima demanda simultánea

Se ha evaluado el consumo instantáneo estimado tomando en consideración lo establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones en su Norma IS-010 en lo relativo a unidades de gasto.

Tabla 4

Máxima demanda simultánea en el edificio de departamento SOHO

	UH	Ind. Tanque Reducida	Urinario Tanque	Lavatorio AF	Lavatorio AC	Lavatorio Tot.	Ducha AF	Ducha AC	Lavadero AF	Lavadero AC	Lavadero Tot.	Pto Agua	
Techos	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PR
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Azotea	86.50	9	-	6	6	2	7	7	8	8	3	-	PR
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PISO 11	164.50	8	-	17	17	-	17	17	19	19	-	-	PR
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PISO 10	189.00	8	-	18	18	-	18	18	24	24	-	-	PR
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PISO 9	193.00	8	-	16	16	1	16	16	27	27	-	-	PR
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PISO 8	189.00	8	-	18	18	-	18	18	24	24	-	-	PR
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PISO 7	193.00	8	-	16	16	1	16	16	27	27	-	-	PR
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PISO 6	189.00	8	-	18	18	-	18	18	24	24	-	-	PR
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PISO 5	193.00	8	-	16	16	1	16	16	27	27	-	-	PR
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PISO 4	189.00	8	-	18	18	-	18	18	24	24	-	-	PR
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PISO 3	193.00	8	-	16	16	1	16	16	27	27	-	-	PR
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PISO 2	189.00	8	-	18	18	-	18	18	24	24	-	-	PR
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PU
PISO 1	115.00	-	-	4	4	1	4	4	9	9	1	-	PR
		8	7	-	-	8	-	-	-	-	-	-	PU
SÓTANO 01	24.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PR
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	2	PU
SÓTANO 02	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PR
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	PU
SÓTANO 03	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PR
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	PU
SÓTANO 04	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PR
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	PU
SÓTANO 05	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PR
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	PU

2134.0

Nota. PR=PRIVADO, PU=PÚBLICO

Con ello, se tendrá una UH acumulado de 2134.0 UH \llcorner 12.72 l/s. Respecto a las consideraciones del tipo de uso público de los aparatos sanitarios en proyectos de denominación multifamiliar, en este trabajo se considera no mantener este criterio.

6.1.2 Cálculo del sistema de bombeo de agua potable

a. Datos de diseño

Máxima Demanda Simultánea (MDS) de agua

- MDS = 12.72 L/s

b. Consideraciones de diseño

El caudal de bombeo corresponderá a la MDS. Cada electrobomba impulsará el 33.33 % del caudal de bombeo total. El funcionamiento será "alternado" y proyectará 3 electrobombas en función y 1 en reserva.

c. Determinación del caudal de bombeo

Selección del caudal de bombeo:

El caudal de bombeo será el valor de la MDS

- $Q_b = 201.62 \text{ GPM}$
- $Q_b = 12.72 \text{ L/S}$

El caudal de bombeo para cada electrobomba será el siguiente:

- $Q'_b = 67.21 \text{ GPM}$
- $Q'_b = 4.24 \text{ L/S}$

d. Diámetro de la tubería de impulsión y de succión

Velocidad = $1.973525 \times Q_i / D_i^2$ (Velocidad entre 1,00 y 2,00 m/s)

- Velocidad m/s
- Q L/s
- Di pulg

Asumiendo diámetros para los caudales calculados, tendremos:

Para el "Q_b":

Di (pulg)	Velocidad (m/s)
3	2.67
4	1.55
6	0.68

Para el "Q'_b":

Di (pulg)	Velocidad (m/s)
2	1.96
2 1/2	1.37
3	0.89

Luego, los diámetros a considerar serán los siguientes:

Para la tubería de succión tramo en común	$D_{suc} =$	6	pulg
Para la tubería de succión tramo independiente	$D_{suc} =$	3	pulg
Para el tramo inicial de la tubería de impulsión (MDS)	$D'_{imp} =$	2 ½	pulg
Para el tramo total de impulsión de agua (MDS)	$D_{imp} =$	4	pulg

e. Altura dinámica total

$$HDT = H_g + H_{fs} + H_{fd} + P_s$$

- H_g Alt. geométrica entre punto más elevado y nivel mínimo de la cisterna (m)
- H_{fs} Pérdida de carga en la tubería de succión de la electrobomba (m)
- H_{fd} Pérdida de carga en la tubería de descarga de la electrobomba (m)
- H_{fsd} Pérdida de carga en tubería de succión - descarga de la electrobomba (m)
- H_{fi} Pérdida de carga en la tubería de impulsión de la electrobomba (m)

- Ps Presión de salida en el punto más elevado (m)

Altura geométrica (Hg):

- Cota de la tubería más elevada Cme = 31.90 S.N.P.T
- Nivel mínimo agua en cisterna NMínAg = -16.26 S.N.P.T
- Entonces, altura geométrica será Hg = 48.16 m

Pérdida de carga en la Succión: (hfs)

TRAMO EN COMÚN

Accesorios Longitud equivalente

Codo 90.°	6.23	m
Válvula pie	5.54	m
Válvula	1.32	m
Total	13.09	m

Diámetro de la tubería	D(pulg)	=	6
Longitud de tubería	L1(m)	=	2.4
Long. Equiv. / accesorios	L2(m)	=	13.09
Longitud total	Lt(m)	=	15.49
Coef. fricción	C	=	130

- Hfs = 0.057 m
- V = 0.68 m/s

Considerando manifold

Diámetro de la tubería	D(pulg)	=	6
Longitud de tubería	Lt(m)	=	2.00
Coef. fricción	C	=	130

- Hfs = 0.007 m
- V = 0.68 m/s

TRAMO INDEPENDIENTE

Accesorios Longitud equivalente

Válvula	0.66	m
---------	------	---

Total 0.66 m

Diámetro de la tubería	D(pulg)	=	3
Longitud de tubería	L1(m)	=	1.50
Long. Equiv. / accesorios	L2(m)	=	0.66
Longitud total	Lt(m)	=	2.16
Coef. fricción	C	=	130

- Hfs = 0.029 m
- V = 0.89 m/s

Pérdida de carga en la descarga: (hfd)

TRAMO INDEPENDIENTE

Accesorios	Longitud equivalente
Válvula check	7.22 m
Válvula	0.55 m
Codo 90°	2.60 m
Total	10.36 m

Diámetro de la tubería	D(pulg)	=	2 1/2
Longitud de tubería	L1(m)	=	2.50
Long. Equiv. / accesorios	L2(m)	=	10.36
Longitud total	Lt(m)	=	12.86
Coef. fricción	C	=	130

- Hfd = 0.494 m
- V = 1.373 m/s

TRAMO EN COMÚN

Considerando manifold

Accesorios	Longitud equivalente
Tee	8.31 m
Codo 90°	4.16 m
Total	8.31 m

Diámetro de la tubería	D(pulg)	=	4
Longitud de tubería	L1(m)	=	3.00

Long. Equiv. / accesorios	L2(m)	=	8.31
Longitud total	Lt(m)	=	11.31
Coef. fricción	C	=	130

- Hfd = 0.306 m
- V = 1.549 m/s

Pérdida de carga total (succión - descarga):

- Hfsd = 0.893 m

f. Cálculo hidráulico del tramo más desfavorable

Tabla 5

UH tramo más desfavorable – agua potable

TRAMO	U.H.	Q lps	D Nominal	D(inter) mm	V m/s
RAMAL PRINCIPAL					
A-B	1.50	0.12	16	11.60	1.14
B-C	1.50	0.12	20	16.20	0.58
C-D	3.00	0.12	20	16.20	0.58
D-E	4.50	0.16	20	16.20	0.78
E-F	24.50	0.61	32	26.20	1.13
F-G	257.00	2.89	75	61.40	0.98
G-H	446.00	4.32	90	73.60	1.02
H-I	639.00	5.74	110	90.00	0.90
I-J	828.00	6.77	110	90.00	1.06
J-K	1021.00	7.93	125	102.20	0.97
K-L	1210.00	8.75	125	102.20	1.07
L-M	2134.00	12.72	125	102.20	1.55

Tabla 6

Longitud de accesorios tramo más desfavorable – agua potable

TRAMO	Tee		Codo 90°		Válvula	
	Cant	Lacc	Cant	Lacc	Cant	Lacc
A-B	-	1.31	5	0.65	1	0.14
B-C	-	1.64	3	0.82	1	0.17
C-D	1	1.64	-	0.82	-	0.17
D-E	1	1.64	-	0.82	-	0.17
E-F	1	2.62	-	1.31	-	0.28

F-G	1	6.14	-	3.07	-	0.65
G-H	1	7.36	-	3.68	-	0.78
H-I	1	9.00	-	4.50	-	0.95
I-J	1	9.00	-	4.50	-	0.95
J-K	1	10.23	-	5.11	-	1.08
K-L	1	10.23	5	5.11	-	1.08
L-M	1	10.23	1	5.11	-	1.08

Tabla 7

Pérdida de carga tramo más desfavorable – agua potable

TRAMO	Lacc	Ltub.	Ltub. V	Lt	hf
	m	m	m	m	m
A-B	3.41	5.78	2.40	11.59	1.729
B-C	2.63	4.27	2.40	9.30	0.273
C-D	1.64	1.00	-	2.64	0.077
D-E	1.64	4.25	-	5.89	0.294
E-F	2.62	2.95	1.20	6.77	0.387
F-G	6.14	-	2.70	8.84	0.142
G-H	7.36	-	2.70	10.06	0.141
H-I	9.00	-	2.70	11.70	0.104
I-J	9.00	-	2.70	11.70	0.141
J-K	10.23	-	2.70	12.93	0.112
K-L	35.80	13.86	31.19	80.85	0.842
L-M	15.34	4.00	2.07	21.41	0.446
PÉRDIDA DE CARGA EN EL TRAMO PRINCIPAL					4.688

Pérdida de carga en la línea de impulsión: **h_{fi} = 4.688 m**

g. Asignación de valores para la presión de salida Ps

asumirán los siguientes valores: **Ps = 10.00 mca**

h. Luego, la altura dinámica total será la siguiente:

HDT = 63.74 mca
90.66 psi

i. Potencia hidráulica para cada electrobomba

- Sabemos que **Pot h = (Q_b x HDT) / (75 x e)**
- De acuerdo con catálogo de bombas, tenemos que **e = 70 %**
- Luego, la potencia hidráulica estimada para cada bomba será de

Pot h = 5.15 HP

j. Potencia del motor para cada electrobomba

Sabemos que

$$\text{Pot m} = \text{Pot h} / 0.8$$

Luego, la potencia del motor de la electrobomba será de

$$\text{Pot m} = 6.43 \text{ HP}$$

6.1.3 Características de bombas de agua potable

- Caudal total de diseño : 12.72 Lps (3 en función + uno en reserva)
- Caudal unitario de diseño : 4.24 Lps
- Altura geométrica : 48.16 m
- Pérdida de carga : 4.688 mca
- Presión de salida : 10.00 mca
- Altura dinámica total : 64.00 mca
- Potencia aprox. bomba : 6.50 HP

6.1.4 Cálculo válvula reductora de presión – agua potable

a. Datos de diseño

Selección del caudal de operación:

El caudal de bombeo será el valor de la MDS

- $Q_b = 116.82 \text{ GPM}$
- $Q_b = 7.37 \text{ L/S}$

b. Altura dinámica total

$$\text{HDT} = H_g + H_{fi} + P_s$$

- H_g Alt. geométrica entre punto más elevado y nivel mínimo de la cisterna (m)
- H_{fi} Pérdida de carga en la tubería de impulsión de la electrobomba (m)
- P_s Presión de salida en el punto más elevado (m)

Altura geométrica (H_g):

- Cota de la tubería más elevada $C_{me} = 13.0 \text{ S.N.P.T}$
- Nivel mínimo agua en la red $N_{MínAg} = -14.19 \text{ S.N.P.T}$
- Entonces, altura geométrica será $H_g = 27.19 \text{ m}$

c. Cálculo hidráulico del tramo más desfavorable

Tabla 8

UH tramo más desfavorable – reductora presión

TRAMO	U.H.	Q	D	D(inter)	V
		lps	Nominal	mm	m/s
RAMAL PRINCIPAL					
A"-B"	1.50	0.12	16	11.60	1.14
B"-C"	2.25	0.12	20	14.40	0.74
C"-D"	4.50	0.16	20	14.40	0.98
D"-E"	6.50	0.25	25	18.00	0.98
E"-F"	8.50	0.29	25	18.00	1.14
F"-G"	10.50	0.34	25	18.00	1.34
G"-H"	10.50	0.34	25	20.40	1.04
H"-I"	12.50	0.38	32	26.20	0.71
I"-J"	14.50	0.42	32	26.20	0.78
J"-K"	19.00	0.52	32	26.20	0.97
K"-L"	20.00	0.54	32	26.20	1.00
L"-M"	22.00	0.58	32	26.20	1.08
M"-N"	193.00	2.39	63	51.40	1.15
N"-Ñ"	382.00	3.70	90	73.60	0.87
Ñ"-O"	575.00	5.18	110	90.00	0.81
O"-P"	764.00	6.31	110	90.00	0.99
P"-Q"	879.00	7.09	110	90.00	1.12
Q"-R"	882.00	7.11	110	90.00	1.12
R"-S"	903.00	7.24	110	90.00	1.14
S"-T"	909.00	7.28	110	90.00	1.15
T"-U"	915.00	7.31	110	90.00	1.15
U"-V"	921.00	7.35	110	90.00	1.16
V"-W"	924.00	7.37	110	90.00	1.16

Tabla 9

Longitud de accesorios tramo más desfavorable – reductora presión

TRAMO	Tee		Codo 90°		Válvula	
	Cant	Lacc	Cant	Lacc	Cant	Lacc
A"-B"	-	1.31	4	0.65	-	0.14
B"-C"	1	1.64	6	0.82	1	0.17
C"-D"	1	1.64	2	0.82	-	0.17
D"-E"	1	2.05	-	1.02	-	0.22
E"-F"	1	2.05	-	1.02	-	0.22
F"-G"	1	2.05	2	1.02	-	0.22

G"-H"	-	2.05	2	1.02	-	0.22
H"-I"	1	2.62	-	1.31	-	0.28
I"-J"	1	2.62	-	1.31	-	0.28
J"-K"	1	2.62	-	1.31	-	0.28
K"-L"	1	2.62	1	1.31	-	0.28
L"-M"	1	2.62	10	1.31	1	0.28
M"-N"	1	5.15	2	2.58	-	0.54
N"-Ñ"	1	7.36	-	3.68	-	0.78
Ñ"-O"	1	9.00	-	4.50	-	0.95
O"-P"	1	9.00	-	4.50	-	0.95
P"-Q"	1	9.00	1	4.50	-	0.95
Q"-R"	1	9.00	1	4.50	-	0.95
R"-S"	1	9.00	1	4.50	-	0.95
S"-T"	1	9.00	-	4.50	-	0.95
T"-U"	1	9.00	-	4.50	-	0.95
U"-V"	1	9.00	1	4.50	-	0.95
V"-W"	3	9.00	1	4.50	-	0.95

Tabla 10

Pérdida de carga tramo más desfavorable – reductora presión

TRAMO	Lacc	Ltub.	Ltub. V	Lt	hf
	m	m	m	m	m
A"-B"	2.62	2.34	1.20	6.16	0.919
B"-C"	6.72	2.31	0.50	9.53	0.496
C"-D"	3.27	2.78	2.70	8.75	0.776
D"-E"	2.05	0.61	-	2.66	0.181
E"-F"	2.05	0.20	-	2.25	0.202
F"-G"	4.09	1.10	1.20	6.39	0.771
G"-H"	2.05	0.60	1.20	3.85	0.252
H"-I"	2.62	0.87	-	3.49	0.083
I"-J"	2.62	0.80	-	3.42	0.098
J"-K"	2.62	0.20	-	2.82	0.120
K"-L"	3.93	8.24	-	12.17	0.555
L"-M"	15.99	30.94	0.60	47.53	2.474
M"-N"	10.31	1.00	4.00	15.31	0.411
N"-Ñ"	7.36	-	2.70	10.06	0.106
Ñ"-O"	9.00	-	2.70	11.70	0.086
O"-P"	9.00	-	2.70	11.70	0.124
P"-Q"	13.50	1.22	3.70	18.42	0.242
Q"-R"	13.50	7.34	-	20.84	0.275
R"-S"	13.50	0.30	3.04	16.84	0.230
S"-T"	9.00	-	2.90	11.90	0.164

T"-U"	9.00	-	2.90	11.90	0.165
U"-V"	13.50	0.48	-	13.98	0.196
V"-W"	31.50	3.97	-	35.47	0.500
PÉRDIDA DE CARGA EN EL TRAMO PRINCIPAL					9.422

Pérdida de carga en la línea de impulsión: $h_{fi} = 9.422 \text{ m}$

d. Asignación de valores para la presión de salida "Ps"

asumirán los siguientes valores: $P_s = 10.00 \text{ mca}$

e. Luego, la altura dinámica total será

$HDT = 46.61 \text{ mca}$
 66.30 psi

f. Resultados

- Se obtiene que la presión requerida en el punto W" será de 46.61 mca, por lo que se encuentra dentro de los 50 mca como máximo
- De la tabla 7, se tiene que la presión en el punto L será de 61.23 mca
- Por lo que la VRP será de las siguientes características:

-	Q operación	=	116.82 gpm
-	Presión de ingreso	=	61.23 mca
-	Presión de salida	=	46.61 mca
-	Presión a reducir	=	14.00 mca

6.2 Cálculo del sistema de aguas grises

6.2.1 Cálculo estimación volumen agua grises generada

En el proyecto, se están considerando los siguientes valores de descarga, según el *Código Técnico De Construcción Sostenible, Decreto Supremo N.º 014-2021-Vivienda, Capítulo II – Eficiencia Hídrica, Art. 16.2:*

- Lavatorios = 4.90 lpm
- Duchas = 9.00 lpm

Tabla 11*Estimación de volumen de agua gris generada*

Análisis de Descarga de aguas grises lavatorios y duchas								
Nivel	Lavatorio			Ducha			Consumo	
	Cant.	Tiempo de uso (min)	Caudal (lpm)	Cant.	Tiempo de uso (min)	Caudal (lpm)		
techos							0.0	
Azotea	1.00	10.00	4.90	1.00	20.00	9.00	229.0	
piso 11	3.00	10.00	4.90	3.00	20.00	9.00	687.0	
piso 10	4.00	10.00	4.90	4.00	20.00	9.00	916.0	
piso 9	3.00	10.00	4.90	3.00	20.00	9.00	687.0	
piso 8	4.00	10.00	4.90	4.00	20.00	9.00	916.0	
piso 7	3.00	10.00	4.90	3.00	20.00	9.00	687.0	
piso 6	4.00	10.00	4.90	4.00	20.00	9.00	916.0	
piso 5	3.00	10.00	4.90	3.00	20.00	9.00	687.0	
piso 4	-	-	-	-	-	-	0.0	
piso 3	-	-	-	-	-	-	0.0	
piso 2	-	-	-	-	-	-	0.0	
piso 1	-	-	-	-	-	-	0.0	
sótano 01	-	-	-	-	-	-	0.0	
sótano 02	-	-	-	-	-	-	0.0	
sótano 03	-	-	-	-	-	-	0.0	
sótano 04	-	-	-	-	-	-	0.0	
sótano 05	-	-	-	-	-	-	0.0	
Volumen Requerido ¹							5725	litros
Volumen Requerido ²							5.73	m ³

6.2.2 Cálculo sistema de bombeo de aguas grises (ptar)

En el proyecto, se tiene estimado el volumen mínimo de consumo de agua tratada en 5.99 m³/día. Se ha considerado un funcionamiento de 4.0 horas por día.

- Caudal de tratamiento 0.42 L/s

Asimismo, por requerimiento del cliente, la sección de arquitectura considerará un volumen extra con la capacidad de atender futuras ampliaciones, este volumen será de

17.81 m³.

6.2.3 Equipos presurización sistema de tratamiento

- Caudal total de diseño : 0.42 lps (1 en función + uno en reserva)
- Caudal unitario de diseño : 0.42 lps
- Altura geométrica : 3.00 m
- Pérdida de carga : 0.89 m
- Pérdida de carga filtro : 30.00 m
- Presión de salida : 1.00 m
- Altura dinámica total : 35.30 m
- Potencia apro. bomba : 1.00 HP

6.2.4 Cálculo de filtros de tratamiento

- Caudal de recirculación : 1.50 m³/hr
- Tasa de filtración : 10.00 m/hr
- Área de filtración : 0.15 m²
- Diámetro del filtro : 0.44 m

6.2.5 Descripción de los componentes de la Planta de Tratamiento de Aguas

Residuales (PTAR)

La PTAR debe tratar 6.00 m³/día de aguas grises provenientes de los lavamanos y duchas del edificio SOHO. El reúso de agua tratada será empleado en el riego de áreas verdes y en el abastecimiento de inodoros en el edificio. Las aguas grises llegarán de manera gravitacional desde el edificio hacia una cámara de homogenización, cuya función es generar un flujo homogéneo hacia una siguiente etapa en la cámara de aguas grises, donde, mediante un soplador de aire, se mantendrán agitadas las aguas.

Luego, mediante un sistema de presurización, se derivarán las aguas grises hacia el sistema de dosificación de coagulantes y percolación para pasar al sistema de filtración compuesto por filtros de cuarzo y carbón activado. Esta etapa también contendrá un sistema de poscloración para asegurar la calidad de agua en el almacenamiento del agua tratada. En general, el tratamiento consiste en una secuencia de procesos de depuración que se pueden clasificar en las siguientes fases de acondicionamiento:

a. Tanque de homogenización

Es una cámara de homogenización cuya función es generar un flujo homogéneo hacia la siguiente etapa denominada *cámara de aguas grises*.

b. Cámara de aireación

En esta cámara se realiza la aeración a las aguas grises homogenizadas en la cámara anterior.

c. Filtración multimedia

Permite la retención de partículas menor a 20 micras. Para ello, está conformado por 3 materiales filtrantes (arena, antracita y garnet) y tiene funcionamiento automático. Este se constituye de un cabezal electromecánico que permite la secuencia de operación del filtro en ciclos de filtrado, retrolvado y enjuague.

d. Filtración por carbón activado

Posibilita la retención de malos olores y color. Está conformado por carbón activado granular en dos filtros en paralelo y con funcionamiento automático. Este se constituye por un cabezal electromecánico que permite la secuencia de operación del filtro en ciclos de filtrado, retrolvado y enjuague.

e. Filtro pulidor

Permite la retención de partículas menor a 5 micras. Está constituido por polipropileno y emplea dos filtros de cartucho reemplazable dispuestos en paralelo.

f. Desinfección del efluente.

Está conformado por una bomba dosificadora y un tanque de preparación del químico. Tiene dos funciones: acción desinfectante y mantenimiento de un remanente en el agua tratada.

Notas

- Los componentes mencionados líneas arriba son referenciales, fueron definidos por la propuesta de proveedor del sistema de implementación de tratamiento de aguas grises.

- En este trabajo de suficiencia, se consideran deficientes los procesos mencionados, los cuales deberían mejorarse con la implementación de tratamiento biológico. De esa manera, se podría cumplir con los parámetros de reúso en este tipo de proyectos.

6.3 Cálculo del sistema de agua tratada

6.3.1 Cálculo estimación volumen agua tratada requerida

En el proyecto, según el *Código Técnico De Construcción Sostenible, Decreto Supremo N.º 014-2021-Vivienda, Capítulo II – Eficiencia Hídrica, Art. 16.2*, se están considerando los siguientes valores de descarga:

$$\text{Inodoro} = 4.80 \text{ lpm}$$

Tabla 12

Estimación en volumen de agua requerida

Análisis de consumo de agua por inodoro 4.8 lpd				
Nivel	Cantidad	# de uso	descarga por uso	Consumo
techos	-	-	-	0.00
Azotea	4.00	10.00	4.80	192.00
piso 11	9.00	10.00	4.80	432.00
piso 10	10.00	10.00	4.80	480.00
piso 9	9.00	10.00	4.80	432.00
piso 8	10.00	10.00	4.80	480.00
piso 7	9.00	10.00	4.80	432.00
piso 6	10.00	10.00	4.80	480.00
piso 5	9.00	10.00	4.80	432.00
piso 4	10.00	10.00	4.80	480.00
piso 3	9.00	10.00	4.80	432.00
piso 2	10.00	10.00	4.80	480.00
piso 1	5.00	10.00	4.80	240.00
sótano 01	-	-	-	0.00
sótano 02	-	-	-	0.00
sótano 03	-	-	-	0.00
sótano 04	-	-	-	0.00
sótano 05	-	-	-	0.00

Volumen Requerido ¹ Inodoros	4992	litros
Volumen Requerido ² Áreas Verdes	804.00	litros
	5.80	m ³
Volumen Requerido ³	5.80	m ³

Asimismo, por requerimiento del cliente, arquitectura dejará considerado un volumen con la capacidad de atender futuras ampliaciones, este volumen será de 18.76 m³.

6.3.2 Determinación de la máxima demanda simultánea

El consumo instantáneo estimado se ha evaluado tomando en consideración lo establecido por el *Reglamento Nacional de Edificaciones en su Norma IS-010* en lo relativo a unidades de gasto.

Tabla 13

Máxima demanda simultánea

	UH	Ind. Tanque Reducida	Pto Riego	
Techos	0.00	-	-	PR
		-	-	PU
Azotea	54.00	4	16	PR
		-	-	PU
PISO 11	25.50	9	4	PR
		-	-	PU
PISO 10	21.00	10	2	PR
		-	-	PU
PISO 9	22.50	9	3	PR
		-	-	PU
PISO 8	21.00	10	2	PR
		-	-	PU
PISO 7	22.50	9	3	PR
		-	-	PU
PISO 6	21.00	10	2	PR
		-	-	PU
PISO 5	22.50	9	3	PR
		-	-	PU

PISO 4	21.00	10	2	PR
		-	-	PU
PISO 3	22.50	9	3	PR
		-	-	PU
PISO 2	21.00	10	2	PR
		-	-	PU
PISO 1	46.50	5	13	PR
		-	-	PU
SÓTANO 01	0.00	-	-	PR
		-	-	PU
SÓTANO 02	0.00	-	-	PR
		-	-	PU
SÓTANO 03	0.00	-	-	PR
		-	-	PU
SÓTANO 04	0.00	-	-	PR
		-	-	PU
SÓTANO 05	0.00	-	-	PR
		-	-	PU
	321.00			

Nota. PR = PRIVADO; PU = PÚBLICO

6.3.3 Cálculo sistema de bombeo de agua tratada

a. Datos de diseño

Máxima Demanda Simultánea de Agua (MDS) MDS = 3.38 L/s

b. Consideraciones de diseño

El caudal de bombeo corresponderá a la MDS. Cada electrobomba impulsará el 100 % del caudal de bombeo total en funcionamiento "alternado", y proyectando 1 electrobombas en función y 1 en reserva.

c. Determinación del caudal de bombeo

Selección del caudal de bombeo: el caudal de bombeo será el valor de la MDS:

- $Q_b = 53.27$ GPM
- $Q_b = 3.38$ L/S

El caudal de bombeo para cada electrobomba será:

- $Q'b = 53.27 \text{ GPM}$
- $Q'b = 3.38 \text{ L/S}$

d. Diámetro de la tubería de impulsión y de succión

$$\text{Velocidad} = 1.973525 \times Q_i / D_i^2 \text{ (velocidad entre 1,00 y 2,00 m/s)}$$

- Velocidad m/s
- Q L/s
- Di pulg

Asumiendo diámetros para los caudales calculados, tendremos:

Para el "Qb":

Di (pulg)	Velocidad (m/s)
2	1.56
2 1/2	1.09
3	0.71

Para el "Q'b":

Di (pulg)	Velocidad (m/s)
2	1.56
2 1/2	1.09
3	0.71

Luego, los diámetros a considerar serán:

Para la tubería de succión tramo en común	$D_{suc} =$	3	pulg
Para la tubería de succión tramo independiente	$D_{suc} =$	3	pulg
Para el tramo inicial de la tubería de impulsión (MDS)	$D'_{imp} =$	2 ½	pulg
Para el tramo total de impulsión de agua (MDS)	$D_{imp} =$	2 ½	pulg

g. Altura dinámica total

$$\text{HDT} = H_g + H_{fs} + H_{fd} + P_s$$

- H_g Alt. geométrica entre punto más elevado y nivel mínimo de la cisterna (m)
- H_{fs} Pérdida de carga en la tubería de succión de la electrobomba (m)
- H_{fd} Pérdida de carga en la tubería de descarga de la electrobomba (m)
- H_{fsd} Pérdida de carga en tubería de succión - descarga de la electrobomba (m)

- H_{fi} Pérdida de carga en la tubería de impulsión de la electrobomba (m)
- P_s Presión de salida en el punto más elevado (m)

Altura geométrica (H_g):

- Cota de la tubería más elevada C_{me} = 31.60 S.N.P.T
- Nivel mínimo agua en cisterna $N_{MínAg}$ = -14.64 S.N.P.T
- Entonces, la altura geométrica será H_g = 46.24 m

Pérdida de carga en la succión: (h_{fs})

TRAMO EN COMUN

Accesorios Longitud equivalente

Codo 90°	3.12	m
Válvula pie	2.77	m
Válvula	0.66	m
Total	6.55	m

Diámetro de la tubería	D(pulg)	=	3
Longitud de tubería	L1(m)	=	1.4
Long. Equiv. / accesorios	L2(m)	=	6.55
Longitud total	Lt(m)	=	7.95
Coef. fricción	C	=	130

- H_{fs} = 0.070 m
- V = 0.71 m/s

Considerando manifold

Diámetro de la tubería	D(pulg)	=	3
Longitud de tubería	Lt(m)	=	1.40
Coef. fricción	C	=	130

- H_{fs} = 0.012 m
- V = 0.71 m/s

TRAMO INDEPENDIENTE

Accesorios Longitud equivalente

Válvula	0.66	m
Total	0.66	m

Diámetro de la tubería	D(pulg)	=	3
Longitud de tubería	L1(m)	=	1.50
Long. Equiv. / accesorios	L2(m)	=	0.66
Longitud total	Lt(m)	=	2.16
Coef. fricción	C	=	130

- Hfs = 0.019 m
- V = 0.71 m/s

Pérdida de carga en la Descarga: (hfd)

TRAMO INDEPENDIENTE

Accesorios	Longitud equivalente
Válvula check	7.22 m
Válvula	0.55 m
Codo 90°	2.60 m
Total	10.36 m

Diámetro de la tubería	D(pulg)	=	2 1/2
Longitud de tubería	L1(m)	=	1.80
Long. Equiv. / accesorios	L2(m)	=	10.36
Longitud total	Lt(m)	=	12.16
Coef. fricción	C	=	130

- Hfd = 0.307 m
- V = 1.094 m/s

TRAMO EN COMÚN

Considerando manifold

Accesorios	Longitud equivalente
Tee	5.20 m
Codo 90°	2.60 m
Total	5.20 m

Diámetro de la tubería	D(pulg)	=	2 1/2
Longitud de tubería	L1(m)	=	1.50
Long. Equiv. / accesorios	L2(m)	=	5.20
Longitud total	Lt(m)	=	6.70
Coef. fricción	C	=	130

- Hfd = 0.169 m
- V = 1.094 m/s

Pérdida de carga total (succión - descarga):

- Hfsd = 0.577 m

k. Cálculo hidráulico del tramo más desfavorable

Tabla 14

UH tramo más desfavorable – agua tratada

TRAMO	U.H.	Q	D	D(inter)	V
		lps	Nominal	mm	m/s
RAMAL PRINCIPAL					
A'-B'	3.00	0.12	20	16.20	0.58
B'-C'	18.00	0.50	32	26.20	0.93
C'-D'	21.00	0.56	32	26.20	1.04
D'-E'	24.00	0.61	40	32.60	0.73
E'-F'	27.00	0.69	40	32.60	0.83
F'-G'	30.00	0.75	40	32.60	0.90
G'-H'	33.00	0.81	40	32.60	0.97
H'-I'	79.50	1.44	50	40.80	1.10
I'-J'	100.50	1.67	63	51.40	0.81
J'-K'	123.00	1.85	63	51.40	0.89
K'-L'	144.00	2.01	63	51.40	0.97
L'-M'	166.50	2.19	63	51.40	1.06
M'-N'	187.50	2.35	63	51.40	1.13
N'-Ñ'	321.00	3.38	75	61.40	1.14

Tabla 15*Longitud de accesorios tramo más desfavorable – agua tratada*

TRAMO	Tee		Codo 90°		Válvula	
	Cant	Lacc	Cant	Lacc	Cant	Lacc
A'-B'	-	1.64	4	0.82	1	0.17
B-C'	1	2.62	-	1.31	-	0.28
C'-D'	1	2.62	-	1.31	-	0.28
D'-E'	1	3.27	-	1.64	-	0.35
E'-F'	1	3.27	-	1.64	-	0.35
F'-G'	1	3.27	-	1.64	-	0.35
G'-H'	1	3.27	5	1.64	-	0.35
H'-I'	1	4.09	-	2.05	-	0.43
I'-J'	1	5.15	-	2.58	-	0.54
J'-K'	1	5.15	-	2.58	-	0.54
K'-L'	1	5.15	-	2.58	-	0.54
L'-M'	1	5.15	-	2.58	-	0.54
M'-N'	1	5.15	11	2.58	1	0.54
N'-Ñ'	1	6.14	-	3.07	-	0.65

Tabla 16*Pérdida de carga tramo más desfavorable – agua tratada*

TRAMO	Lacc	Ltub.	Ltub. V	Lt	hf
	m	m	m	m	m
A'-B'	3.45	14.05	0.20	17.70	0.519
B-C'	2.62	2.34	-	4.96	0.196
C'-D'	2.62	6.70	-	9.32	0.455
D'-E'	3.27	1.20	-	4.47	0.088
E'-F'	3.27	3.70	-	6.97	0.173
F'-G'	3.27	4.40	-	7.67	0.222
G'-H'	11.45	5.70	2.70	19.85	0.661
H'-I'	4.09	-	2.70	6.79	0.220
I'-J'	5.15	-	2.70	7.85	0.109
J'-K'	5.15	-	2.70	7.85	0.131
K'-L'	5.15	-	2.70	7.85	0.153
L'-M'	5.15	-	2.70	7.85	0.179
M'-N'	34.05	34.54	27.14	95.73	2.491
N'-Ñ'	6.14	8.10	2.00	16.24	0.348
PÉRDIDA DE CARGA EN EL TRAMO PRINCIPAL					5.945

Pérdida de carga en la línea de impulsión: $h_{fi} = 5.945 \text{ m}$

I. Asignación de valores para la presión de salida "Ps"

asumirán los siguientes valores: $P_s = 10.00 \text{ mca}$

m. Luego, la altura dinámica total será:

$HDT = 62.76 \text{ mca}$
 89.27 psi

n. Potencia hidráulica para cada electrobomba

Sabemos que $Pot\ h = (Q_b \times HDT) / (75 \times e)$

De acuerdo con catálogo de bombas, tenemos que $e = 70\%$

Luego, la potencia hidráulica estimada para cada bomba será de

$Pot\ h = 4.04 \text{ HP}$

o. Potencia del motor para cada electrobomba

Sabemos que $Pot\ m = Pot\ h / 0.8$

Luego, la potencia del motor de la electrobomba será de:

$Pot\ m = 5.05 \text{ HP}$

6.3.4 Válvula reductora de presión – agua tratada

a. Datos de diseño

Selección del caudal de operación:

El caudal de bombeo será el valor de la MDS

- $Q_b = 53.57 \text{ GPM}$
- $Q_b = 3.38 \text{ L/S}$

b. Altura dinámica total

$$HDT = H_g + H_{fi} + P_s$$

- H_g Alt. geométrica entre punto más elevado y nivel mínimo de la cisterna (m)
- H_{fi} Pérdida de carga en la tubería de impulsión de la electrobomba (m)
- P_s Presión de salida en el punto más elevado (m)

Altura geométrica (H_g):

- Cota de la tubería más elevada $C_{me} = 14.70 \text{ S.N.P.T}$
- Nivel mínimo agua en la red $N_{MínAg} = -12.64 \text{ S.N.P.T}$
- Entonces, altura geométrica será $H_g = 27.34 \text{ m}$

c. Cálculo hidráulico del tramo más desfavorable

Tabla 17

UH tramo más desfavorable – reductora presión agua tratada

TRAMO	U.H.	Q	D	D(inter)	V
		lps	Nominal	mm	m/s
RAMAL PRINCIPAL					
A*-B*	1.50	0.12	20	16.20	0.58
B*-C*	3.00	0.12	25	20.40	0.37
C*-D*	4.50	0.16	20	16.20	0.78
D*-E*	7.50	0.28	25	20.40	0.86
E*-F*	22.50	0.58	32	26.20	1.08
F*-G*	43.50	0.98	50	40.80	0.75
G*-H*	66.00	1.32	50	40.80	1.01
H*-I*	87.00	1.52	63	51.40	0.73
I*-J*	103.50	1.69	63	51.40	0.82
J*-K*	112.50	1.77	63	51.40	0.85
K*-L*	115.50	1.79	63	51.40	0.86
L*-M*	121.50	1.84	63	51.40	0.89
M*-N*	133.50	1.93	63	51.40	0.93

Tabla 18

Longitud de accesorios tramo más desfavorable – reductora presión

TRAMO	Tee		Codo 90°		Válvula	
	Cant	Lacc	Cant	Lacc	Cant	Lacc
A*-B*	-	1.64	2	0.82	-	0.17
B*-C*	1	2.05	3	1.02	-	0.22
C*-D*	5	1.64	-	0.82	1	0.17
D*-E*	1	2.05	-	1.02	-	0.22
E*-F*	1	2.62	1	1.31	-	0.28
F*-G*	1	4.09	-	2.05	-	0.43
G*-H*	1	4.09	-	2.05	-	0.43
H*-I*	1	5.15	-	2.58	-	0.54
I*-J*	1	5.15	1	2.58	-	0.54
J*-K*	1	5.15	2	2.58	-	0.54
K*-L*	1	5.15	-	2.58	-	0.54
L*-M*	1	5.15	-	2.58	-	0.54
M*-N*	5	5.15	-	2.58	-	0.54

Tabla 19*Pérdida de carga tramo más desfavorable – reductora presión*

TRAMO	Lacc	Ltub.	Ltub. V	Lt	hf
	m	m	m	m	m
A*-B*	1.64	1.20	0.15	2.99	0.088
B*-C*	5.11	1.90	2.70	9.71	0.093
C*-D*	8.35	8.12	0.60	17.07	0.853
D*-E*	2.05	2.66		4.71	0.215
E*-F*	3.93	0.60	2.70	7.23	0.376
F*-G*	4.09		2.70	6.79	0.108
G*-H*	4.09		2.70	6.79	0.187
H*-I*	5.15		2.00	7.15	0.083
I*-J*	7.73	1.50	0.70	9.93	0.140
J*-K*	10.31	12.90		23.21	0.357
K*-L*	5.15	2.00		7.15	0.113
L*-M*	5.15	3.60		8.75	0.145
M*-N*	25.77	15.86	11.74	53.37	0.965
PÉRDIDA DE CARGA EN EL TRAMO PRINCIPAL					3.723

Pérdida de carga en la línea de impulsión: $h_{fi} = 3.723 \text{ m}$

d. Asignación de valores para la presión de salida "Ps"

asumirán los siguientes valores: $P_s = 10.00 \text{ mca}$

e. Luego, la altura dinámica total será:

$HDT = 41.06 \text{ mca}$
 58.40 psi

f. Resultados

- Se obtiene que la presión requerida en el punto N* será de 41.06 mca, por lo que se encuentra dentro de los 50 mca como máximo
- De la tabla 16, se tiene que la presión en el punto N' será de 60.76 mca
- Por lo que la VRP será de las siguientes características:

- **Q operación** = **53.57 gpm**
 - **Presión de ingreso** = **60.76 mca**
 - **Presión de salida** = **46.61 mca**
 - **Presión a reducir** = **19.00 mca**

6.4 Sistema de evacuación de desagües y ventilación

Para evacuar las aguas residuales de la edificación, se ha previsto de dos sistemas: uno por gravedad y otro de impulsión con una cámara de bombeo. Estos conducen las aguas residuales a las cajas de registro para posteriormente ser eliminadas a la red pública en la calle San Martín y en la calle Colón. Los puntos de desagüe se han establecido de acuerdo con la distribución de aparatos fijados en arquitectura, con el dimensionamiento de tuberías y accesorios adecuados según lo estipulado por el *Reglamento Nacional de Edificaciones*.

Se ha diseñado un sistema de ventilación con tuberías y accesorios empotrados en paredes y recolectados en montantes a ubicarse en ductos, de tal forma que se obtenga una máxima eficiencia en todos los puntos que requieran ser ventilados a fin de evitar ruptura de sellos de agua, alzas de presión y la presencia de malos olores. También se ha considerado una cámara de bombeo de drenajes en el cuarto de bombas de agua potable, la cual tiene por finalidad atender la descarga de los reboses de cisterna y drenajes en estacionamientos por la activación de rociadores. Esta cámara de bombeo tendrá una capacidad de 1.36 m³ y considera tres electrobombas sumergibles (dos en funcionamiento y una en reserva).

Asimismo, también se ha considerado una cámara de bombeo de drenajes en el cuarto de bombas del sistema de tratamiento de aguas grises, la cual tiene por finalidad atender la descarga de los reboses de cisternas y tendrá una capacidad de 1.36 m³ y considerará tres electrobombas sumergibles (dos en funcionamiento y una en reserva).

6.4.1 Cámara de bombeo 01

a. Dimensionamiento del volumen útil de la Cámara de bombeo 01

Se considerará el caudal de los rociadores cuando estos se activen, con 3 rociadores activos, los cuales tienen 20 gpm de descarga por cada rociador:

- Tipo de descarga = rociadores

- Cantidad = 03 und
- Caudal unitario = 20 gpm
- Caudal total = 60 gpm <> **3.79 l/s**

b. Cálculo del caudal de bombeo

Se considerará que la capacidad total de bombeo será por lo menos el 150 % del gasto máximo que recibe la cámara de bombeo. Considerando que el gasto máximo que recibe la cámara de bombeo será el equivalente al ingreso de agua (caso extremo) cuyo valor es de $Q_{m\acute{a}x}$:

$$Q_b = Q_{m\acute{a}x} \times 1.5$$

$$Q_{m\acute{a}x} = 3.79 \text{ lt/seg}$$

$$Q_b = 5.68 \text{ lt/seg}$$

De acuerdo con el ítem (c) del Acápito 6.4 de la Norma IS.010 del RNE, el número mínimo de equipos de bombeo será 2 y la capacidad de cada uno será igual al gasto máximo. Luego, el total de bombas a emplear en funcionamiento alternado/simultáneo serán 3 unidades.

Siendo la capacidad de bombeo, para cada una, de $Q_b = 2.84 \text{ lt/seg}$

c. Volumen de la cámara de bombeo

$$Q_b = \text{Caudal de Bombeo} \quad Q_b = 90.00 \text{ gpm}$$

$$Q_b = 5.68 \text{ l/s}$$

$$Q_b = \text{Caudal max. demanda de contribución} \quad Q_p = 3.79 \text{ l/s}$$

$$T_t = \text{Tiempo total en segundos (T1+T2)} \quad T_t = 18.00 \text{ min}$$

T1= tiempo de llenado en segundos

T2= tiempo de vaciado en segundos

$$V_o = \text{Volumen útil de la cámara en litros} \quad V_o = 1,362.75 \text{ L}$$

$$V_o = 1.36 \text{ m}^3$$

d. Diámetro de la tubería de impulsión

Datos: $Q_i = 2.84$ L/s
 $Veloc = [0,60 - 1,50]$ m/s

Velocidad = $1.973525 \times Q_i / D_i^2$ (Velocidad entre 0,60 y 1,50 m/s)

- Velocidad m/s
- Q L/s
- D_i pulg

Asumiendo diámetros para los caudales calculados, tendremos:

Para el "Qb":

D_i (pulg)	Velocidad (m/s)
2 1/2	0.92
3	0.60
4	0.35

Luego, tomando en consideración el rango de la velocidad, tendremos que para el tramo total de impulsión de agua:

$$D_{imp} = 3.00 \text{ pulg}$$

e. Altura dinámica total

$$HDT = H_g + H_{fi} + P_s$$

- H_g Alt. geométrica entre punto más elevado y nivel mínimo de la cisterna (m)
- H_{fi} Pérdida de carga en la tubería de impulsión de la electrobomba (m)
- P_s Presión de salida en el punto más elevado (m)

f. Altura geométrica (H_g)

- Cota mínimo en cámara $C_{me} = -18.81$ S.N.P.T
- Cota de ingreso en CR $N_{MínAg} = -0.50$ S.N.P.T
- Entonces, altura geométrica será $H_g = 18.31$ m

g. Pérdida de carga por accesorios y por fricción en la tubería de impulsión (Hfi)

Tabla 20

Longitud de accesorios

Diámetro	Codo 90°	Codo 45°	Tee
3	3.117	1.455	6.235

Tabla 21

Cantidad de accesorios

Ubicación	Codo 90°	Codo 45°	Tee
Tub Imp	12	11	1

Tabla 22

Pérdida de carga de tubería de impulsión

TRAMO	Qb	Ch-w	Di	S	Long Tub	Long Equiv.	Hfric
	(l/s)		(pulg)	(m/m)	(m)	(m)	(m)
H1	5.68	130	3	0.025	48.16	59.64	2.71

Luego, la pérdida de carga en la línea de impulsión será de $H_{fi} = 2.71$ mca.

h. Presión de salida

Asumiremos que será de: $P_s = 1.00$ mca

Luego, la altura dinámica total será: $H_{DT} = 22.02$ mca
31.32 psi

i. Potencia hidráulica para cada electrobomba

Sabemos que: $Pot\ h = (Q_b \times H_{DT}) / (50 \times e)$

De acuerdo con catálogo de bombas, tenemos que: $e = 50\ %$

Luego, la potencia hidráulica estimada para cada bomba será de:

$$Pot\ h = 1.67\ HP$$

j. Potencia del motor para cada electrobomba

Sabemos que $Pot\ m = Pot\ h / 0.55$

Luego, la potencia del motor de la electrobomba será de:

$$Pot\ m = 3.03\ HP$$

6.4.2 Cámara de bombeo 02

a. Dimensionamiento del volumen útil de la Cámara de bombeo 02

De acuerdo con el ítem (a) del Acápito 6.3 de la Norma IS.010 del RNE, la capacidad de almacenamiento de la cámara húmeda será de 1/24 a 1/4 de la dotación diaria. Para la cámara de bombeo en cuestión, el caudal máximo se dará durante el mantenimiento de las cisternas, cuando deberá recibir y evacuar el volumen total de una cisterna en 1.5 horas.

- Sabemos que el volumen es: $V_{cis.} = 18.78 \text{ m}^3$
- El área de la cisterna: $\text{Área} = 11.37 \text{ m}^2$
- Se asume el diámetro de la tubería de limpia: $\text{Ø} = 1 \frac{1}{2} \text{ pulg}$
- Tiempo de vaciado de la cisterna $T_{vac.} = 2.03 \text{ h}$
- Caudal de vaciado $Q_{vac.} = 2.57 \text{ L/s}$

b. Cálculo del caudal de bombeo

Se considerará que la capacidad total de bombeo será por lo menos el 150 % del gasto máximo que recibe la cámara de bombeo. Considerando que el gasto máximo que recibe la cámara de bombeo será el equivalente al ingreso de agua (caso extremo) cuyo valor es de $Q_{m\acute{a}x}$:

$$Q_b = Q_{m\acute{a}x} \times 1.5$$

$$Q_{m\acute{a}x} = 2.57 \text{ lt/seg}$$

$$Q_b = 3.85 \text{ lt/seg}$$

De acuerdo con el ítem (c) del Acápito 6.4 de la Norma IS.010 del RNE, el número mínimo de equipos de bombeo será 2 y la capacidad de cada uno será igual al gasto máximo. Luego, el total de bombas a emplear en funcionamiento alternado/simultáneo serán 2 unidades.

Siendo la capacidad de bombeo, para cada una, de $Q`b = 3.84 \text{ lt/seg}$

c. Volumen de la cámara de bombeo

Qb = Caudal de Bombeo Qb = 61.07 gpm
Qb = 3.85 l/s

Qb = Caudal max. demanda de contribución **Qp = 2.57 l/s**

Tt = Tiempo total en segundos (T1+T2) Tt = 18.00 min

T1= tiempo de llenado en segundos
T2= tiempo de vaciado en segundos

Vo = Volumen útil de la cámara en litros **Vo= 924.67 L**
Vo= 0.92 m³

d. Diámetro de la tubería de impulsión

Datos: Qi = 3.85 L/s
Veloc = [0,60 - 1,50] m/s
Velocidad = $1.973525 \times Qi / Di^2$ (Velocidad entre 0,60 y 1,50 m/s)

- Velocidad m/s
- Q L/s
- Di pulg

Asumiendo diámetros para los caudales calculados, tendremos:

Para el "Qb":

Di (pulg)	Velocidad (m/s)
2 1/2	1.22
3	0.84
4	0.48

Luego, tomando en consideración el rango de la velocidad, tendremos que para el tramo total de impulsión de agua:

$$\mathbf{D_{imp} = 3.00 \text{ pulg}}$$

e. Altura dinámica total

$$\text{HDT} = H_g + H_{fi} + P_s$$

- Hg Alt. geométrica entre punto más elevado y nivel mínimo de la cisterna (m)
- Hfi Pérdida de carga en la tubería de impulsión de la electrobomba (m)
- Ps Presión de salida en el punto más elevado (m)

f. Altura geométrica (Hg):

- Cota mínimo en cámara Cme = -16.79 S.N.P.T
- Cota de ingreso en CR NMínAg = -0.50 S.N.P.T
- Entonces, altura geométrica será Hg = 16.29 m

g. Pérdida de carga por accesorios y por fricción en la tubería de impulsión (Hfi):

Tabla 23

Longitud de accesorios

Diámetro	Codo 90°	Codo 45°	Tee
3	3.117	1.455	6.235

Tabla 24

Cantidad de accesorios

Ubicación	Codo 90°	Codo 45°	Tee
Tub Imp	12	11	1

Tabla 25

Pérdida de carga de tubería de impulsión

TRAMO	Qb	Ch-w	Di	S	Long Tub	Long Equiv.	Hfric
	(l/s)		(pulg)	(m/m)	(m)	(m)	(m)
H1	5.68	130	3	0.025	48.16	59.64	2.71

Luego, la pérdida de carga en la línea de impulsión será de

$$H_{fi} = 2.71 \text{ mca}$$

h. Presión de salida

Asumiremos que será de:

$$P_s = 1.00 \text{ mca}$$

Luego, la altura dinámica total será:

$$HDT = 18.29 \text{ mca}$$

$$26.01 \text{ psi}$$

i. Potencia hidráulica para cada electrobomba

Sabemos que: $Pot\ h = (Q_b \times HDT) / (50 \times e)$

De acuerdo con catálogo de bombas, tenemos que: $e = 50\%$

Luego, la potencia hidráulica estimada para cada bomba será de:

$$Pot\ h = 1.88\ HP$$

j. Potencia del motor para cada electrobomba

Sabemos que $Pot\ m = Pot\ h / 0.55$

Luego, la potencia del motor de la electrobomba será de:

$$Pot\ m = 3.42\ HP$$

6.4.3 Cálculo unidades de descarga

Para el edificio, se han considerado tres acometidas de descarga hacia la red pública, los cuales se presentan a continuación:

Tabla 26

Unidades de Descarga MD-01

	MD-01		Ind. Tanque Reducida Cant.	Lavatorio Cant.	Ducha priv. Cant.
	POR PISO	ACUMULADO			
	UD	UD			
Techos	0.00	0.00	-	-	-
Azotea	0.00	0.00	-	-	-
PISO 11	4.00	4.00	2	-	-
PISO 10	2.00	6.00	1	-	-
PISO 09	2.00	8.00	1	-	-
PISO 08	2.00	10.00	1	-	-
PISO 07	2.00	12.00	1	-	-
PISO 06	2.00	14.00	1	-	-
PISO 05	2.00	16.00	1	-	-
PISO 04	8.00	24.00	1	2	1
PISO 03	4.00	28.00	1	1	
PISO 02	8.00	36.00	1	2	1
PISO 01	0.00	36.00	-	-	-
SOTANO 01	0.00	36.00	-	-	-
SOTANO 02	0.00	36.00	-	-	-

SOTANO 03	0.00	36.00	-	-	-
SOTANO 04	0.00	36.00	-	-	-
SOTANO 05	0.00	36.00	-	-	-

Tabla 27

Unidades de Descarga MAG-01

	MAG-01		Ind. Tanque Reducida Cant.	Lavatorio Cant.	Ducha priv. Cant.
	POR PISO	ACUMULADO			
	UD	UD			
Techos	0.00	0.00	-	-	-
Azotea	0.00	0.00	-	-	-
PISO 11	2.00	2.00	-	-	1
PISO 10	6.00	8.00	-	2	1
PISO 09	2.00	10.00	-	1	
PISO 08	6.00	16.00	-	2	1
PISO 07	2.00	18.00	-	1	
PISO 06	6.00	24.00	-	2	1
PISO 05	2.00	26.00	-	1	-
PISO 04	0.00	26.00	-	-	-
PISO 03	0.00	26.00	-	-	-
PISO 02	0.00	26.00	-	-	-
PISO 01	0.00	26.00	-	-	-
SOTANO 01	0.00	26.00	-	-	-
SOTANO 02	0.00	26.00	-	-	-
SOTANO 03	0.00	26.00	-	-	-
SOTANO 04	0.00	26.00	-	-	-

Tabla 28

Unidades de Descarga MD-02

	MD-02		Ind. Tanque Reducida Cant.	Lavatorio Cant.	Ducha priv. Cant.	Lavadero Ropa Cant.
	POR PISO	ACUMULADO				
	UD	UD				
Techos	0.00	0.00	-	-	-	-

Azotea	0.00	0.00	-	-	-	-
PISO 11	4.00	4.00	-	-	-	2
PISO 10	4.00	8.00	2	-	-	-
PISO 09	6.00	14.00	1	-	-	2
PISO 08	4.00	18.00	2	-	-	-
PISO 07	6.00	24.00	1	-	-	2
PISO 06	4.00	28.00	2	-	-	-
PISO 05	6.00	34.00	1	-	-	2
PISO 04	10.00	44.00	2	1	2	-
PISO 03	10.00	54.00	1	1	1	2
PISO 02	10.00	64.00	2	1	2	-
PISO 01	0.00	64.00	-	-	-	-
SOTANO 01	0.00	64.00	-	-	-	-
SOTANO 02	0.00	64.00	-	-	-	-
SOTANO 03	0.00	64.00	-	-	-	-
SOTANO 04	0.00	64.00	-	-	-	-
SOTANO 05	0.00	64.00	-	-	-	-

Tabla 29

Unidades de Descarga MAG-02

	MAG-02		Ind. Tanque Reducida Cant.	Lavatorio Cant.	Ducha priv. Cant.
	POR PISO	ACUMULADO			
	UD	UD			
Techos	0.00	0.00	-	-	-
Azotea	0.00	0.00	-	-	-
PISO 11	6.00	6.00	-	2	1
PISO 10	4.00	10.00	-	1	1
PISO 09	2.00	12.00	-	1	-
PISO 08	4.00	16.00	-	1	1
PISO 07	2.00	18.00	-	1	-
PISO 06	4.00	22.00	-	1	1
PISO 05	2.00	24.00	-	1	-
PISO 04	0.00	24.00	-	-	-
PISO 03	0.00	24.00	-	-	-
PISO 02	0.00	24.00	-	-	-
PISO 01	0.00	24.00	-	-	-
SOTANO 01	0.00	24.00	-	-	-

SOTANO 02	0.00	24.00	-	-	-
SOTANO 03	0.00	24.00	-	-	-
SOTANO 04	0.00	24.00	-	-	-
SOTANO 05	0.00	24.00	-	-	-

Tabla 30

Unidades de Descarga MD-03

	MD-03		Ind. Tanque Reducida Cant.	Lavatorio Cant.	Ducha priv. Cant.	Lavadero Ropa Cant.	Lavadero Cocina Cant.
	POR PISO	ACUMULADO					
	UD	UD					
Techos	0.00	0.00	-	-	-	-	-
Azotea	6.00	6.00	1	-	-	2	-
PISO 11	4.00	10.00	1	-	-	-	1
PISO 10	8.00	18.00	1	-	-	2	1
PISO 09	8.00	26.00	1	-	-	2	1
PISO 08	8.00	34.00	1	-	-	2	1
PISO 07	8.00	42.00	1	-	-	2	1
PISO 06	8.00	50.00	1	-	-	2	1
PISO 05	8.00	58.00	1	-	-	2	1
PISO 04	12.00	70.00	1	1	1	2	1
PISO 03	12.00	82.00	1	1	1	2	1
PISO 02	12.00	94.00	1	1	1	2	1
PISO 01	0.00	94.00	-	-	-	-	-
SOTANO 01	0.00	94.00	-	-	-	-	-
SOTANO 02	0.00	94.00	-	-	-	-	-
SOTANO 03	0.00	94.00	-	-	-	-	-
SOTANO 04	0.00	94.00	-	-	-	-	-
SOTANO 05	0.00	94.00	-	-	-	-	-

Tabla 31*Unidades de Descarga MAG-03*

	MAG-03		Ind. Tanque Reducida Cant.	Lavatorio Cant.	Ducha priv. Cant.
	POR PISO	ACUMULADO			
	UD	UD			
Techos	0.00	0.00	-	-	-
Azotea	4.00	4.00	-	1	1
PISO 11	4.00	8.00	-	1	1
PISO 10	6.00	14.00	-	1	2
PISO 09	6.00	20.00	-	1	2
PISO 08	6.00	26.00	-	1	2
PISO 07	6.00	32.00	-	1	2
PISO 06	6.00	38.00	-	1	2
PISO 05	6.00	44.00	-	1	2
PISO 04	0.00	44.00	-	-	-
PISO 03	0.00	44.00	-	-	-
PISO 02	0.00	44.00	-	-	-
PISO 01	0.00	44.00	-	-	-
SOTANO 01	0.00	44.00	-	-	-
SOTANO 02	0.00	44.00	-	-	-
SOTANO 03	0.00	44.00	-	-	-
SOTANO 04	0.00	44.00	-	-	-
SOTANO 05	0.00	44.00	-	-	-

Tabla 32*Unidades de Descarga MD-04*

	MD-04		Ind. Tanque Reducida Cant.	Lavatorio Cant.	Ducha priv. Cant.	Lavadero Ropa Cant.
	POR PISO	ACUMULADO				
	UD	UD				
Techos	0.00	0.00	-	-	-	-
Azotea	4.00	4.00	-	-	-	2
PISO 11	12.00	16.00	2	2	2	-
PISO 10	12.00	28.00	2	2	2	-
PISO 09	12.00	40.00	2	2	2	-

PISO 08	12.00	52.00	2	2	2	-
PISO 07	12.00	64.00	2	2	2	-
PISO 06	12.00	76.00	2	2	2	-
PISO 05	12.00	88.00	2	2	2	-
PISO 04	12.00	100.00	2	2	2	-
PISO 03	12.00	112.00	2	2	2	-
PISO 02	12.00	124.00	2	2	2	-
PISO 01	0.00	124.00	-	-	-	-
SOTANO 01	0.00	124.00	-	-	-	-
SOTANO 02	0.00	124.00	-	-	-	-
SOTANO 03	0.00	124.00	-	-	-	-
SOTANO 04	0.00	124.00	-	-	-	-
SOTANO 05	0.00	124.00	-	-	-	-

Tabla 33

Unidades de Descarga MD-05

	MD-05				
	POR PISO	ACUMULADO	Ind. Tanque Reducida	Lavatorio	Ducha priv.
	UD	UD	Cant.	Cant.	Cant.
Techos	0.00	0.00	-	-	-
Azotea	0.00	0.00	-	-	-
PISO 11	6.00	6.00	1	1	1
PISO 10	6.00	12.00	1	1	1
PISO 09	6.00	18.00	1	1	1
PISO 08	6.00	24.00	1	1	1
PISO 07	6.00	30.00	1	1	1
PISO 06	6.00	36.00	1	1	1
PISO 05	6.00	42.00	1	1	1
PISO 04	6.00	48.00	1	1	1
PISO 03	6.00	54.00	1	1	1
PISO 02	6.00	60.00	1	1	1
PISO 01	0.00	60.00	-	-	-
SOTANO 01	0.00	60.00	-	-	-
SOTANO 02	0.00	60.00	-	-	-
SOTANO 03	0.00	60.00	-	-	-
SOTANO 04	0.00	60.00	-	-	-
SOTANO 05	0.00	60.00	-	-	-

Tabla 34*Unidades de Descarga MD-06*

	MD-06		Ind. Tanque Reducida	Lavatorio	Ducha priv.	Lavadero Ropa	Lavadero Cocina
	POR PISO	ACUMULADO					
	UD	UD					
Techos	0.00	0.00	-	-	-	-	-
Azotea	12.00	12.00	2	2	2	-	-
PISO 11	14.00	26.00	1	1	1	2	2
PISO 10	10.00	36.00	1	1	1	2	-
PISO 09	8.00	44.00	1	1	1	1	-
PISO 08	8.00	52.00	1	1	1	1	-
PISO 07	8.00	60.00	1	1	1	1	-
PISO 06	8.00	68.00	1	1	1	1	-
PISO 05	8.00	76.00	1	1	1	1	-
PISO 04	8.00	84.00	1	1	1	1	-
PISO 03	8.00	92.00	1	1	1	1	-
PISO 02	8.00	100.00	1	1	1	1	-
PISO 01	0.00	100.00	-	-	-	-	-
SOTANO 01	0.00	100.00	-	-	-	-	-
SOTANO 02	0.00	100.00	-	-	-	-	-
SOTANO 03	0.00	100.00	-	-	-	-	-
SOTANO 04	0.00	100.00	-	-	-	-	-
SOTANO 05	0.00	100.00	-	-	-	-	-

Tabla 35*Unidades de Descarga MD-07*

	MD-07		Lavadero Ropa	Lavadero Cocina
	POR PISO	ACUMULADO		
	UD	UD		
Techos	0.00	0.00	-	-
Azotea	0.00	0.00	-	-
PISO 11	0.00	0.00	-	-
PISO 10	8.00	8.00	2	2
PISO 09	8.00	16.00	2	2

PISO 08	8.00	24.00	2	2
PISO 07	8.00	32.00	2	2
PISO 06	8.00	40.00	2	2
PISO 05	8.00	48.00	2	2
PISO 04	8.00	56.00	2	2
PISO 03	8.00	64.00	2	2
PISO 02	0.00	64.00	-	-
PISO 01	0.00	64.00	-	-
SOTANO 01	0.00	64.00	-	-
SOTANO 02	0.00	64.00	-	-
SOTANO 03	0.00	64.00	-	-
SOTANO 04	0.00	64.00	-	-
SOTANO 05	0.00	64.00	-	-

Tabla 36

Unidades de Descarga MD-08

	MD-08		Ind. Tanque Reducida	Lavatorio	Ducha priv.	Lavadero Cocina
	POR PISO	ACUMULADO				
	UD	UD				
Techos	0.00	0.00	-	-	-	-
Azotea	6.00	6.00	1	1	1	-
PISO 11	2.00	8.00	-	-	-	1
PISO 10	0.00	8.00	-	-	-	-
PISO 09	2.00	10.00	-	-	-	1
PISO 08	0.00	10.00	-	-	-	-
PISO 07	2.00	12.00	-	-	-	1
PISO 06	0.00	12.00	-	-	-	-
PISO 05	2.00	14.00	-	-	-	1
PISO 04	0.00	14.00	-	-	-	-
PISO 03	2.00	16.00	-	-	-	1
PISO 02	0.00	16.00	-	-	-	-
PISO 01	0.00	16.00	-	-	-	-
SOTANO 01	0.00	16.00	-	-	-	-
SOTANO 02	0.00	16.00	-	-	-	-
SOTANO 03	0.00	16.00	-	-	-	-
SOTANO 04	0.00	16.00	-	-	-	-
SOTANO 05	0.00	16.00	-	-	-	-

Tabla 37*Unidades de Descarga MD-09*

	MD-09			
	POR PISO	ACUMULADO	Lavadero Ropa	Lavadero Cocina
	UD	UD	Cant.	Cant.
Techos	0.00	0.00	-	-
Azotea	2.00	2.00	-	1
PISO 11	6.00	8.00	2	1
PISO 10	6.00	14.00	2	1
PISO 09	6.00	20.00	2	1
PISO 08	6.00	26.00	2	1
PISO 07	6.00	32.00	2	1
PISO 06	6.00	38.00	2	1
PISO 05	6.00	44.00	2	1
PISO 04	6.00	50.00	2	1
PISO 03	6.00	56.00	2	1
PISO 02	6.00	62.00	2	1
PISO 01	0.00	62.00	-	-
SOTANO 01	0.00	62.00	-	-
SOTANO 02	0.00	62.00	-	-
SOTANO 03	0.00	62.00	-	-
SOTANO 04	0.00	62.00	-	-
SOTANO 05	0.00	62.00	-	-

Tabla 38*Unidades de Descarga MD-10*

	MD-10				Ind. Tanque Reducida	Lavatorio	Ducha priv.	Lavadero Cocina
	POR PISO	ACUMULADO						
	UD	UD	Cant.	Cant.				
Techos	0.00	0.00	-	-	-	-		
Azotea	2.00	2.00	-	-	-	1		
PISO 11	12.00	14.00	2	2	2	-		
PISO 10	12.00	26.00	2	2	2	-		
PISO 09	12.00	38.00	2	2	2	-		

PISO 08	12.00	50.00	2	2	2	-
PISO 07	12.00	62.00	2	2	2	-
PISO 06	12.00	74.00	2	2	2	-
PISO 05	12.00	86.00	2	2	2	-
PISO 04	12.00	98.00	2	2	2	-
PISO 03	12.00	110.00	2	2	2	-
PISO 02	12.00	122.00	2	2	2	-
PISO 01	0.00	122.00	-	-	-	-
SOTANO 01	0.00	122.00	-	-	-	-
SOTANO 02	0.00	122.00	-	-	-	-
SOTANO 03	0.00	122.00	-	-	-	-
SOTANO 04	0.00	122.00	-	-	-	-
SOTANO 05	0.00	122.00	-	-	-	-

Tabla 39

Unidades de Descarga MD-11

	MD-11					
	POR PISO	ACUMULADO	Ind. Tanque Reducida	Lavatorio	Lavadero Ropa	Lavadero Cocina
	UD	UD	Cant.	Cant.	Cant.	Cant.
Techos	0.00	0.00	-	-	-	-
Azotea	8.00	8.00	2	2	-	-
PISO 11	6.00	14.00	-	-	2	1
PISO 10	6.00	20.00	-	-	2	1
PISO 09	6.00	26.00	-	-	2	1
PISO 08	6.00	32.00	-	-	2	1
PISO 07	6.00	38.00	-	-	2	1
PISO 06	6.00	44.00	-	-	2	1
PISO 05	6.00	50.00	-	-	2	1
PISO 04	6.00	56.00	-	-	2	1
PISO 03	6.00	62.00	-	-	2	1
PISO 02	6.00	68.00	-	-	2	1
PISO 01	0.00	68.00	-	-	-	-
SOTANO 01	0.00	68.00	-	-	-	-
SOTANO 02	0.00	68.00	-	-	-	-
SOTANO 03	0.00	68.00	-	-	-	-
SOTANO 04	0.00	68.00	-	-	-	-
SOTANO 05	0.00	68.00	-	-	-	-

Tabla 40*Unidades de Descarga MD-12*

	MD-12		Ind. Tanque Reducida	Lavatorio	Ducha priv.	Lavadero Cocina
	POR PISO	ACUMULADO				
	UD	UD				
Techos	0.00	0.00	-	-	-	-
Azotea	2.00	2.00	-	-	-	1
PISO 11	12.00	14.00	2	2	2	-
PISO 10	12.00	26.00	2	2	2	-
PISO 09	12.00	38.00	2	2	2	-
PISO 08	12.00	50.00	2	2	2	-
PISO 07	12.00	62.00	2	2	2	-
PISO 06	12.00	74.00	2	2	2	-
PISO 05	12.00	86.00	2	2	2	-
PISO 04	12.00	98.00	2	2	2	-
PISO 03	12.00	110.00	2	2	2	-
PISO 02	12.00	122.00	2	2	2	-
PISO 01	0.00	122.00	-	-	-	-
SOTANO 01	0.00	122.00	-	-	-	-
SOTANO 02	0.00	122.00	-	-	-	-
SOTANO 03	0.00	122.00	-	-	-	-
SOTANO 04	0.00	122.00	-	-	-	-
SOTANO 05	0.00	122.00	-	-	-	-

Tabla 41*Unidades de Descarga MD-13*

	MD-13		Ind. Tanque Reducida	Lavadero Ropa	Lavadero Cocina
	POR PISO	ACUMULADO			
	UD	UD			
Techos	0.00	0.00	-	-	-
Azotea	2.00	2.00	1	-	-
PISO 11	6.00	8.00	-	2	1
PISO 10	6.00	14.00	-	2	1
PISO 09	6.00	20.00	-	2	1

PISO 08	6.00	26.00	-	2	1
PISO 07	6.00	32.00	-	2	1
PISO 06	6.00	38.00	-	2	1
PISO 05	6.00	44.00	-	2	1
PISO 04	6.00	50.00	-	2	1
PISO 03	6.00	56.00	-	2	1
PISO 02	6.00	62.00	-	2	1
PISO 01	0.00	62.00	-	-	-
SOTANO 01	0.00	62.00	-	-	-
SOTANO 02	0.00	62.00	-	-	-
SOTANO 03	0.00	62.00	-	-	-
SOTANO 04	0.00	62.00	-	-	-
SOTANO 05	0.00	62.00	-	-	-

Tabla 42

Unidades de Descarga MD-14

	MD-14		Ind. Tanque Reducida	Lavatorio	Ducha priv.	Lavadero Ropa	Lavadero Cocina
	POR PISO	ACUMULADO					
	UD	UD					
Techos	0.00	0.00	-	-	-	-	-
Azotea	0.00	0.00	-	-	-	-	-
PISO 11	8.00	8.00	1	1	1		1
PISO 10	12.00	20.00	1	1	1	2	1
PISO 09	12.00	32.00	1	1	1	2	1
PISO 08	12.00	44.00	1	1	1	2	1
PISO 07	12.00	56.00	1	1	1	2	1
PISO 06	12.00	68.00	1	1	1	2	1
PISO 05	12.00	80.00	1	1	1	2	1
PISO 04	12.00	92.00	1	1	1	2	1
PISO 03	12.00	104.00	1	1	1	2	1
PISO 02	12.00	116.00	1	1	1	2	1
PISO 01	0.00	116.00	-	-	-	-	-
SOTANO 01	0.00	116.00	-	-	-	-	-
SOTANO 02	0.00	116.00	-	-	-	-	-
SOTANO 03	0.00	116.00	-	-	-	-	-
SOTANO 04	0.00	116.00	-	-	-	-	-
SOTANO 05	0.00	116.00	-	-	-	-	-

Tabla 43*Unidades de Descarga MD-15*

	MD-15		Ind. Tanque Reducida Cant.	Lavatorio Cant.	Ducha priv. Cant.	Lavadero Ropa Cant.	Lavadero Cocina Cant.
	POR PISO	ACUMULADO					
	UD	UD					
Techos	0.00	0.00	-	-	-	-	-
Azotea	10.00	10.00	1	1	1	2	-
PISO 11	0.00	10.00	-	-	-	-	-
PISO 10	6.00	16.00	-	-	-	2	1
PISO 09	6.00	22.00	-	-	-	2	1
PISO 08	6.00	28.00	-	-	-	2	1
PISO 07	6.00	34.00	-	-	-	2	1
PISO 06	6.00	40.00	-	-	-	2	1
PISO 05	6.00	46.00	-	-	-	2	1
PISO 04	6.00	52.00	-	-	-	2	1
PISO 03	6.00	58.00	-	-	-	2	1
PISO 02	6.00	64.00	-	-	-	2	1
PISO 01	0.00	64.00	-	-	-	-	-
SOTANO 01	0.00	64.00	-	-	-	-	-
SOTANO 02	0.00	64.00	-	-	-	-	-
SOTANO 03	0.00	64.00	-	-	-	-	-
SOTANO 04	0.00	64.00	-	-	-	-	-
SOTANO 05	0.00	64.00	-	-	-	-	-

Tabla 44*Unidades de Descarga MD-16*

	MD-16		Ind. Tanque Reducida Cant.	Lavatorio Cant.	Ducha priv. Cant.
	POR PISO	ACUMULADO			
	UD	UD			
Techos	0.00	0.00	-	-	-
Azotea	6.00	6.00	1	1	1
PISO 11	6.00	12.00	1	1	1
PISO 10	6.00	18.00	1	1	1
PISO 09	6.00	24.00	1	1	1

PISO 08	6.00	30.00	1	1	1
PISO 07	6.00	36.00	1	1	1
PISO 06	6.00	42.00	1	1	1
PISO 05	6.00	48.00	1	1	1
PISO 04	6.00	54.00	1	1	1
PISO 03	6.00	60.00	1	1	1
PISO 02	6.00	66.00	1	1	1
PISO 01	0.00	66.00	-	-	-
SOTANO 01	0.00	66.00	-	-	-
SOTANO 02	0.00	66.00	-	-	-
SOTANO 03	0.00	66.00	-	-	-
SOTANO 04	0.00	66.00	-	-	-
SOTANO 05	0.00	66.00	-	-	-

Tabla 45

Unidades de Descarga MD-17

	MD-17		Ind. Tanque Reducida	Lavatorio	Ducha priv.	Lavadero Cocina
	POR PISO	ACUMULADO				
	UD	UD				
Techos	0.00	0.00	-	-	-	-
Azotea	2.00	2.00	-	-	1	-
PISO 11	14.00	16.00	2	2	2	1
PISO 10	12.00	28.00	2	2	2	-
PISO 09	12.00	40.00	2	2	2	-
PISO 08	12.00	52.00	2	2	2	-
PISO 07	12.00	64.00	2	2	2	-
PISO 06	12.00	76.00	2	2	2	-
PISO 05	12.00	88.00	2	2	2	-
PISO 04	12.00	100.00	2	2	2	-
PISO 03	12.00	112.00	2	2	2	-
PISO 02	12.00	124.00	2	2	2	-
PISO 01	0.00	124.00	-	-	-	-
SOTANO 01	0.00	124.00	-	-	-	-
SOTANO 02	0.00	124.00	-	-	-	-
SOTANO 03	0.00	124.00	-	-	-	-
SOTANO 04	0.00	124.00	-	-	-	-
SOTANO 05	0.00	124.00	-	-	-	-

Tabla 46*Unidades de Descarga MD-18*

	MD-18					
	POR PISO	ACUMULADO	Ind. Tanque Reducida	Lavatorio	Ducha priv.	Lavadero Ropa
	UD	UD	Cant.	Cant.	Cant.	Cant.
Techos	0.00	0.00	-	-	-	-
Azotea	4.00	4.00	-	-	-	2
PISO 11	12.00	16.00	2	2	2	-
PISO 10	12.00	28.00	2	2	2	-
PISO 09	12.00	40.00	2	2	2	-
PISO 08	12.00	52.00	2	2	2	-
PISO 07	12.00	64.00	2	2	2	-
PISO 06	12.00	76.00	2	2	2	-
PISO 05	12.00	88.00	2	2	2	-
PISO 04	12.00	100.00	2	2	2	-
PISO 03	12.00	112.00	2	2	2	-
PISO 02	12.00	124.00	2	2	2	-
PISO 01	0.00	124.00	-	-	-	-
SOTANO 01	0.00	124.00	-	-	-	-
SOTANO 02	0.00	124.00	-	-	-	-
SOTANO 03	0.00	124.00	-	-	-	-
SOTANO 04	0.00	124.00	-	-	-	-
SOTANO 05	0.00	124.00	-	-	-	-

6.5 Cálculo del medidor de agua potable**6.5.1 Datos de diseño**

Presión mínima en la red pública (asumida)	Pr = 15.00 mca
Presión mínima del agua en la salida a la cisterna	Ps = 2.00 mca
Nivel de ingreso de agua a la cisterna respecto a la red pública	He = -12.60 mt
Volumen de la cisterna para el consumo	Vc = 110.93 m ³
Tiempo de llenado de la cisterna (asumido)	Tc = 15.00 horas

+ cisterna encima de red

- cisterna debajo de red

6.5.2 Caudal de agua que ingresa a la cisterna

$$Q_c = V_c / T_c$$

Entonces, tendremos que

- $Q_c = 2.05$ lt/seg
- $Q_c = 7.40$ m³/h
- $Q_c = 32.53$ gpm

6.5.3 Pérdida de carga total

$$Pr = H_f + H_e + P_s$$

Despejando H_f , tendremos que

$$H_f = Pr - (H_e + P_s)$$

- H_f : Carga total
- Pr : Presión en red
- H_e : Altura red cisterna
- P_s : Presión de salida

Reemplazando valores, la pérdida de carga total será de

- $H_f = 25.60$ mca
- $H_f = 36.36$ psi

6.5.4 Selección del diámetro del medidor

Considerando que la pérdida de carga en el medidor debe ser

- $H_m < 50\% H_f$

Reemplazando valores, tendremos

- $H_m < 12.80$ mca
- $H_m < 18.18$ psi

Con los valores de " Q_c " y " H_m " vamos al ábaco "Pérdida de Presión en Medidor tipo

Disco", y seleccionamos un medidor de:

- Diám = 1 pulg
- $H_m = 12.07$ psi
- $H_m = 8.5$ mca

CONFORME

6.6 Cálculo de tubería de agua del medidor a cisterna

6.6.1 Datos de diseño

- Caudal requerido de la red pública $Q_c = 2.05$ lt/seg
- Pérdida de carga total $H_f = 25.60$ mca
- Pérdida de carga en el medidor $H_m = 8.50$ mca
- Diámetro de la conexión domiciliaria $D_{conex} = 1$ pulg

6.6.2 Pérdida de carga disponible

$$H_f' = H_f - H_m$$

Reemplazando valores, tendremos que

$$H_f' = 17.10 \text{ mca}$$

6.6.3 Acometida de caja de conexión domiciliaria a la cisterna

De acuerdo con el plano, tenemos que la longitud de tubería desde el medidor hasta la cisterna es de

- $L_{tub} = 47.27$ mt

Asumiremos que el diámetro de dicha tubería será de

- $D_{tub} = 1 \frac{1}{2}$ pulg

6.6.4 Pérdida de carga en tubería de alimentación a cisterna

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

Tabla 47

Longitud de accesorios tramo medidor a cisterna

Diámetro	Codo 90°	Tee	Ensan 1/2	Válvula
1 1/2	1.559	3.117	0.970	0.329

De acuerdo con el plano, tenemos las siguientes válvulas y accesorios:

Tabla 48

Accesorios de tramo medidor a cisterna

Ubicación	Codo 90°	Tee	Ensan 1/2	Válvula
Conex-Cist.	10	3	1	2

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

Tabla 49

Pérdida de carga tramo medidor a cisterna

TRAMO	Q l/s	C(h-w)	Di pulg	S m/m	L tub m	L eq m	L tot m	Hfric mca
Conex-Cist.	2.05	150	1 1/2	0.046	47.27	26.57	73.84	3.42

Luego, la pérdida de carga desde la red pública hasta la cisterna será

- $H_f'' = 3.42$ mca **CONFORME**

6.6.5 Selección diámetro de tubería alimentación a cisterna

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

Diám = 1 1/2 pulg

6.7 Recolección de data de consumos de agua en el proyecto

- Con la finalidad de obtener una data que retroalimente estos tipos de proyectos, se logró acceder a lecturas de consumos de agua potable y tratada de los departamentos que tendrán este tipo de instalación.
- En la siguiente tabla, se podrán visualizar las características finales de los departamentos y la data de los consumos reales mensuales y diarios.
- Cabe mencionar que algunos departamentos no tienen data debido a que no han sido ocupados a la fecha.

Tabla 50*Datos de consumo de agua potable de departamentos con agua tratada*

Nivel	Tipo	#Dpto	N° Dormitorios	N° Camas	Volumen Real Diario	Volumen Real Mensual
piso 01	Estándar	101	1	2	313 litros	9396 litros
	Estándar	102	1	2	398 litros	11945 litros
	Dúplex	103	2	4	588 litros	17640 litros
piso 02	Estándar	205	3	4	672 litros	20145 litros
	Estándar	206	2	3	226 litros	6768 litros
	Estándar	207	2	3	498 litros	14950 litros
	Estándar	208	2	3	532 litros	15950 litros
piso 03	Estándar	305			0 litros	0 litros
	Estándar	306	2	3	550 litros	16487 litros
	Dúplex	207	2	4	645 litros	19357 litros
	Estándar	208	1	2	198 litros	5940 litros
	Estándar	209	1	2	416 litros	12468 litros
piso 04	Estándar	405	3	4	650 litros	19487 litros
	Estándar	406	2	3	282 litros	8453 litros
	Estándar	407	2	3	418 litros	12528 litros
	Estándar	408			0 litros	0 litros
piso 05	Estándar	505			0 litros	0 litros
	Estándar	506	2	3	427 litros	12816 litros
	Dúplex	507	2	4	785 litros	23548 litros
	Estándar	508	1	2	268 litros	8045 litros
	Estándar	509	1	2	468 litros	14040 litros
piso 06	Estándar	605	3	4	1200 litros	36000 litros
	Estándar	606	2	3	634 litros	19008 litros
	Estándar	607	2	3	408 litros	12240 litros
	Estándar	608			0 litros	0 litros
piso 07	Estándar	705	3	4	840 litros	25200 litros
	Estándar	706	2	3	432 litros	12960 litros
	Dúplex	707	2	4	570 litros	17100 litros
	Estándar	708	1	2	504 litros	15120 litros
	Estándar	709	1	2	443 litros	13284 litros

piso 08	Estándar	805	3	4	480 litros	14400 litros
	Estándar	806	2	3	720 litros	21600 litros
	Estándar	807	2	3	720 litros	21600 litros
	Estándar	808			0 litros	0 litros
piso 09	Estándar	905	3	4	900 litros	27000 litros
	Estándar	906	2	3	595 litros	17856 litros
	Dúplex	907	2	4	692 litros	20772 litros
	Estándar	908			0 litros	0 litros
	Estándar	909	1	2	535 litros	16060 litros
piso 10	Estándar	1005	3	4	840 litros	25200 litros
	Estándar	1006			0 litros	0 litros
	Estándar	1007	2	3	679 litros	20376 litros
	Estándar	1008	2	3	418 litros	12528 litros
piso 11	Estándar	1105	3	4	564 litros	16920 litros
	Dúplex	1106	2	3	226 litros	6768 litros
	Dúplex	1107	1	2	404 litros	12128 litros
	Dúplex	1108			0 litros	0 litros
	Dúplex	1109	2	3	474 litros	14213 litros

21610 litros	648296 litros
---------------------	----------------------

Tabla 51

Datos de consumo de agua tratada de departamentos

		Volumen Real Diario	Volumen Real Mensual
Volumen AT	Total Dptos	5510 litros	165300 litros

- Los departamentos donde no figuran datos de consumo no han sido habitados hasta el momento.
- Las lecturas encontradas no fueron almacenadas en continuidad, ya que no hay un personal dedicado a ello. Por lo que comentan, suelen prorratear los consumos según datos históricos y luego, con una lectura semestral, regulan el consumo

real para saldar la diferencia, la cual es mínima. Esta fue la única información que se pudo recopilar.

- Para los departamentos que cuenten con sistema de agua tratada, se estima un consumo mensual de agua potable de 648.30 m³/mes, lo que resulta en un consumo diario promedio de 21.61 m³/día.
- Según la Tabla 51, se puede conocer que el consumo mensual de agua tratada de los departamentos con este sistema que será de 165.3 m³/mes, lo cual resulta en un consumo diario de 5.51 m³/día.

Conclusiones

- El porcentaje en disminución de gasto de agua en el edificio alcanzo un 4.97 %, respecto a la dotación total del proyecto.
- El volumen de aguas grises tratadas que se dispone para el edificio es de 5.73 m³/día.
- Se puede ahorrar en agua 4.97 %, lo cual se considera como aporte a la dotación diaria.
- El diseño de la cisterna cumple con las normas de diseño de obras de saneamiento.

Recomendaciones

- Promover este tipo de tecnología en instituciones del sector para contribuir con la preservación del medio ambiente.
- Reutilizar las aguas grises tratadas para la limpieza de pisos y lavado de transportes.
- Incluir en el tratamiento un sistema de cloración para consumo doméstico.

Referencias bibliográficas

Arce Jáuregui, L. (2013). *Tratamiento de aguas residuales residenciales*. PUCP.

Departamento de Salud de Australia (2023). *Proyecto para el reciclaje de agua gris*.
Australia.

Ministerio de Vivienda (2006). *Reglamento de Edificaciones*. Lima.

Organización Internacional de Normalización. (1987). *Norma IS-010. Instalación Sanitaria para construcciones*.

Rojas, R. (2014). *Sistema de reciclaje de agua gris*. UNCP.

Singh V. (2022). *Estudio de viabilidad de tratamiento de agua gris*. Reino Unido.

Anexos

Anexo 1:Norma Técnica I.S. 010.....	1
-------------------------------------	---

Anexo 1

Norma Técnica I.S. 010

**NORMA TÉCNICA I.S. 010
INSTALACIONES SANITARIAS PARA
EDIFICACIONES**

III.3. INSTALACIONES SANITARIAS

NORMA IS.010

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICACIONES

1. GENERALIDADES

1.1. ALCANCE

Esta Norma contiene los requisitos mínimos para el diseño de las instalaciones sanitarias para edificaciones en general. Para los casos no contemplados en la presente Norma, el ingeniero sanitario, fijará los requisitos necesarios para el proyecto específico, incluyendo en la memoria descriptiva la justificación y fundamentación correspondiente.

1.2. CONDICIONES GENERALES PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICACIONES

a) Para efectos de la presente norma, la instalación sanitaria comprende las instalaciones de agua, agua contra incendio, aguas residuales y ventilación.

b) El diseño de las instalaciones sanitarias debe ser elaborado y autorizado por un ingeniero sanitario colegiado.

c) El diseño de las instalaciones sanitarias debe ser elaborado en coordinación con el proyectista de arquitectura, para que se considere oportunamente las condiciones más adecuadas de ubicación de los servicios sanitarios, ductos y todos aquellos elementos que determinen el recorrido de las tuberías así como el dimensionamiento y ubicación de tanque de almacenamiento de agua entre otros; y con el responsable del diseño de estructuras, de tal manera que no comprometan sus elementos estructurales, en su montaje y durante su vida útil; y con el responsable de las instalaciones electromecánicas para evitar interferencia.

1.3. DOCUMENTOS DE TRABAJO

Todo proyecto de instalaciones sanitarias para una edificación, deberá llevar la firma del Ingeniero Sanitario Colegiado.

La documentación del proyecto que deberá presentar para su aprobación constará de:

a) Memoria descriptiva que incluirá:

- Ubicación.

- Solución adoptada para la fuente de abastecimiento de agua y evacuación de desague y descripción de cada uno de los sistemas.

b) Planos de:

- Sistema de abastecimiento de agua potable: instalaciones interiores, instalaciones exteriores y detalles a escalas convenientes y esquemas isométricos cuando sea necesario.

- Sistema de desagües; instalaciones interiores, instalaciones exteriores y detalles a escalas convenientes y esquemas isométricos, cuando sea necesario.

- Sistema de agua contra incendio, riego, evacuación pluvial etc., cuando las condiciones así lo exijan.

1.4. SERVICIOS SANITARIOS

1.4.1. CONDICIONES GENERALES

a) Los aparatos sanitarios deberán instalarse en ambientes adecuados, dotados de amplia iluminación y ventilación previendo los espacios mínimos necesarios para su uso, limpieza, reparación, mantenimiento e inspección.

b) Toda edificación estará dotada de servicios sanitarios con el número y tipo de aparatos sanitarios que se establecen en 1.7.

c) En los servicios sanitarios para uso público, los inodoros deberán instalarse en espacios independientes de carácter privado.

d) En las edificaciones de uso público, se debe considerar servicios sanitarios para discapacitados.

1.4.2. NÚMERO REQUERIDO DE APARATOS SANITARIOS

El número y tipo de aparatos sanitarios que deberán ser instalados en los servicios sanitarios de una edifica-

ción será proporcional al número de usuarios, de acuerdo con lo especificado en los párrafos siguientes:

a) Todo núcleo básico de vivienda unifamiliar, estará dotado, por lo menos de: un inodoro, una ducha y un lavadero.

b) Toda casa-habitación o unidad de vivienda, estará dotada, por lo menos, de: un servicio sanitario que contara cuando menos con un inodoro, un lavatorio y una ducha. La cocina dispondrá de un lavadero.

c) Los locales comerciales o edificios destinados a oficinas o tiendas o similares, deberán dotarse como mínimo de servicios sanitarios en la forma, tipo y número que se especifica a continuación:

- En cada local comercial con área de hasta 60 m² se dispondrá por lo menos, de un servicio sanitario dotado de inodoro y lavatorio.

- En locales con área mayor de 60 m² se dispondrá de servicios sanitarios separados para hombres y mujeres, dotados como mínimo de los aparatos sanitarios que indica la Tabla N° 1.

TABLA N° 1

Área del local (m ²)	Hombres			Mujeres	
	Inod.	Lav.	Urin.	Inod.	Lav.
61 - 150	1	1	1	1	1
151 - 350	2	2	1	2	2
351 - 600	2	2	2	3	3
601 - 900	3	3	2	4	4
901 - 1250	4	4	3	4	4
Por cada 400 m ² adicionales	1	1	1	1	1

- Cuando se proyecte usar servicios sanitarios comunes a varios locales se cumplirán los siguientes requisitos:

• Se proveerán servicios sanitarios separados debidamente identificados para hombres y mujeres; ubicados en lugar accesible a todos los locales a servir, respetando siempre la tabla anterior.

• La distancia entre cualquiera de los locales comerciales y los servicios sanitarios, no podrá ser mayor de 40 m en sentido horizontal ni podrá mediar más de un piso entre ellos, en sentido vertical.

- En los centros comerciales, supermercados y complejos dedicados al comercio, se proveerá para el público, servicios sanitarios separados para hombres y mujeres en la siguiente proporción indicada en la Tabla N° 2.

TABLA N° 2

	Hombres			Mujeres		Niños	
	Inod.	Lav.	Urin.	Inod.	Lav.	Inod.	Lav.
Por cada 500 m ² ó menos de área construida	1	1	1	2	1	1	1

d) En los restaurantes, cafeterías, bares, fuentes de soda y similares, se proveerán servicios sanitarios para los trabajadores, de acuerdo a lo especificado en el numeral 4.2.c. Para el público se proveerá servicios sanitarios como sigue:

Los locales con capacidad de atención simultánea hasta de 15 personas, dispondrán por lo menos de un servicio sanitario dotado de un inodoro y un lavatorio. Cuando la capacidad sobrepase de 15 personas, dispondrán de servicios separados para hombres y mujeres de acuerdo con la Tabla N° 3.

TABLA N° 3

Capacidad (Personas)	Hombres			Mujeres	
	Inod.	Lav.	Urin.	Inod.	Lav.
16 - 80	1	1	1	1	1
81 - 150	2	2	2	2	2
Por cada 100	1	1	1	1	1

e) En las plantas industriales, todo lugar de trabajo debe estar provisto de servicios sanitarios adecuados y separados para cada sexo. La relación mínima que debe existir entre el número de trabajadores y el de servicios sanitarios se señala en la Tabla N° 4.

Trabajadores	Inod.	Lav.	Duch.	Urin.	Beb.
1 a 9	1	2	1	1	1
10 a 24	2	4	2	1	1
25 a 49	3	5	3	2	1
50 a 100	5	10	6	4	2
Por cada 30 adicionales	1	1	1	1	1

f) En los locales educacionales, se proveerán servicios sanitarios según lo especificado en la Tabla N° 5, de conformidad con lo estipulado en la Resolución Jefatural N° 338-INIED-83 (09.12.83).

Nivel	A. N° DE APARATOS / ALUMNOS			
	Primaria		Secundaria	
Aparatos	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Inodoros	1/50	1/30	1/60	1/40
Lavatorios	1/30	1/30	1/40	1/40
Duchas	1/120	1/120	1/100	1/100
Urinarios	1/30	—	1/40	—
Botadero	1	1	1	1

TIPOLOGIA (N° de alumnos)	SERVICIOS SANITARIOS				SERVICIOS SANITARIOS PARA VESTUARIOS			
	Inod.	Lav. o Beb.	Urin.	Bot.	Inod.	Lav.	Duch.	Urin.
	H	M	H	M	H	M	H	M
NIVEL PRIMARIA								
EP-1 (240)	3	4	4	4	1	-	-	-
EP-2 (360)	4	6	6	6	2	-	-	-
EP-3 (480)	5	8	8	8	2	-	-	-
EP-4 (600)	6	10	10	10	2	-	-	-
EP-5 (720)	7	12	12	12	2	-	-	-
NIVEL SECUNDARIA								
ES-I (200)	2	3	3	3	1	1	2	2
ES-II (400)	4	5	5	5	2	1	2	2
ES-III (600)	5	8	8	8	2	1	2	2
ES-IV (800)	7	10	10	10	2	2	3	3
ES-V (1000)	8	13	13	13	2	2	3	3
ES-VI (1200)	10	15	15	15	2	2	3	3

Para el presente cuadro se ha tomado como referencia de cálculo, que la matrícula promedio es de 50% hombres y 50% mujeres.

g) Ambientes de Estimulación Temprana.

Servicio Higiénico anexo al aula	1 inodoro 2 lavatorios 2 tinas
----------------------------------	--------------------------------------

h) Ambientes para aulas de Educación Inicial y aulas con retardo mental.

Servicio Higiénico anexo al aula	1 ducha con asiento 1 inodoro 1 lavatorio
----------------------------------	---

i) Ambientes para alumnos de primaria en las excepciones de audición y lenguaje y ceguera o visión sub-normal.

Servicio Higiénico hombres	3 inodoros 3 lavatorios (1 lavatorio por cada 10 hombres) 2 duchas 1 urinario corrido 1 bebedero corrido
Servicio Higiénico mujeres	3 inodoros 3 lavatorios (1 lavatorio por cada 8 mujeres) 1 bebedero corrido

j) En los locales destinatarios para depósitos de materiales y/o equipos, se proveerán servicios sanitarios según lo dispuesto en los numerales 4.2c y 4.2e.

k) Para locales de hospedaje, se proveerá de servicios sanitarios, de conformidad con el Reglamento de Establecimientos de Hospedaje DS N° 006-73-IC/ DS., según como sigue:

- En los hoteles de 5 estrellas, cada dormitorio estará dotado de: servicio sanitario compuesto de tina y ducha, inodoro, bidé o similar y lavatorio. Las habitaciones dobles dispondrán de dos lavatorios.

- En los hoteles de 4 estrellas, el 75% de los dormitorios como mínimo, estarán dotados de: tina y ducha, inodoro, bidé o similar y lavatorio; el 25% restante, compuesto de ducha, lavatorio e inodoro.

- En hoteles de 3 estrellas, el 25% de los dormitorios estarán dotados de: tina y ducha, inodoro, bidé o similar y el 75% restante, compuesto de ducha, lavatorio e inodoro.

- En hoteles de 2 estrellas, hostales, hostales residenciales, moteles de 1, 2, y 3 estrellas, y centros vacacionales de 3 estrellas; todas las habitaciones tendrán servicios sanitarios compuestos de ducha, lavatorio e inodoro.

- En hoteles de 1 estrella, el 50% de las habitaciones estarán dotadas de servicios sanitarios compuestos de ducha, lavatorio e inodoro y el 50% restante de lavatorio.

Por cada cinco habitaciones no dotadas de servicio sanitario, existirá en cada piso como mínimo dos servicios sanitarios compuestos de ducha independiente, lavatorio y dos inodoros.

- En los hostales y hostales residenciales de 2 estrellas, el 30% de las habitaciones, estarán dotadas de servicio sanitario con inodoro, ducha y lavatorio y el 70% restante, con lavatorio.

- En los hostales y hostales residenciales de 1 estrella; en cada planta y por cada 7 habitaciones se instalarán dos servicios sanitarios con ducha independiente, lavatorio e inodoro.

- En los centros vacacionales de 2 estrellas, el 50% de los dormitorios estarán dotados de servicios sanitarios privados compuestos de ducha, lavatorio e inodoro y el 50% restante, con lavatorio.

Por cada cinco habitaciones se instalarán baños comunes independientes para hombres y mujeres compuestos de ducha independiente, lavatorio e inodoro. En el servicio sanitario de hombres deberá instalarse un urinario.

- En cada piso de todos los locales de hospedaje se instalará un botadero.

- En todos los locales de hospedaje se proveerá para el personal, servicios sanitarios independientes para hombre y mujeres, en lugares convenientes, tal como se señala en la Tabla N° 6.

N° de trabajadores	Inod.	Lav.	Duch.	Urin.
1 - 15	1	2	1	1
16 - 24	2	4	2	1
25 - 49	3	5	3	1
Por cada 20 adicionales	1	1	1	1

- En todos los locales de hospedaje se instalarán servicios sanitarios en las proximidades a los lugares de reunión, independientes para hombres y mujeres, tal como se señala en la Tabla N° 7.

N° de personas	Inod.	Lav.	Urin.
1 - 15	1	1	1
16 - 60	2	2	1
61 - 150	3	4	2
Por cada 100 adicionales	1	1	1

- Las cocinas dotadas de por lo menos 2 lavaderos.

l) Los locales destinados para servicios de alimentación colectiva, deberán estar dotados de servicios sanitarios independientes para hombres y mujeres, tal como se señala en la Tabla N° 8.

TABLA N° 8

- Trabajadores:					
N° de Personas	Inod.	Lav.	Duch.	Urin.	Beb.
1 - 15	1	2	1	1	1
16 - 24	2	4	2	1	1
25 - 49	3	5	3	2	1
Por cada 30 adicionales	1	1	1	1	1

- Comensales:

N° de Personas	Inod.	Lav.	Urin.
1 - 15	1	1	1
16 - 24	2	2	1
25 - 49	3	4	2
Por cada 100 adicionales	1	1	1

- Las cocinas estarán dotadas de por lo menos dos lavaderos.

m) En hospitales, clínicas y similares, se considerará el tipo y servicios sanitarios, que se señalan a continuación:

- Unidad de Administración

Para oficinas principales (Dirección o similar):

	Inod.	Lav.	Duch.
Un servicio sanitario	1	1	1

- Unidad de Consulta Externa

a) Para uso público

N° de consultorios	Hombres			Mujeres		
	Inod.	Lav.	Urin.	Inod.	Lav.	Urin.
Hasta 4 consultorios	1	1	1	1	1	1
De 4 a 14 consultorios	2	2	2	2	2	2
Por c/10 consultorios Adicionales	1	1	1	1	1	1

b) Para uso de discapacitados se considerará un servicio sanitario para cada sexo.

	Hombres			Mujeres		
	Inod.	Lav.	Urin.	Inod.	Lav.	Urin.
Servicio sanitario	1	1	1	1	1	1

c) Para uso del personal.

N° de trabajadores	Hombres			Mujeres		
	Inod.	Lav.	Urin.	Inod.	Lav.	Urin.
De 1 a 15	1	2	1	1	2	1
De 16 a 25	2	4	1	2	4	1
De 26 a 50	3	5	1	3	5	1
Por cada 20 adicionales	1	1	1	1	1	1

- Unidad de Hospitalización

a) Para salas individuales:

	Inod.	Lav.	Duch.
Un servicio sanitario	1	1	1

Adicionalmente se instalará un lavatorio especial para Médico.

b) Para salas colectivos:

	Inod.	Lav.	Duch.
Un servicio sanitario Cada 5 camas	1	2	1

Adicionalmente se instalará un lavatorio especial para Médico.

c) Para uso del personal.

N° de trabajadores	Hombres			Mujeres		
	Inod.	Lav.	Urin.	Inod.	Lav.	Urin.
De 1 a 15	1	2	1	1	2	1
De 16 a 25	2	4	1	2	4	1
De 26 a 50	3	5	1	3	5	1
Por cada 20 Adicionales	1	1	1	1	1	1

d) Para las visitas

	Hombres			Mujeres		
	Inod.	Lav.	Urin.	Inod.	Lav.	Urin.
Un servicio sanitario por Cada 500 m ² de área de Hospitalización	1	1	1	1	1	1

- Servicios Generales

Para trabajadores de servicios generales (nutrición y dieta, lavandería y repostería, mantenimiento, sala de máquina y otros). La dotación de aparatos sanitarios se registrará según la tabla siguiente:

N° de Trabajadores	Hombres				Mujeres			
	Inod.	Lav.	Duch.	Urin.	Inod.	Lav.	Duch.	Urin.
De 1 a 15	1	2	1	1	1	2	1	1
De 16 a 25	2	4	2	1	2	4	2	1
De 26 a 50	3	5	3	1	3	5	3	1
Por cada 20 a Adicionales	1	1	1	1	1	1	1	1

- Vivienda

En habitaciones individuales con servicios higiénicos incorporados se contará con un inodoro, un lavatorio, una ducha.

En viviendas colectivas, los servicios higiénicos constarán de los siguientes aparatos:

N° de camas	Inod.	Lav.	Duch.	Urin.
Por cada 10 camas	2	1	2	1

n) En los locales deportivos, se proveerá servicios sanitarios para deportistas y personal conexo, de acuerdo a la Tabla N° 9.

TABLA N° 9

LOCALES	Inod.	Lav.	Duch.	Urin.
1. Complejos Deportivos				
- Vestuarios	2	2	6	2
- Árbitros y Jueces	1	1	2	-
- Primeros Auxilios	1	1	1	-
2. Gimnasio para Judo, Lucha y Pesas				
- Vestuarios	1	2	3	1
- Instructores y Jueces	1	1	1	-
- Sala Médica	1	1	1	-
3. Gimnasio para Gimnasia				
- Vestuarios Por c/ 10 deportistas	1	2	3	1
- Instructor o Profesor	1	1	1	1
- Sala Médica	1	1	1	1
4. Gimnasio para Esgrima				
- Vestuarios	2	2	4	2
- Primeros Auxilios	1	1	1	-
5. Gimnasio para Box				
- Vestuarios	2	2	4	2
- Instructor o Profesor	1	1	1	1
6.- Tenis				
- Dos vestuarios, cada uno con:	1	1	6	-
- Árbitros	1	1	1	-
7. Piscina cubierta				
- Primeros Auxilios	1	1	1	-
- Instructor	1	1	1	-
- Nadadores:				
Hombres 3	3	6	2	
Mujeres 3	3	6	-	
8. Campos de Fútbol				
- Vestuarios	1	2	6	-
- Árbitros 1	1	1	-	-

o) En las playas, se proveerá de servicios sanitarios, según lo especificado en el DS 98-68-CGS, el cual establece lo siguiente:

El número de servicios sanitarios se distribuirán en baterías con inodoros, duchas y urinarios, con una distancia máxima entre baterías de 200 m.
Los inodoros estarán en comportamiento separados, las duchas serán colectivas pero separadas para hombres y mujeres de acuerdo a la Tabla N° 10.

	Inod.	Duch.	Urin.	Beb.
Por cada 300 personas	1	1	1 ml	1

p) En los establecimientos de baños para uso público, los servicios sanitarios estarán separados para hombres y mujeres. Los inodoros deberán tener compartimentos separados con puerta. El número de aparatos sanitarios se calculará de acuerdo a la Tabla N° 11.

- Inodoro	Uno por cada 100 personas
- Lavatorio	Uno por cada 150 personas
- Ducha	Uno por cada 50 personas
- Urinario	Un metro lineal ó 2 Individuales por cada 100 hombres
- Bebedero	Uno por cada 150 personas

q) En los locales para espectáculos deportivos públicos de concurrencia masiva (Estadios, Coliseos, etc.), los servicios sanitarios se acondicionarán en baterías por cada 2000 espectadores separadas para hombres y mujeres, teniendo en cuenta que la concurrencia de mujeres es aproximadamente 1/3 del total de espectadores. Los inodoros tendrán comportamientos separados, con puerta. El número de aparatos sanitarios se calculará conforme a la Tabla N° 12.

- Inodoro	Uno por cada 500 hombres y Uno por cada 300 mujeres.
- Lavatorio	Uno por cada 500 espectadores
- Urinario	Un metro lineal ó 2 individuales por cada 100 hombres
- Bebedero	Uno por cada 500 espectadores

r) En mercados, para el personal de servicios, se proveerá de servicios sanitarios como se indica a continuación:

	Inod.	Lav.	Duch.	Urin.
Por cada 200 puestos ó menos	1	1	1	1

Para el público se proveerá servicios sanitarios separados para hombres y mujeres en la siguiente proporción:

	Hombres			Mujeres	
	Inod.	Lav.	Urin.	Inod.	Lav.
Por cada 250 m ² ó menos de área construida	1	1	1	2	1

s) En las obras de edificación en construcción, se proveerán de servicios sanitarios conectados a la red pública o pozo séptico, de acuerdo a lo establecido por la Norma Básica de Seguridad e Higiene en Obras de Edificación (RS 021-83-TR, del 23.03.83), según la Tabla N° 13.

N° de Trabajadores	Inod.	Lav.	Duch.	Urin.
1 á 9	1	2	1	1
10 á 24	2	4	2	1
25 á 49	3	5	3	2
50 á 100	5	10	6	4
Por cada 30 adicionales	1	1	1	1

t) En las estaciones de expendio de combustible y en playas de estacionamiento se proveerá de servicios sanitarios como se indica en la tabla siguiente:

	Inod.	Lav.	Urin.
Para Hombres	2	2	1
Para Mujeres	2	2	-

2. AGUA FRIA

2.1. INSTALACIONES

a) El sistema de abastecimiento de agua de una edificación comprende las instalaciones interiores desde el medidor o dispositivo regulador o de control, sin incluirlo, hasta cada uno de los puntos de consumo.

b) El sistema de abastecimiento de agua fría para una edificación deberá ser diseñado, tomando en cuenta las condiciones bajo las cuales el sistema de abastecimiento público preste servicio.

c) Las instalaciones de agua fría deben ser diseñadas y construidas de modo que preserven su calidad y garanticen su cantidad y presión de servicio en los puntos de consumo.

d) En toda nueva edificación de uso múltiple o mixto: viviendas, oficinas, comercio u otros similares, la instalación sanitaria para agua fría se diseñará obligatoriamente para posibilitar la colocación de medidores internos de consumo para cada unidad de uso independiente, además del medidor general de consumo de la conexión domiciliar, ubicado en el interior del predio.

e) En general, los medidores internos deben ser ubicados en forma conveniente y de manera tal que estén adecuadamente protegidos, en un espacio impermeable de dimensiones suficientes para su instalación o remoción en caso de ser necesario. De fácil acceso para eventuales labores de verificación, mantenimiento y lectura.

f) En caso que exista suficiente presión en la red pública externa, dependiendo del número de niveles de la edificación, los medidores de consumo podrán ser instalados en un banco de medidores, preferentemente al ingreso de la edificación, desde el cual se instalarán las tuberías de alimentación para unidad de uso.

g) En caso de que el diseño de la instalación sanitaria interior del edificio se realice con un sistema de presión con cisterna y tanque elevado o se use un sistema de presión con tanque hidroneumático, los medidores de consumo podrán ser ubicados en espacios especiales diseñados para tal fin dentro de la edificación.

h) Se podrá considerar la lectura centralizada remota, desde un panel ubicado convenientemente y de fácil acceso en el primer piso. En este caso además de lo que indica el inciso e del presente artículo, deberá preverse un espacio para el panel de lectura remota y ductos para la instalación de cables de transmisión desde los registros de lectura de los medidores.

i) Las instalaciones de lectura remota se ciñeran a las exigencias de las normas internacionales en tanto se emitan normas nacionales correspondientes, o en su defecto, siguiendo las especificaciones técnicas de los proveedores.

j) Se podrán disponer de un abastecimiento de agua para fines industriales exclusivamente, siempre que:

- Dicho abastecimiento tenga redes separadas sin conexión alguna con el sistema de agua para consumo humano, debidamente diferenciadas; y
- Se advierta a los usuarios mediante avisos claramente marcados y distribuidos en lugares visibles y adecuados. Los letreros legibles dirán: Peligro agua no apta para consumo humano.

k) No se permitirá la conexión directa desde la red pública de agua, a través de bombas u otros aparatos mecánicos de elevación.

l) El sistema de alimentación y distribución de agua de una edificación estará dotado de válvulas de interrupción, como mínimo en los siguientes puntos:

- Inmediatamente después de la caja del medidor de la conexión domiciliar y del medidor general.
- En cada piso, alimentador o sección de la red de distribución interior.
- En cada servicio sanitario, con mas de tres aparatos.
- En edificaciones de uso público masivo, se colocará una llave de interruptor en la tubería de abasto de cada inodoro o lavatorio.

m) No deberán instalarse válvulas en el piso o en lugares inundables.

2.2. DOTACIONES

Las dotaciones diarias mínimas de agua para uso doméstico, comercial, industrial, riego de jardines u otros fines, serán los que se indican a continuación:

a) Las dotaciones de agua para viviendas unifamiliares estarán de acuerdo con el área total del lote según la siguiente Tabla.

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

Estas cifras incluyen dotación doméstica y riego de jardines.

b) Los edificios multifamiliares deberán tener una dotación de agua para consumo humano, de acuerdo con el número de dormitorios de cada departamento, según la siguiente Tabla.

Número de dormitorios por departamento	Dotación por departamento, L/d
1	500
2	850
3	1200
4	1350
5	1500

c) Los establecimientos de hospedaje deberán tener una dotación de agua, según la siguiente Tabla.

Tipo de establecimiento	Dotación diaria
Hotel, apart-hotels y hostales.	500 L por dormitorio.
Albergues.	25 L por m ² de área destinado a dormitorio.

Las dotaciones de agua para riego y servicios anexos a los establecimientos de que trata este artículo, tales como restaurantes, bares, lavanderías, comercios, y similares se calcularán adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.

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

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

e) En establecimientos donde también se elaboren alimentos para ser consumidos fuera del local, se calculará para ese fin una dotación de 8 litros por cubierto preparado.

f) La dotación de agua para locales educacionales y residencias estudiantiles, según la siguiente tabla.

Tipo de local educacional	Dotación diaria
Alumnado y personal no residente.	50 L por persona.
Alumnado y personal residente.	200 L por persona.

Las dotaciones de agua para riego de áreas verdes, piscinas y otros fines se calcularán adicionalmente, de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.

g) Las dotaciones de agua para locales de espectáculos o centros de reunión, cines, teatros, auditorios, discotecas, casinos, salas de baile y espectáculos al aire libre y otros similares, según la siguiente tabla.

Tipo de establecimiento	Dotación diaria
Cines, teatros y auditorios	3 L por asiento.
Discotecas, casinos y salas de baile y similares	30 L por m ² de área
Estadios, velódromos, autódromos, plazas de toros y similares.	1 L por espectador
Circos, hipódromos, parques de atracción y similares.	1 L por espectador más la dotación requerida para el mantenimiento de animales.

h) Las dotaciones de agua para piscinas y natatorios de recirculación y de flujo constante o continuo, según la siguiente tabla.

1. De recirculación	Dotación
Con recirculación de las aguas de rebose.	10 L/d por m ² de proyección horizontal de la piscina.
Sin recirculación de las aguas de rebose.	25 L/d por m ² de proyección horizontal de la piscina.
2. De flujo constante	Dotación
Públicas.	125 L/h por m ³
Semi-públicas (clubes, hoteles, colegios, etc.)	80 L/h por m ³
Privada o residenciales.	40 L/h por m ³

La dotación de agua requerida para los aparatos sanitarios en los vestuarios y cuartos de aseo anexos a la piscina, se calculará adicionalmente a razón de 30 L/d por m² de proyección horizontal de la piscina. En aquellos casos que contemplen otras actividades recreacionales, se aumentará proporcionalmente esta dotación.

i) La dotación de agua para oficinas se calculará a razón de 6 L/d por m² de área útil del local.

j) La dotación de agua para depósitos de materiales, equipos y artículos manufacturados, se calculará a razón de 0,50 L/d por m² de área útil del local y por cada turno de trabajo de 8 horas o fracción.

Para oficinas anexas, el consumo de las mismas se calculará adicionalmente de acuerdo a lo estipulado en esta Norma para cada caso, considerándose una dotación mínima de 500 L/d.

k) La dotación de agua para locales comerciales dedicados a comercio de mercancías secas, será de 6 L/d por m² de área útil del local, considerándose una dotación mínima de 500 L/d.

l) La dotación de agua para mercados y establecimientos, para la venta de carnes, pescados y similares serán de 15 L/d por m² de área del local.

La dotación de agua para locales anexos al mercado, con instalaciones sanitarias separadas, tales como restaurantes y comercios, se calculará adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.

m) El agua para consumo industrial deberá calcularse de acuerdo con la naturaleza de la industria y su proceso de manufactura. En los locales industriales la dotación de agua para consumo humano en cualquier tipo de industria, será de 80 litros por trabajador o empleado, por cada turno de trabajo de 8 horas o fracción.

La dotación de agua para las oficinas y depósitos propios de la industria, servicios anexos, tales como comercios, restaurantes, y riego de áreas verdes, etc. se calculará adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.

n) La dotación de agua para plantas de producción, e industrialización de leche será según la siguiente tabla.

Plantas de Producción e industrialización	Dotación
Estaciones de recibo y enfriamiento.	1500 L por cada 1000 litros de leche recibidos por día.
Plantas de pasteurización.	1500 L por cada 1000 litros de leche a pasteurizar por día.
Fábrica de mantequilla, queso o leche en polvo.	1500 L por cada 1000 litros de leche a procesar por día.

o) La dotación de agua para las estaciones de servicio, estaciones de gasolina, garajes y parques de estacionamiento de vehículos, según la siguiente tabla.

Estaciones y Parques de Estacionamientos	Dotaciones
Lavado automático.	12 800 L/d por unidad de lavado
Lavado no automático.	8000 L/d por unidad de lavado
Estación de gasolina.	300 L/d por surtidor.
Garajes y parques de estacionamiento de vehículos por área cubierta.	2 L por m ² de área.

El agua necesaria para oficinas y venta de repuestos, riego de áreas verdes y servicios anexos, tales como restaurantes y fuentes de soda, se calculará adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.

p) Las dotaciones de agua para edificaciones destinadas al alojamiento de animales, tales como caballerizas, establos, porquerizas, granjas y similares, según la siguiente tabla

Alojamientos de Animales	Dotación
Ganado lechero	120 L/d por animal
Bovino y equinos	40 L/d por animal
Ovinos y porcinos	10 L/d por animal
Aves	20 L/d por cada 100 aves

Las cifras anteriores no incluyen las dotaciones de agua para riego de áreas verdes y otras instalaciones.

q) La dotación de agua para mataderos públicos o privados estará de acuerdo con el número y clase de animales a beneficiar, según la siguiente tabla.

Clase de animal	Dotación diaria
Bovinos.	500 L por animal.
Porcinos.	300 L por animal.
Ovinos y caprinos.	250 L por animal.
Aves en general.	16 L por cada Kg

r) La dotación de agua para bares, fuentes de soda, cafeterías y similares, según la siguiente tabla.

Área de locales, m ²	Dotación diaria
Hasta 30	1500 L
De 31 a 60	60 L/m ²
De 61 a 100	50 L/m ²
Mayor de 100	40 L/m ²

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

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

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

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

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

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

2.3. RED DE DISTRIBUCIÓN

a) Los diámetros de las tuberías de distribución se calcularán con el método Hunter (Método de Gastos Probables), salvo aquellos establecimientos en donde se demande un uso simultáneo, que se determinará por el método de consumo por aparato sanitario. Para dispositivos, aparatos o equipos especiales, se seguirá la recomendación de los fabricantes.

b) Podrá utilizarse cualquier otro método racional para calcular tuberías de distribución, siempre que sea debidamente fundamentado.

c) La presión estática máxima no debe ser superior a 50 m de columna de agua (0,490 MPa).

d) La presión mínima de salida de los aparatos sanitarios será de 2 m de columna de agua (0,020 MPa) salvo aquellos equipados con válvulas semiautomáticas, automáticas o equipos especiales en los que la presión estará dada por las recomendaciones de los fabricantes.

e) Las tuberías de distribución de agua para consumo humano enterradas deberán alejarse lo más posible de los desagües; por ningún motivo esta distancia será menor de 0,50 m medida horizontal, ni menos de 0,15 m por encima del desagüe. Cuando las tuberías de agua para consumo humano crucen redes de aguas residuales, deberán colocarse siempre por encima de éstas y a una distancia vertical no menor de 0,15 m. Las medidas se tomarán entre tangentes exteriores más próximas.

f) Para el cálculo del diámetro de las tuberías de distribución, la velocidad mínima será de 0,60 m/s y la velocidad máxima según la siguiente tabla.

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

g) Las tuberías de agua fría deberán ubicarse teniendo en cuenta el aspecto estructural y constructivo de la edificación, debiendo evitarse cualquier daño o disminución de la resistencia de los elementos estructurales.

h) Las tuberías verticales deberán ser colocadas en ductos o espacios especialmente previstos para tal fin y cuyas dimensiones y accesos deberán ser tales que permitan su instalación, revisión, reparación, remoción y mantenimiento.

i) Se podrá ubicar en el mismo ducto la tubería de agua fría y agua caliente siempre que exista una separación mínima de 0,15 m entre sus generatrices más próximas.

j) Se permitirá la ubicación de alimentadores de agua y montantes de aguas residuales o de lluvia, en un mismo ducto vertical o espacios, siempre que exista una separación mínima de 0,20 m entre sus generatrices más próximas.

k) Las tuberías colgadas o adosadas deberán fijarse a la estructura evitando que se produzcan esfuerzos secundarios en las tuberías.

l) Las tuberías enterradas deberán colocarse en zanjas de dimensiones tales que permitan su protección y fácil instalación.

2.4. ALMACENAMIENTO Y REGULACIÓN.

a) Los depósitos de agua deberán ser diseñados y construidos en forma tal que preserven la calidad del agua.

b) Toda edificación ubicada en sectores donde el abastecimiento de agua pública no sea continuo o carezca de presión suficiente, deberá estar provisto obligatoriamente de depósitos de almacenamiento que permitan el suministro adecuado a todas las instalaciones previstas.

Tales depósitos podrán instalarse en la parte baja (cisternas) en pisos intermedios o sobre la edificación (tanque elevado).

c) Cuando sólo exista tanque elevado, su capacidad será como mínimo igual a la dotación diaria, con un volumen no menor a 1000 L.

d) Cuando sólo exista cisterna, su capacidad será como mínimo igual a la dotación diaria, con un volumen no menor de 1000 L.

e) Cuando sea necesario emplear una combinación de cisterna, bombas de elevación y tanque elevado, la capacidad de la primera no será menor de las 2/3 partes de la dotación diaria y la del segundo no menor de 1/3 de dicha volumen.

f) En caso de utilizar sistemas hidroneumáticos, el volumen mínimo será igual al consumo diario con un volumen mínimo de 1000L.

g) Los depósitos de almacenamiento deberán ser construidos de material resistente y paredes impermeabilizadas y estarán dotados de los dispositivos necesarios para su correcta operación y mantenimiento.

h) Las cisternas deberán ubicarse a una distancia mínima de 1m de muros medianeros y desagües. En caso de no poder cumplir con la distancia mínima, se diseñará un sistema de protección que evite la posible contaminación del agua de la cisterna.

i) La distancia vertical entre el techo del depósito y el eje del tubo de entrada de agua, dependerá del diámetro de este y de los dispositivos de control, no pudiendo ser menor de 0,20 m.

j) La distancia vertical entre los ejes de tubos de rebose y entrada de agua será igual al doble del diámetro del primero y en ningún caso menor de 0,15 m.

k) La distancia vertical entre los ejes del tubo de rebose y el máximo nivel de agua será igual al diámetro de aquel y nunca inferior a 0,10 m.

l) El agua proveniente del rebose de los depósitos, deberá disponerse en forma indirecta, mediante brecha de aire de 0,05 m de altura mínima sobre el piso, techo u otro sitio de descarga.

m) El diámetro del tubo de rebose, se calculará hidráulicamente, no debiendo ser menor que lo indicado en la siguiente tabla.

Capacidad del depósito (L)	Diámetro del tubo de rebose
Hasta 5000	50 mm (2")
5001 a 12000	75 mm (3")
12001 a 30000	100 mm (4")
Mayor de 30000	150 mm (6")

n) El diámetro de la tubería de alimentación se calculará para garantizar el volumen mínimo de almacenamiento diario.

o) El control de los niveles de agua en los depósitos, se hará por medio de interruptores automáticos que permitan:

- Arrancar la bomba cuando el nivel de agua en el tanque elevado, descienda hasta la mitad de la altura útil.
- Parar la bomba cuando el nivel de agua en el tanque elevado, ascienda hasta el nivel máximo previsto.
- Parar la bomba cuando el nivel de agua en la cisterna descienda hasta 0,05 m por encima de la parte superior de la canastilla de succión.
- En los depósitos que se alimentan directamente de la red pública deberá colocarse control del nivel.

p) La capacidad adicional de los depósitos de almacenamiento para los fines de control de incendios, deberá estar de acuerdo con lo previsto en el ítem 4.

q) La tubería de aducción o de impulsión al tanque de almacenamiento deberá estar a 0,10 m por lo menos por encima de la parte superior de las correspondientes tuberías de rebose.

2.5. ELEVACIÓN

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

- Altura mínima: 1,60 m.
- Espacio libre alrededor del equipo suficiente para su fácil operación, reparación y mantenimiento.
- Piso impermeable con pendiente no menor del 2% hacia desagües previstos.
- Ventilación adecuada.

Los equipos que se instalen en el exterior, deberán ser protegidos adecuadamente contra la intemperie.

b) Los equipos de bombeo deberán ubicarse sobre estructuras de concreto, adecuadamente proyectadas para absorber las vibraciones.

c) En la tubería de impulsión, inmediatamente después de la bomba deberá instalarse una válvula de retención y una válvula de interrupción. En la tubería de succión con presión positiva se instalará una válvula de interrupción. En el caso que la tubería de succión no trabaje bajo carga positiva, deberá instalarse una válvula de retención.

d) Salvo en el caso de viviendas unifamiliares, el sistema de bombeo deberá contar como mínimo con dos equipos de bombeo de funcionamiento alternado.

e) La capacidad de cada equipo de bombeo debe ser equivalente a la máxima demanda simultánea de la edificación y en ningún caso inferior a la necesaria para llenar el tanque elevado en dos horas. Si el equipo es doble cada bomba podrá tener la mitad de la capacidad necesaria, siempre que puedan funcionar ambas bombas simultáneamente en forma automática, cuando lo exija la demanda.

f) El sistema hidroneumático deberá estar dotado de los dispositivos mínimos adecuados para su correcto funcionamiento:

- Cisterna
- Electrobombas
- Tanque de presión
- Interruptor de presión para arranque y parada a presión mínima y máxima.
- Manómetro.
- Válvula de seguridad.
- Válvulas de interrupción que permitan la operación y mantenimiento del equipo.
- Dispositivo de drenaje del tanque con su respectiva válvula.
- Compresor o un dispositivo automático cargador de aire de capacidad adecuada.

g) El volumen del tanque de presión se calculará en función del caudal, de las presiones máxima y mínima y las características de funcionamiento.

3. AGUA CALIENTE

3.1. INSTALACIONES

a) Las instalaciones de agua caliente de una edificación, deberán satisfacer las necesidades de consumo y seguridad contra accidentes. Se deberá considerar un espacio independiente y seguro para el equipo de producción de agua caliente.

b) Deberán instalarse dispositivos destinados a controlar el exceso de presión de los sistemas de producción de agua caliente. Dichos dispositivos se ubicarán en los equipos de producción, o en las tuberías de agua fría o caliente próximas a él, siempre que no existan válvulas entre los dispositivos y el equipo; y se graduarán de tal modo que puedan operar a una presión de 10% mayor que la requerida para el normal funcionamiento del sistema.

c) Deberá instalarse una válvula de retención en la tubería de abastecimiento de agua fría. Dicha válvula no podrá ser colocada entre el equipo de producción de agua caliente y el dispositivo para controlar el exceso de presión.

d) Deberán instalarse dispositivos destinados a controlar el exceso de temperatura en los sistemas de producción de agua caliente.

e) Los escapes de vapor o agua caliente, provenientes de los dispositivos de seguridad y control, deberán disponerse en forma indirecta al sistema de drenaje, ubicando los sitios de descarga en lugares que no causen accidentes.

f) El sistema de alimentación y distribución de agua caliente estará dotado de válvulas de interrupción como mínimo en los siguientes puntos:

- Inmediatamente después del calentador, en el ingreso de agua fría y salida de agua caliente.
- En cada servicio sanitario.

3.2. DOTACIONES

La dotación de agua caliente serán las que se establecen a continuación. Las cantidades que se fijan son parte de las dotaciones de agua establecidos en el ítem 7 de la presente norma.

a) Residencias unifamiliares y multifamiliares, según la siguiente tabla.

Número de dormitorios por vivienda	Dotación diaria en litros
1	120
2	250
3	390
4	420
5	450

Más de 5, a razón de 80 L/d, por dormitorio adicional.

b) Establecimientos de hospedaje, según la siguiente tabla

Hoteles, apart-hoteles, hostales.	150 L por dormitorio.
Albergues.	100 L por m ² .

Esta cifra no incluye las dotaciones para otros servicios anexos, tales como restaurantes, bares, salones de baile, peluquerías y lavanderías, que se calculará adicionalmente de acuerdo con lo establecido en esta Norma para cada caso.

c) Restaurantes, según la siguiente tabla

Área útil de los comedores (m ²)	Dotación diaria
Hasta 40	900 L
41 a 100	15 L/m ²
Más de 100	12 L/m ²

En aquellos restaurantes donde se elaboran alimentos para ser consumidos fuera del local, se calculará una dotación complementaria a razón de 3 litros por cubierto preparado para este fin.

d) Locales educacionales y residencias estudiantiles.

Dotación diaria	
Alumnado y personal residente.	50 L/persona

e) Gimnasios.

Dotación diaria.	
10 L/m ² área útil	

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

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

3.3. DISTRIBUCIÓN

a) La distribución de agua caliente desde el equipo de producción a los aparatos sanitarios o puntos requeridos, se puede realizar con o sin retorno de agua caliente.

b) El sistema sin retorno se permitirá solamente en instalaciones con calentadores individuales.

c) El sistema con retorno deberá utilizarse en aquellos edificios donde se instalen equipos centrales de producción de agua caliente.

d) Las tuberías de alimentación de agua caliente se calcularán de acuerdo con lo establecido en el ítem 7.

3.4. EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE

Para el cálculo de la capacidad del equipo de producción de agua caliente, así como para el cálculo de la capacidad del tanque de almacenamiento, se utilizarán las relaciones que se indican a continuación, en base a la dotación de agua caliente diaria asignada, según la siguiente tabla.

Tipo de edificio	Capacidad del tanque de almacenamiento en relación con dotación diaria en litros.	Capacidad horaria del equipo de producción de agua caliente, en relación con la dotación diaria en litros.
Residencias unifamiliares y multifamiliares.	1/5	1/7
Hoteles, apart-hoteles, albergues.	1/7	1/10
Restaurantes	1/5	1/10
Gimnasios.	2/5	1/7
Hospitales y clínicas, consultorios y similares.	2/5	1/6

Las capacidades del equipo de producción de agua caliente y del tanque de almacenamiento, podrán también determinarse en base a los gastos por aparatos sanitarios.

4. AGUA CONTRA INCENDIO

4.1. SISTEMAS

Los sistemas a emplearse para combatir incendios serán:

a) Alimentadores y gabinetes contra incendio equipados con mangueras para uso de los ocupantes de la edificación.

b) Alimentadores y gabinetes contra incendio equipados con mangueras para uso de los ocupantes de la edificación

y salida contra incendio para ser utilizada por el Cuerpo de Bomberos de la ciudad.

c) Alimentadores y mangueras para uso combinado de los ocupantes del edificio y del Cuerpo de Bomberos.

d) Rociadores automáticos.

e) Otros sistemas.

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

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

a) La fuente de agua podrá ser la red de abastecimiento público o fuente propia del edificio, siempre que garantice el almacenamiento previsto en el sistema.

b) El almacenamiento de agua en la cisterna o tanque para combatir incendios debe ser por lo menos de 25 m³.

c) Los alimentadores deben calcularse para obtener el caudal que permita el funcionamiento simultáneo de dos mangueras, con una presión mínima de 45 m (0.441 MPa) en el punto de conexión de manguera más desfavorable. El diámetro mínimo será 100 mm (4")

d) La salida de los alimentadores deberá ser espaciados en forma tal, que todas las partes de los ambientes del edificio puedan ser alcanzadas por el chorro de las mangueras.

e) La longitud de la manguera será de 30m con un diámetro de 40 mm (1 1/2")

f) Antes de cada conexión para manguera se instalará una válvula de globo recta o de ángulo. La conexión para manguera será de rosca macho.

g) Los alimentadores deberán conectarse entre sí mediante una tubería cuyo diámetro no sea inferior al del alimentador de mayor diámetro.

h) Al pie de cada alimentador, se instalará una purga con válvula de control.

i) Las bombas de agua contra incendio, deberán llevar control de arranque para funcionamiento automático.

j) La alimentación eléctrica a las bombas de agua contra incendio, deberá ser independiente, no controlada por el interruptor general del edificio, e interconectada al grupo electrógeno de emergencia del edificio, en caso de tenerlo.

k) Se instalarán «uniones siamesas» con rosca macho y válvula de retención en sitios accesibles de la fachada del edificio para la conexión de las mangueras que suministrarán el agua del exterior.

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

Se instalarán sistemas de tuberías y dispositivos para ser usados por el Cuerpo de Bomberos de la ciudad, en las plantas industriales, edificios de más de 50 m de altura y toda otra edificación que por sus características especiales, lo requiera. Tales sistemas deben cumplir con los siguientes requisitos:

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

b) Se instalarán alimentadores espaciados en forma tal, que todas las partes de los ambientes del edificio puedan ser alcanzadas por el chorro de agua.

c) Los alimentadores deben calcularse para el caudal de dos salidas y una presión mínima de 45 m en el punto de conexión de mangueras más desfavorables.

d) El almacenamiento de agua en los tanques, para combatir incendios, debe ser por lo menos de 40 m³ adecuándose al caudal y tamaño posible del incendio, según el Gráfico para Agua Contra Incendio de Sólidos (Lámina N° 3).

Cuando sea posible se permitirá el almacenamiento conjunto entre uno o más locales que en caso de siniestro puedan ser usados por los bomberos.

Las mangueras tendrán una longitud de hasta 60 m y 65 mm (2 1/2") de diámetro. Se considerará un caudal mínimo de 10 L/s y deberán alojarse en gabinetes adecuados en cada piso, preferentemente en los corredores de acceso a las escaleras.

e) Cuando el almacenamiento sea común para el agua para consumo y la reserva para el sistema contra incendios, deberá instalarse la salida del agua para consumo de manera tal que se reserve siempre el saldo de agua requerida para combatir el incendio.

f) Cada bocatoma para mangueras interiores, estará dotada de llave de compuerta o de ángulo. La conexión para dichas mangueras será de rosca macho con el diámetro correspondiente.

g) Los alimentadores deberán conectarse entre sí, mediante una tubería cuyo diámetro no sea inferior al del alimentador de mayor diámetro. Al pie de cada alimentador se instalará una de purga con válvula de control.

4.4. SISTEMAS DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS

Se instalarán sistemas de rociadores automáticos en los siguientes casos:

a) Edificaciones de más de dos pisos usadas para manufactura, almacenaje de materiales o mercadería combustible y con área superior a los 1000 m² de construcción.

b) Playas de estacionamiento cerradas y techadas de más de 18 m de altura y de área mayor a los 1000m² de construcción resistente al fuego, u 800 m² de construc-

ción incombustible con protección o 600m² de construcción incombustible sin protección o combustible de construcción pesada.

c) Talleres de reparación automotriz de más de un piso o ubicados bajo pisos de otra ocupancia que exceda 1000 m² de construcción resistente al fuego, 800 m² de construcción incombustible con protección, 600 m² de construcción incombustible sin protección o combustible de construcción pesada.

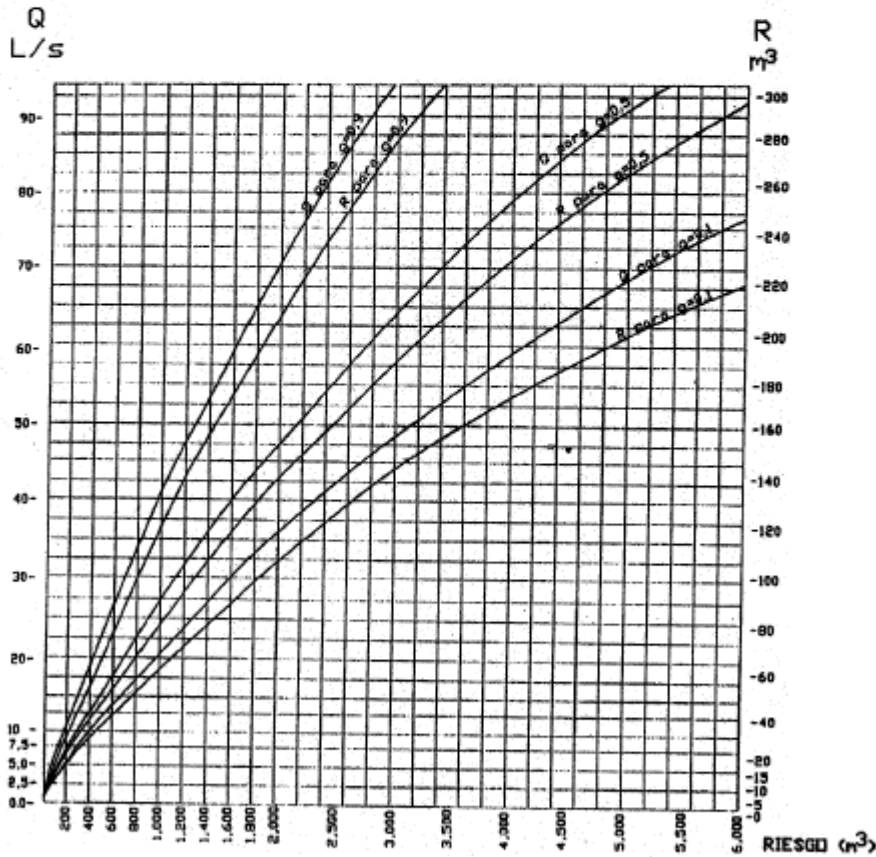
d) Talleres de reparación automotriz de una planta que exceda 1500 m² de construcción resistente al fuego, 1200 m² de construcción incombustible con protección, 900 m² de construcción incombustible sin protección o combustible de construcción pesada, o 600 m² de construcción combustible ordinaria.

4.5. SISTEMAS DE DRENAJE

Los sistemas de drenaje deberán considerar la evacuación del agua utilizada en el combate del incendio.

LÁMINA N°3

GRÁFICO PARA AGUA CONTRA INCENDIO DE SÓLIDOS



Q = CAUDAL DE AGUA EN L/S PARA EXTINGUIR EL FUEGO
 R = VOLUMEN DE AGUA EN m³ NECESARIOS PARA RESERVA
 b = FACTOR DE APILAMIENTO.
 0,9 = COMPACTO
 0,5 = MEDIO
 0,1 = POCO COMPACTO
 RIESGO = VOLUMEN APARENTE DEL INCENDIO EN m³

5. AGUA PARA RIEGO**5.1. DISPOSICIONES GENERALES**

- a) Las instalaciones para riego podrán ser diseñadas formando parte del sistema de distribución de agua de la edificación, o en forma independiente del mismo.
- b) El riego de las áreas verdes correspondientes a la edificación podrá hacerse por inundación, con puntos de conexión para mangueras dotadas de sus correspondientes válvulas, por aspersión y por otros sistemas.
- c) En el diseño de las instalaciones de riego, con puntos de agua para mangueras, se adoptarán los valores según Tabla.

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

- La distancia entre los puntos de conexión de manguera será de 1,4 de la longitud de la manguera.
- d) En el diseño de instalaciones de riego con rociadores o aspersores fijos se adoptará lo siguiente:

- Diámetro mínimo de alimentación de cada rociador: 15 mm (1/2").
- Presión mínima en el punto de alimentación de cada rociador: 12 m (0,118 MPa).
- Gasto mínimo de cada rociador: 0,06 L/s.

- e) En el diseño de instalaciones de riego con rociadores o aspersores rotatorios, se adoptará lo siguiente:

- Diámetro mínimo de alimentación de cada rociador: 20 mm (3/4").
- Presión mínima en el punto de alimentación de cada rociador: 20 m (0,196 MPa).
- Gasto mínimo de cada rociador: 0,10 L/s.

- f) Las instalaciones de riego podrán ser operadas por secciones, mediante la adecuada instalación de válvulas.

- g) Los sistemas de riego deberán estar provistos de dispositivos adecuados, para prevenir posibles conexiones cruzadas por efecto de la existencia de presiones negativas en la red de alimentación.

- h) Las válvulas o grifos para conectar mangueras, deberán sobresalir no menos de 0,15 m sobre el nivel del piso.

6. DESAGÜE Y VENTILACIÓN**6.1. DISPOSICIONES GENERALES**

- a) El sistema integral de desagüe deberá ser diseñado y construido en forma tal que las aguas servidas sean evacuadas rápidamente desde todo aparato sanitario, sumidero u otro punto de colección, hasta el lugar de descarga con velocidades que permitan el arrastre de las excretas y materias en suspensión, evitando obstrucciones y depósitos de materiales.

- b) Se deberá prever diferentes puntos de ventilación, distribuidos en tal forma que impida la formación de vacíos o alzas de presión, que pudieran hacer descargar las trampas.

- c) Las edificaciones situadas donde exista un colector público de desagüe, deberán tener obligatoriamente conectadas sus instalaciones domiciliarias de desagüe a dicho colector. Esta conexión de desagüe a la red pública se realizará mediante caja de registro o buzón de dimensiones y de profundidad apropiadas, de acuerdo a lo especificado en esta Norma.

- d) El diámetro del colector principal de desagües de una edificación, debe calcularse para las condiciones de máxima descarga.

- e) Todo sistema de desagüe deberá estar dotado de suficiente número de elementos de registro, a fin de facilitar su limpieza y mantenimiento.

- f) Para desagües provenientes de locales industriales u otros, cuyas características físicas y químicas difieran de los del tipo doméstico, deberán sujetarse estrictamente a lo que se establece en el Reglamento de Desagües Industriales vigente, aprobado por Decreto Supremo N° 28-80-S.A.P.L. del 29.11.60, antes de su descarga a la red pública.

- g) Cuando las aguas residuales provenientes del edificio o parte de este, no puedan ser descargadas por grave-

dad a la red pública, deberá instalarse un sistema adecuado de elevación, para su descarga automática a dicha red.

6.2. RED DE COLECCIÓN

- a) Los colectores se colocarán en tramos rectos.
- b) Los colectores enterrados situados en el nivel inferior y paralelos a las cimentaciones, deberán estar ubicados, en forma tal, que el plano formado por el borde inferior de la cimentación y el colector, forme un ángulo de menos de 45° con la horizontal.

Cuando un colector enterrado cruce una tubería de agua deberá pasar por debajo de ella y la distancia vertical entre la parte inferior de la tubería de agua y la clave del colector, no será menor de 0,15 m.

- c) Los empalmes entre colectores y los ramales de desagüe, se harán a un ángulo no mayor de 45°, salvo que se hagan en un buzón o caja de registro.

La pendiente de los colectores y de los ramales de desagüe interiores será uniforme y no menor de 1% para diámetros de 100 mm (4") y mayores; y no menor de 1,5% para diámetros de 75 mm (3") o inferiores.

Las dimensiones de los ramales de desagüe, montantes y colectores se calcularán tomando como base el gasto relativo que pueda descargar cada aparato.

El cálculo de los ramales, montantes y colectores de desagüe se determinará por el método de unidades de descarga.

Podrá utilizarse cualquier otro método racional para calcular los ramales, montantes y colectores, siempre que sea debidamente fundamentado.

- d) Al calcular el diámetro de los conductos de desagüe se tendrá en cuenta lo siguiente:

- El diámetro mínimo que reciba la descarga de un inodoro será de 100 mm (4").

- El diámetro de una montante no podrá ser menor que el de cualquiera de los ramales horizontales que en él descarguen.

- El diámetro de un conducto horizontal de desagüe no podrá ser menor que el de cualquiera de los orificios de salida de los aparatos que en él descarguen.

- e) Cuando se requiera dar un cambio de dirección a una montante, los diámetros de la parte inclinada y del tramo inferior de la montante se calcularán de la siguiente manera:

- Si la parte inclinada forma un ángulo de 45° o más con la horizontal, se calculará como si fuera una montante.

- Si la parte inclinada forma un ángulo menor de 45° con la horizontal, se calculará tomando en cuenta el número de unidades de descarga que pasa por el tramo inclinado como si fuera un colector con pendiente de 4%.

- Por debajo de la parte inclinada, la montante en ningún caso tendrá un diámetro menor que el tramo inclinado.

- Los cambios de dirección por encima del más alto ramal horizontal de desagüe, no requieren aumento de diámetro.

- f) Las montantes deberán ser colocadas en ductos o espacios especialmente previstos para tal fin y cuyas dimensiones y accesos permitan su instalación, reparación, revisión o remoción.

g) Se permitirá utilizar un mismo ducto o espacio para la colocación de las tuberías de desagüe y agua, siempre que exista una separación mínima de 0,20 m entre sus generatrices más próximas.

h) Se permitirá el uso de colectores existentes para servir a nuevas construcciones, solamente cuando su inspección demuestre que estén en buenas condiciones y cumplan lo establecido en esta Norma.

i) Todo punto de contacto entre el sistema de desagüe y los ambientes (punto de colección abierto), deberá estar protegido por un sello de agua con una altura no inferior de 0,05 m, ni mayor de 0,10 m, contenido en un dispositivo apropiado (trampa o sifón).

j) Todo registro deberá ser del diámetro de la tubería a la que sirve. En caso de tuberías de diámetro mayor de 100 mm (4"), se instalará un registro de 100 mm (4") como mínimo.

Los registros se ubicarán en sitios fácilmente accesibles. Cuando las tuberías vayan ocultas o enterradas, los registros, deberán extenderse utilizando conexiones de 45°, hasta terminar a ras con la pared o piso acabado.

La distancia mínima entre la tangente del tapón de cualquier registro y una pared, techo o cualquier otro elemento que pudiera obstaculizar la limpieza del sistema, será de 0,10 m.

Se colocará registros por lo menos en:

- Al comienzo de cada ramal horizontal de desagüe o colector.
- Cada 15 m en los conductos horizontales de desagüe
- Al pie de cada montante, salvo cuando ella descargue a una caja de registro o buzón distante no más de 10 m.
- Cada dos cambios de direcciones en los conductos horizontales de desagüe.
- En la parte superior de cada ramal de las trampas «U».

k) Se instalarán cajas de registro en las redes exteriores en todo cambio de dirección, pendiente, material o diámetro y cada 15 m de largo como máximo, entramos rectos.

Las dimensiones de las cajas se determinarán de acuerdo a los diámetros de las tuberías y a su profundidad, según la tabla siguiente:

Dimensiones Interiores(m)	Diámetro Máximo(mm)	Profundidad Máxima(m)
0,25 x 0,50 (10" x 20")	100 (4")	0,80
0,30 x 0,60 (12" x 24")	150 (6")	0,80
0,45 x 0,60 (18" x 24")	150 (6")	1,00
0,60 x 0,60 (24" x 24")	200 (8")	1,20

Para profundidades mayores se deberá utilizar cámaras de inspección según NTE S.070 Redes de Aguas Residuales.

l) Cuando las aguas residuales contengan grasa, aceite, material inflamable, arena, tierra, yeso u otros sólidos o líquidos objetables que pudieran afectar el buen funcionamiento del sistema de evacuación del edificio u otro sistema público, será necesario la instalación de interceptores o separadores u otro sistema de tratamiento.

m) La capacidad, tipo, dimensiones y ubicación de los interceptores y separadores, estará de acuerdo con el uso respectivo.

n) Se instalarán separadores de grasa en los conductos de desagüe de lavaderos, lavaplatos u otros aparatos sanitarios instalados en restaurantes, cocinas de hoteles, hospitales y similares, donde exista el peligro de introducir en el sistema de desagüe, grasa en cantidad suficiente para afectar el buen funcionamiento de éste.

o) Se instalarán separadores de aceite en el sistema de desagüe de estaciones de servicio, talleres de mecánica de vehículos motorizados y otros edificios, donde exista el peligro de introducir aceite y otros lubricantes al sistema a la red de aguas residuales, ya sea en forma accidental o voluntaria.

p) Se instalarán interceptores de arena, vidrio, pelos, hilos u otros sólidos en el sistema de desagüe de embotelladores, lavanderías y otros establecimientos sujetos a la descarga voluntaria o accidental de sólidos objetables.

q) Los interceptores y separadores deberán estar provistos de ventilación en forma similar a otros aparatos sanitarios. El tubo de ventilación tendrá un diámetro mínimo de 50mm (2")

Los interceptores se ubicarán en sitios donde puedan ser inspeccionados y limpiados con facilidad. No se permitirá colocar encima o inmediato a ellos maquinarias o equipos que pudiera impedir su adecuado mantenimiento. La boca de inspección será de dimensiones adecuadas.

r) Los aparatos sanitarios, depósitos o partes del sistema de agua, con dispositivos que descarguen al sistema de desagüe de la edificación, lo harán en forma indirecta, a fin de evitar conexiones cruzadas o interferencias entre los sistemas de distribución de agua para consumo humano y de redes de aguas residuales.

La descarga de desagüe indirecto se hará de acuerdo con los siguientes requisitos:

- La tubería de descarga se llevará hasta una canaleta, caja, sumidero, embudo y otro dispositivo adecuado, provisto de sello de agua y su correspondiente ventilación.
- Deberá dejarse una brecha o interruptor de aire entre la salida de la tubería de descarga y el dispositivo receptor, el que no podrá ser menor de dos veces el diámetro de la tubería de descarga.
- Las canaletas, cajas, sumideros, embudos y otros dispositivos deberán instalarse en lugares bien ventilados

y de fácil acceso. Estos dispositivos estarán dotados de rejillas o tapas removibles cuando ello sea requerido para seguridad de las personas.

s) No se permitirá descargar los aparatos sanitarios dotados de descarga de desagüe indirecto en ningún otro aparato sanitario.

t) Los desagües provenientes de los siguientes equipos, deberán descargar en los conductos de desagüe en forma indirecta:

- Esterilizadores, recipientes y equipos similares de los laboratorios, hospitales y clínicas.
- Refrigeradoras comerciales, tuberías de rebose de tanques y similares, equipos provistos de válvula de alivio o seguridad.
- Todos aquellos que se considere inconvenientes en resguardo de la salud pública.

6.3. ALMACENAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

El sistema de bombeo de aguas residuales, deberá cumplir con los siguientes requisitos:

a) Su capacidad no será mayor que el volumen equivalente a un ¼ de la dotación diaria, ni menor que el equivalente a 1/24 de la dotación diaria.

b) Deberá estar prevista de un sistema de ventilación que evite la acumulación de gases. Cuando ello no se logre, las instalaciones eléctricas del ambiente deberán ser a prueba de explosión.

c) Deberá estar dotada de una boca de inspección.

d) Cuando se proyecten cámara húmeda y cámara seca, se deberá proveer ventilación forzada para ambas cámaras. El sistema de ventilación deberá proveer como mínimo seis cambios de aire por hora bajo operación continua o un cambio en dos minutos bajo operación intermitente.

e) Deberá preverse la eliminación de los desagües que se acumulen en la cámara seca.

6.4. ELEVACIÓN

El equipo de bombeo deberá instalarse en lugar de fácil acceso, ventilación e iluminación adecuada.

Los equipos de bombeo deberán cumplir los siguientes requisitos:

a) Que permita el paso de sólidos.

b) La capacidad total de bombeo deberá ser por lo menos el 150% del gasto máximo que recibe la cámara de bombeo.

c) El número mínimo de equipos será de dos, de funcionamiento alternado. La capacidad de cada uno será igual al gasto máximo.

d) El gasto se determinará utilizando el método de unidades de descarga u otro método aprobado.

e) La tubería de descarga estará dotada de una válvula de interrupción y una válvula de retención.

Los motores de los equipos de elevación deberán ser accionados por los niveles en la cámara de bombeo. Se proveerán además controles manuales y dispositivos de alarma para sobre nivel.

Cuando el suministro normal de energía no garantice un servicio continuo a los equipos de bombeo en hoteles, hospitales y similares, deberán proveerse fuentes de energía independientes.

6.5. VENTILACIÓN

a) El sistema de desagüe debe ser adecuadamente ventilado, de conformidad con los párrafos siguientes, a fin de mantener la presión atmosférica en todo momento y proteger el sello de agua de cada una de las unidades del sistema.

b) El sello de agua deberá ser protegido contra sifonaje, mediante el uso adecuado de ramales de ventilación, tubos auxiliares de ventilación, ventilación en conjunto, ventilación húmeda o una combinación de estos métodos.

c) Los tubos de ventilación deberán tener una pendiente uniforme no menor de 1% en forma tal que el agua que pudiere condensarse en ellos, escurra a un conducto de desagüe o montante.

d) Los tramos horizontales de la tubería de ventilación deberán quedar a una altura no menor de 0,15 m por encima de la línea de rebose del aparato sanitario más alto al cual ventilar.

e) La distancia máxima entre la salida de un sello de agua y el tubo de ventilación correspondiente, según siguiente Tabla

Diámetro del conducto de desagüe del aparato sanitario (mm)	Distancia máxima entre el sello y el tubo de ventilación (m)
40 (1 1/2")	1,10
50 (2")	1,50
75 (3")	1,80
100 (4")	3,00

Esta distancia se medirá a lo largo del conducto de desagüe, desde la salida del sello de agua hasta la entrada del tubo de ventilación.

f) Toda montante de desagüe deberá prolongarse al exterior, sin disminuir su diámetro. En el caso de que termine en una terraza accesible o utilizada para cualquier fin, se prolongará por encima del piso hasta una altura no menor de 1,80 m. Cuando la cubierta del edificio sea un techo o terraza inaccesible, la montante será prolongada por encima de éste, 0,15 m como mínimo.

En caso de que la distancia entre la boca de una montante y una ventana, puerta u otra entrada de aire al edificio sea menor de 3 m horizontalmente, el extremo superior de la montante deberá quedar como mínimo a 0,60 m, por encima de la entrada del aire.

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

g) La tubería principal de ventilación se instalará vertical, sin quiebres en lo posible y sin disminuir su diámetro.

h) El extremo inferior del tubo principal de ventilación deberá ser conectado mediante un tubo auxiliar de ventilación a la montante de aguas residuales, por debajo del nivel de conexión del ramal de desagüe más bajo.

El extremo superior del tubo de ventilación se podrá conectar a la montante principal, a una altura no menor de 0,15 m por encima de la línea de rebosé del aparato sanitario más alto.

i) En los edificios de gran altura se requerirá conectar la montante al tubo principal de ventilación por medio de tubos auxiliares de ventilación, a intervalos de 5 pisos, contados a partir del último piso hacia abajo.

j) El diámetro del tubo auxiliar de ventilación a que se refiere el numeral anterior, será igual al del tubo principal de ventilación. Las conexiones a éste y la montante de aguas residuales deberán hacerse por medio de accesorio tipo «Y» en la forma siguiente:

- Las conexiones a la montante de aguas residuales se harán por debajo del ramal horizontal proveniente del piso correspondiente.

- Las conexiones al tubo de ventilación principal se harán a no menos de 1,0 m por encima del piso correspondiente.

k) El diámetro del tubo de ventilación principal se determinará tomando en cuenta su longitud total, el diámetro de la montante correspondiente y el total de unidades de descarga ventilada, según siguiente Tabla.

DIMENSIONES DE LOS TUBOS DE VENTILACIÓN PRINCIPAL

Diámetro de la montante, (mm)	Unidades de descarga ventiladas	Diámetro requerido para el tubo de ventilación principal			
		2"	3"	4"	6"
		50(mm)	75(mm)	100(mm)	150(mm)
Longitud Máxima del Tubo en metros					
50 (2")	12	60,0	-	-	-
50 (2")	20	45,0	-	-	-
65 (2 1/2")	10	-	-	-	-
75 (3")	10	30,0	180,0	-	-
75 (3")	30	18,0	150,0	-	-
75 (3")	60	15,0	120,0	-	-
100 (4")	100	11,0	78,0	300,0	-
100 (4")	200	9,0	75,0	270,0	-
100 (4")	500	6,0	54,0	210,0	-
203 (8")	600	-	-	15,0	150,0
203 (8")	1400	-	-	12,0	120,0
203 (8")	2200	-	-	9,0	105,0
203 (8")	3600	-	-	8,0	75,0
203 (8")	3600	-	-	8,0	75,0
254 (10")	1000	-	-	-	38,0
254 (10")	2500	-	-	-	30,0
254 (10")	3800	-	-	-	24,0
254 (10")	5600	-	-	-	18,0

l) Cuando una montante tenga en su recorrido un cambio de dirección de 45° o más con la vertical, será necesario ventilar los tramos de la montante que queden por encima y por debajo de dicho cambio. Estos tramos podrán ventilarse separadamente según lo especificado en el inciso i) del presente artículo, o bien se podrá ventilar por medio de tubos auxiliares de ventilación, uno para el tramo superior inmediatamente antes del cambio y otro para el tramo inferior. Cuando el cambio de dirección de la montante sea menor de 45° con la vertical, no se requerirá la ventilación auxiliar.

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

DIÁMETRO DE LOS TUBOS DE VENTILACIÓN EN CIRCUITO Y DE LOS RAMALES

TERMINALES DE TUBOS DE VENTILACIÓN.

Diámetro de ramal horizontal de desagüe (mm)	Número máximo unidades de descarga	Diámetro del tubo de ventilación		
		50 mm	75 mm	100 mm
		2"	3"	4"
Máxima longitud del tubo de ventilación (m)				
50 (2")	12	12,0	-	-
50 (2")	20	9,0	-	-
75 (3")	10	6,0	30,0	-
75 (3")	30	-	30,0	-
75 (3")	60	-	24,0	-
100 (4")	100	2,1	15,0	60,0
100 (4")	200	1,8	15,0	54,0
100 (4")	500	-	10,8	42,0

n) Se permitirá utilizar un tubo común de ventilación para servir dos aparatos sanitarios, en los casos que se señalan a continuación, siempre que el diámetro del tubo de ventilación y la distancia máxima cumplan con lo establecido en el inciso e) del presente artículo.

- Dos aparatos sanitarios tales como lavatorios, lavaderos de cocina o de ropa instalados en el mismo piso y conectados al ramal de desagüe a un mismo nivel.

- Dos aparatos sanitarios ubicados en el mismo piso, pero conectados a la montante o ramal vertical de desagüe a diferentes niveles, siempre que el diámetro de dicho ramal o montante sea de un tamaño mayor que el requerido por el aparato superior y no menor que el requerido por el aparato inferior.

o) La prolongación de la montante o tubería de desagüe por encima del último ramal, podrá servir como único medio de ventilación para lavatorios y lavaderos siempre que cumpla con las distancias máximas establecidas en el inciso e) del presente artículo.

p) Para el caso de ventilación común, para más de dos aparatos podrá usarse la ventilación en circuito, siempre que cumpla los requisitos establecidos en el presente artículo.

q) El diámetro del tubo de ventilación en circuito se calculará en función de su longitud y sobre la base del diámetro del ramal horizontal de desagüe, según la Tabla del inciso m).

Dicho diámetro no podrá ser menor que la mitad del diámetro del ramal horizontal de desagüe correspondiente y en ningún caso menor de 50 mm (2").

r) Es obligatorio instalar tubos auxiliares de ventilación en los siguientes casos:

- En la ventilación de la montante.
- En la ventilación en circuito.
- En todos aquellos otros casos en que sea necesario asegurar el buen funcionamiento del sistema.
- El diámetro mínimo del tubo auxiliar de ventilación será la mitad del diámetro del ramal de desagüe a que está conectado.

s) Aquellos aparatos sanitarios que no pueden ser ventilados de acuerdo a las distancias máximas establecidos

en el inciso e) del presente artículo, tales como lavaderos y otros similares, deberán descargar en forma indirecta a un sumidero de piso, caja u otro dispositivo apropiadamente ventilado.

6.6. SISTEMA DE ELIMINACIÓN SANITARIA DE EXCRETA

a) Letrina sanitaria

Podrá utilizarse letrinas sanitarias en las habilitaciones urbanas que no cuenten con sistemas de eliminación de excretas con arrastre de agua (sistemas de alcantarillado), siempre que cumpla con los requisitos establecidos en las normas correspondientes:

7. AGUA DE LLUVIA

7.1. RECOLECCIÓN

a) Cuando no exista un sistema de alcantarillado pluvial y la red de aguas residuales no haya sido diseñada para recibir aguas de lluvias, no se permitirá descargar este tipo de aguas a la red de aguas residuales. Estas deberán disponerse al sistema de drenaje o áreas verdes existentes.

b) Los receptores de agua de lluvia estarán provistos de rejillas de protección contra el arrastre de hojas, papeles, basura y similares. El área total libre de las rejillas, será por lo menos dos veces el área del conducto de elevación.

c) Los diámetros de las montantes y los ramales de colectores para aguas de lluvia estarán en función del área servida y de la intensidad de la lluvia.

d) Los diámetros de las canaletas semicirculares se calcularán tomando en cuenta el área servida, intensidad de lluvia y pendiente de la canaleta.

e) La influencia que puedan tener las aguas de lluvias en las cimentaciones deberán preverse realizando las obras de drenaje necesarias.

f) La capacidad de las bombas de las cámaras de bombeo se calculará teniendo en cuenta la máxima intensidad de lluvia registrada, de los últimos años.

7.2. ALMACENAMIENTO Y ELEVACIÓN

El volumen de almacenamiento estará de acuerdo a la intensidad y frecuencia de lluvias. El sistema de elevación deberá considerar lo señalado en los artículos 22 y 23 de la presente Norma.

ANEXOS

ANEXO N° 1

UNIDADES DE GASTO PARA EL CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN LOS EDIFICIOS (APARATOS DE USO PRIVADO)

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

Para calcular tuberías de distribución que conduzcan agua fría solamente o agua fría más el gasto de agua a ser calentada, se usarán las cifras indicadas en la primera columna. Para calcular diámetros de tuberías que conduzcan agua fría o agua caliente a un aparato sanitario que requiera de ambas, se usarán las cifras indicadas en la segunda y tercera columna.

ANEXO N° 2

UNIDADES DE GASTO PARA EL CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN LOS EDIFICIOS (APARATOS DE USO PÚBLICO)

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

Para calcular tuberías de distribución que conduzcan agua fría solamente o agua fría más el gasto de agua a ser calentada, se usarán las cifras indicadas en la primera columna. Para calcular diámetros de tuberías que conduzcan agua fría o agua caliente a un aparato sanitario que requiera de ambas, se usarán las cifras indicadas en la segunda y tercera columna.

(*) Debe asumirse este número de unidades de gasto por cada salida.

ANEXO N° 3

GASTOS PROBABLES PARA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE HUNTER

N° de unidades	Gasto Probable		N° de unidades	Gasto Probable		N° de unidades	Gasto Probable
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula		
3	0,12	-	120	1,83	2,72	1100	8,27
4	0,16	-	130	1,91	2,80	1200	8,70
5	0,23	0,91	140	1,98	2,85	1300	9,15
6	0,25	0,94	150	2,06	2,95	1400	9,58
7	0,28	0,97	160	2,14	3,04	1500	9,99
8	0,29	1,00	170	2,22	3,12	1600	10,42
9	0,32	1,03	180	2,29	3,20	1700	10,85
10	0,43	1,08	190	2,37	3,25	1800	11,25
12	0,38	1,12	200	2,45	3,36	1900	11,71
14	0,42	1,17	210	2,53	3,44	2000	12,14
16	0,46	1,22	220	2,60	3,51	2100	12,57
18	0,50	1,27	230	2,65	3,58	2200	13,00
20	0,54	1,33	240	2,75	3,65	2300	13,42
22	0,58	1,37	250	2,84	3,71	2400	13,88
24	0,61	1,42	260	2,91	3,79	2500	14,29
26	0,67	1,45	270	2,99	3,87	2600	14,71
28	0,71	1,51	280	3,07	3,94	2700	15,12
30	0,75	1,55	290	3,15	4,04	2800	15,53
32	0,79	1,59	300	3,22	4,12	2900	15,97
34	0,82	1,63	320	3,37	4,24	3000	16,20
36	0,85	1,67	340	3,52	4,35	3100	16,51
38	0,88	1,70	360	3,67	4,46	3200	17,23
40	0,91	1,74	380	3,83	4,60	3300	17,85
42	0,95	1,78	400	3,97	4,72	3400	18,07
44	1,00	1,82	420	4,12	4,84	3500	18,40
46	1,03	1,84	440	4,27	4,96	3600	18,91

N° de unidades	Gasto Tanque	Probable Válvula	N° de unidades	Gasto Tanque	Probable Válvula	N° de unidades	Gasto Probable
48	1,09	1,92	480	4,42	5,08	3700	19,23
50	1,13	1,97	480	4,57	5,20	3800	19,75
55	1,19	2,04	500	4,71	5,31	3900	20,17
60	1,25	2,11	550	5,02	5,57	4000	20,50
65	1,31	2,17	600	5,34	5,83		
70	1,36	2,23	650	5,65	6,09		
75	1,41	2,29	700	5,96	6,35		
80	1,45	2,35	750	6,20	6,61		
85	1,50	2,40	800	6,60	6,84		
90	1,56	2,45	850	6,91	7,11		
95	1,62	2,50	900	7,22	7,36		
100	1,67	2,55	950	7,53	7,61		
110	1,75	2,60	1000	7,84	7,85		

PARA EL NÚMERO DE UNIDADES DE ESTA COLUMNA ES INDIFERENTE QUE LOS APARATOS SEAN DE TANQUE O DE VÁLVULA

Tipos de aparatos	Diámetro mínimo de la trampa(mm)	Unidades de descarga
Urinario de pared.	40 (1 1/2")	4
Urinario de válvula automática y semiautomática.	75 (3")	8
Urinario de válvula automática y semiautomática de descarga reducida.	75 (3")	4
Urinario corrido.	75 (3")	4
Bebedero.	25 (1")	1-2
Sumidero	50 (2")	2

NOTA: Los gastos están dados en L/s y corresponden a un ajuste de la tabla original del Método de Hunter.

ANEXO N° 4

ESPACIAMIENTO MÁXIMO ENTRE SOPORTES EN METROS

Diámetro de la tubería	Pulg.	1/2"	3/4"	1"	1 1/2" a 2"	2 1/2" a 4"	Mayor a 4"
Acero.	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	4,50
Cobre.	1,80	2,40	2,40	3,00	3,60	4,00	4,00
PVC y similares.	1,50	2,00	2,00	2,50	3,00	3,50	3,50

ANEXO N° 5

DIÁMETROS DE LAS TUBERÍAS DE IMPULSIÓN EN FUNCIÓN DEL GASTO DE BOMBEO

Gasto de bombeo en L/s	Diámetro de la tubería de impulsión (mm)
Hasta 0,50	20 (3/4")
Hasta 1,00	25 (1")
Hasta 1,80	32 (1 1/4")
Hasta 3,00	40 (1 1/2")
Hasta 5,00	50 (2")
Hasta 8,00	65 (2 1/2")
Hasta 15,00	75 (3")
Hasta 25,00	100 (4")

ANEXO N° 6

UNIDADES DE DESCARGA

Tipos de aparatos	Diámetro mínimo de la trampa(mm)	Unidades de descarga
Inodoro (con tanque).	75 (3")	4
Inodoro (con tanque descarga reducida).	75 (3")	2
Inodoro (con válvula automática y semiautomática).	75 (3")	8
Inodoro (con válvula automática y semiautomática de descarga reducida).	75 (3")	4
Bidé.	40 (1 1/2")	3
Lavatorio.	32 - 40 (1 1/4" - 1 1/2")	1-2
Lavadero de cocina.	50 (2")	2
Lavadero con trituradora de desperdicios.	50 (2")	3
Lavadero de ropa.	40 (1 1/2")	2
Ducha privada.	50 (2")	2
Ducha pública.	50 (2")	3
Tina.	40 - 50 (1 1/2" - 2")	2-3

ANEXO N° 7
UNIDADES DE DESCARGA PARA APARATOS NO ESPECIFICADOS

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

Para los casos de aparatos con descarga continua se calculará a razón de una unidad por cada 0,03 L/s de gasto.

ANEXO N° 8

NÚMERO MÁXIMO DE UNIDADES DE DESCARGA QUE PUEDE SER CONECTADO A LOS CONDUCTOS HORIZONTALES DE DESAGÜE Y A LAS MONTANTES

Diámetro del tubo(mm)	Cualquier horizontal de desagüe (*)	Montantes de 3 pisos de altura	Montantes de más de 3 pisos	
			Total en la montante	Total por Piso
32 (1 1/4")	1	2	2	1
40 (1 1/2")	3	4	8	2
50 (2")	6	10	24	6
65 (2 1/2")	12	20	42	9
75 (3")	20	30	60	16
100 (4")	180	240	500	90
125 (5")	380	540	1100	200
150 (6")	620	980	1800	350
200 (8")	1400	2200	3800	800
250 (10")	2500	3800	5880	1000
300 (12")	3900	6000	8400	1500
375 (15")	7000	-	-	-

(*) No se incluye los ramales del colector del edificio.

ANEXO N° 9

NÚMERO MÁXIMO DE UNIDADES DE DESCARGA QUE PUEDE SER CONECTADO A LOS COLECTORES DEL EDIFICIO

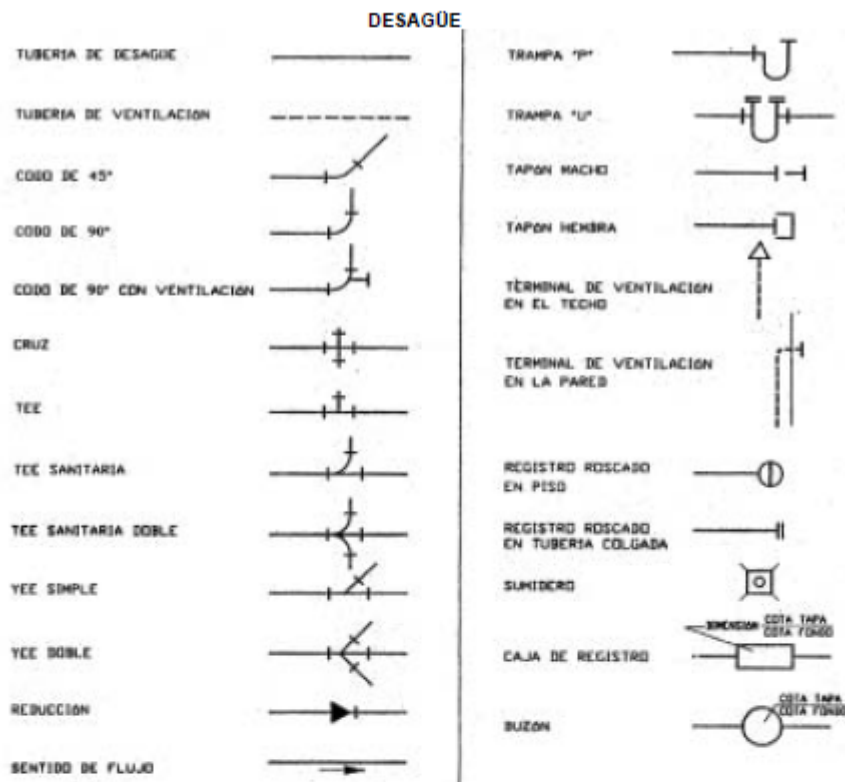
Diámetro del tubo(mm)	Pendiente		
	1%	2%	4%
50 (2")	-	21	26
65 (2 1/2")	-	24	31
75 (3")	20	27	36
100 (4")	180	218	250
125 (5")	390	480	575
150 (6")	700	840	1000
200 (8")	1800	1920	2300
250 (10")	2900	3500	4200
300 (12")	4800	5800	6700
375 (15")	8300	10000	12000

ANEXO 10
SIMBOLOGÍA
SÍMBOLOS GRÁFICOS

MEDIDOR DE AGUA		TAPON HEMBRA	
TUBERIA DE AGUA FRÍA		UNIÓN UNIVERSAL	
TUBERIA DE AGUA CALIENTE		UNIÓN CON BRIDAS	
TUBERIA DE RETORNO DE AGUA CALIENTE		UNIÓN FLEXIBLE	
TUBERIA DE AGUA CONTRA INCENDIO		UNIÓN O CONEXIÓN SIAMESA	
CRUCE DE TUBERIAS SIN CONEXIÓN		REDUCCIÓN	
CRUZ		VALVULA DE PASO (MACHO)	
CODO DE 90°		VALVULA DE COMPUERTA	
CODO DE 45°		VALVULA DE GLOBO	
CODO DE 90° SUBE		VALVULA DE RETENCIÓN (CHECO)	
CODO DE 90° BAJA		VALVULA DE FLOTADOR	
TEE		VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN	
TEE CON SUBIDA		GABINETE CONTRA INCENDIO	
TEE CON BAJADA		GRIFO DE RIEGO	
TAPON MACHO		ASPERSOR DE RIEGO	
		VALVULA REDUCTORA DE PRESIÓN	
		VALVULA DE ALIVIO	

Los símbolos gráficos, no incluidos en la Lámina N°1, deben indicarse en los planos del proyecto

SÍMBOLOS GRÁFICOS



Los símbolos gráficos, no incluidos en la lámina N°2, deben indicarse en los planos del proyecto

ANEXO 11

DEFINICIONES

- **Alimentación (tubería de).**- Tubería comprendida entre el medidor y la válvula de flotador en el depósito de almacenamiento, o el inicio de la red de distribución, en el caso de no existir depósito.
- **Alimentador.**- Tubería que abastece a los ramales.
- **Agua servida o desagüe.**- Agua que carece de potabilidad, proveniente del uso doméstico, industrial o similar.
- **Baño público.**- Establecimiento para el servicio de higiene personal.
- **Cisterna.**- Depósito de almacenamiento ubicado en la parte baja de una edificación.
- **Colector.**- Tubería horizontal de un sistema de desagüe que recibe la descarga de los ramales o montantes.
- **Conexión cruzada.**- Conexión física entre dos sistemas de tuberías, uno de los cuales contiene agua potable y el otro agua de calidad desconocida, donde el agua puede fluir de un sistema a otro.
- **Diámetro nominal.**- Medida que corresponde al diámetro exterior, mínimo de una tubería.
- **Gabinete contra incendio.**- Salida del sistema contra incendio, que consta de manguera, válvula y pitón.
- **Hidrante.**- Grifo contra incendio.
- **Impulsión (tubería).**- Tubería de descarga del equipo de bombeo.
- **Instalación exterior.**- Conjunto de elementos que conforman los sistemas de abastecimiento y distribución de agua, evacuación de desagües e instalaciones sanitarias especiales, ubicadas fuera de la edificación y que no pertenecen al sistema público.
- **Instalación interior.**- Conjunto de elementos que conforman los sistemas de abastecimiento y distribución de agua, evacuación de desagües, su ventilación, e instalaciones sanitarias especiales, ubicados dentro de la edificación.
- **Montante.**- Tubería vertical de un sistema de desagüe que recibe la descarga de los ramales.

- **Ramal de agua.**- Tubería comprendida entre el alimentador y la salida a los servicios.
- **Ramal de desagüe.**- Tubería comprendida entre la salida del servicio y el montante o colector.
- **Red de distribución.**- Sistema de tuberías compuesto por alimentadores y ramales.
- **Servicio sanitario.**- Ambiente que alberga uno o más aparatos sanitarios.
- **Sifonaje.**- Es la rotura o pérdida del sello hidráulico de la trampa (sifón), de un aparato sanitario, como resultado de la pérdida de agua contenida en ella.
- **Succión (tubería de).**- Tubería de ingreso al equipo de bombeo.
- **Tanque elevado.**- Depósito de almacenamiento de agua que da servicio por gravedad.

FE DE ERRATAS DS017-2012

479058

 **NORMAS LEGALES**

El Peruano
Lima, miércoles 21 de noviembre de 2012

FE DE ERRATAS

DECRETO SUPREMO N° 017-2012-VIVIENDA

Mediante Oficio N° 1049-2012-SCM-PR, la Secretaría del Consejo de Ministros solicita se publique Fe de Erratas del Decreto Supremo N° 017-2012-VIVIENDA, publicado en nuestra edición del día 9 de noviembre de 2012.

- En el literal c) del numeral 6.5 Ventilación de la Norma Técnica IS.010 "Instalaciones Sanitarias para Edificaciones";

DICE:

c) La distancia máxima entre la salida de un sello de agua y el tubo de ventilación correspondiente, según la siguiente Tabla:

Diámetro del conducto del desagüe	Distancia máxima entre el sello y el tubo de ventilación (m)
40 (1 1/2")	1,10
75 (2")	1,50
50 (3")	1,80
100 (4")	3,00

(...)

DEBE DECIR:

c) La distancia máxima entre la salida de un sello de agua y el tubo de ventilación correspondiente, según la siguiente Tabla:

Diámetro del conducto del desagüe	Distancia máxima entre el sello y el tubo de ventilación (m)
40 (1 1/2")	1,10
50 (2")	1,50
75 (3")	1,80
100 (4")	3,00

(...)

- En el literal l) del numeral 6.5 Ventilación de la Norma Técnica IS.010 "Instalaciones Sanitarias para Edificaciones";

DICE:

l) Se permitirá utilizar un tubo común de ventilación para servir dos aparatos sanitarios, en los casos que se señalan a continuación, siempre que el diámetro del tubo de ventilación y la distancia máxima cumplan con lo establecido en el inciso e) del presente artículo.

(...)

DEBE DECIR:

l) Se permitirá utilizar un tubo común de ventilación para servir dos aparatos sanitarios, en los casos que se señalan a continuación, siempre que el diámetro del tubo de ventilación y la distancia máxima cumplan con lo establecido en el inciso c) del presente artículo.

(...)

- En el literal m) del numeral 6.5 Ventilación de la Norma Técnica IS.010 "Instalaciones Sanitarias para Edificaciones";

DICE:

m) La prolongación de la montante o tubería de desagüe por encima del último ramal, podrá servir como único medio de ventilación para lavatorios y lavaderos siempre que cumpla con las distancias máximas establecidas en el inciso e) del presente artículo.

DEBE DECIR:

m) La prolongación de la montante o tubería de desagüe por encima del último ramal, podrá servir como único medio de ventilación para lavatorios y lavaderos siempre que cumpla con las distancias máximas establecidas en el inciso c) del presente artículo.

- En el literal h) del subtítulo Instalación de la Norma Técnica IS.010 "Instalaciones Sanitarias para Edificaciones";

DICE:

h) Para prevenir el sifonaje inducido en un ramal de lavabos, la Válvula de Admisión de Aire se instalará entre los dos lavabos más lejanos al respiradero.

DEBE DECIR:

h) Para prevenir el sifonaje inducido en un ramal de lavatorios, la Válvula de Admisión de Aire se instalará entre los dos lavatorios más lejanos al respiradero.

869151-1

MODIFICACIÓN 017-2012

478290

NORMAS LEGALES

El Peruano
Lima, viernes 9 de noviembre de 2012

NORMA TECNICA IS.010
INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICACIONES

Modificación del Numeral 6.5 "Ventilación" de la Norma Técnica IS.010 INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICACIONES del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE.

6.5. VENTILACIÓN.

El sistema de desagüe debe ser adecuadamente ventilado, de conformidad con los párrafos siguientes, a fin de mantener la presión atmosférica en todo momento y proteger el sello de agua de cada una de las unidades del sistema.

El sello de agua deberá ser protegido contra sifonaje, mediante el uso adecuado de ramales de ventilación, tubos auxiliares de ventilación, ventilación en conjunto, ventilación húmeda, Válvula de Admisión de Aire o una combinación de estos métodos.

En el caso de uso de ventilación por tuberías que permitan la salida o entrada de aire del exterior del edificio, se aplicarán los siguientes criterios:

a) Los tubos de ventilación deberán tener una pendiente uniforme no menor de 1% en forma tal que el agua que pudiere condensarse en ellos, escurra a un conducto de desagüe o montante.

b) Los tramos horizontales de la tubería de ventilación deberán quedar a una altura no menor de 0,15 m por encima de la línea de rebose del aparato sanitario más alto al cual ventilarán.

c) La distancia máxima entre la salida de un sello de agua y el tubo de ventilación correspondiente, según siguiente Tabla

Diámetro del conducto del desagüe	Distancia máxima entre el sello y el tubo de ventilación (m)
40 (1½")	1,10
75 (2")	1,50
50 (3")	1,80
100 (4")	3,00

Esta distancia se medirá a lo largo del conducto de desagüe, desde la salida del sello de agua hasta la entrada del tubo de ventilación.

d) Toda montante de desagüe deberá prolongarse al exterior, sin disminuir su diámetro. En el caso de que termine en una terraza accesible o utilizada para cualquier fin, se prolongará por encima del piso hasta una altura no menor de 1,80 m. Cuando la cubierta del edificio sea un techo o terraza inaccesible, la montante será prolongada por encima de este, 0,15 m como mínimo.

En caso de que la distancia entre la boca de una montante y una ventana, puerta u otra entrada de aire al edificio sea menor de 3 m horizontalmente, el extremo superior de la montante deberá quedar como mínimo a 0,60 m, por encima de la entrada del aire.

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

e) La tubería principal de ventilación se instalará vertical, sin quiebres en lo posible y sin disminuir su diámetro.

f) El extremo inferior del tubo principal de ventilación deberá ser conectado mediante un tubo auxiliar de ventilación a la montante de aguas residuales, por debajo del nivel de conexión del ramal de desagüe más bajo.

El extremo superior del tubo de ventilación se podrá conectar a la montante principal, a una altura no menor de 0,15 m por encima de la línea de rebose del aparato sanitario más alto.

g) En los edificios de gran altura se requerirá conectar la montante al tubo principal de ventilación por medio de tubos auxiliares de ventilación, a intervalos de 5 pisos, contados a partir del último piso hacia abajo.

h) El diámetro del tubo auxiliar de ventilación a que se refiere el numeral anterior, será igual al del tubo principal de ventilación. Las conexiones a este y la montante de aguas residuales deberán hacerse por medio de accesorio tipo «Y» en la forma siguiente:

- Las conexiones a la montante de aguas residuales se harán por debajo del ramal horizontal proveniente del piso correspondiente.

- Las conexiones al tubo de ventilación principal se harán a no menos de 1,0 m por encima del piso correspondiente.

i) El diámetro del tubo de ventilación principal se determinará tomando en cuenta su longitud total, el diámetro de la montante correspondiente y el total de unidades de descarga ventilada, según siguiente Tabla.

DIMENSIONES DE LOS TUBOS DE VENTILACIÓN PRINCIPAL

Diámetro de la montante (mm)	Unidades de descarga ventiladas	Diámetro requerido para el tubo de ventilación principal			
		2"	3"	4"	6"
		50(mm)	75(mm)	100(mm)	150(mm)
Longitud Máxima del Tubo en metros					
50 (2")	12	60,0	-	-	-
50 (2")	20	45,0	-	-	-
66 (2½")	10	-	-	-	-
75 (3")	10	30,0	180,0	-	-
75 (3")	30	18,0	150,0	-	-
75 (3")	60	15,0	120,0	-	-
100 (4")	100	11,0	78,0	90,0	-
100 (4")	200	9,0	75,0	270,0	-
100 (4")	500	6,0	54,0	210,0	-
203 (8")	600	-	-	15,0	150,0
203 (8")	1400	-	-	12,0	120,0
203 (8")	2200	-	-	9,0	105,0
203 (8")	3600	-	-	8,0	75,0
203 (8")	3600	-	-	8,0	75,0
254 (10")	1000	-	-	-	38,0
254 (10")	2500	-	-	-	30,0
254 (10")	3800	-	-	-	24,0
254 (10")	5600	-	-	-	18,0

j) Cuando una montante tenga en su recorrido un cambio de dirección de 45° o más con la vertical, será necesario ventilar los tramos de la montante que queden por encima y por debajo de dicho cambio. Estos tramos podrán ventilarse separadamente según lo especificado en el inciso i) del presente artículo, o bien se podrá ventilar por medio de tubos auxiliares de ventilación, uno para el tramo superior inmediatamente antes del cambio y otro para el tramo inferior. Cuando el cambio de dirección de la montante sea menor de 45° con la vertical, no se requerirá la ventilación auxiliar.

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

DIMENSIONES DE LOS TUBOS DE VENTILACIÓN EN CIRCUITO Y DE LOS RAMALES

TERMINALES DE LOS TUBOS DE VENTILACION

Diámetro de ramal horizontal de desagüe (mm)	Número máximo unidades de descarga	Diámetro del tubo de ventilación:		
		80 mm	75 mm	100 mm
		2"	3"	4"
Máxima longitud de tubo de ventilación (m)				
50 (2")	12	12,0	-	-
50 (2")	20	9,0	-	-
75 (3")	10	6,0	-	-
75 (3")	30	-	30,0	-
75 (3")	60	-	24,0	-
100 (4")	100	2,1	15,0	60,0
100 (4")	200	1,8	15,0	54,0
100 (4")	500	-	10,8	42,0

l) Se permitirá utilizar un tubo común de ventilación para servir dos aparatos sanitarios, en los casos que se señalan a continuación, siempre que el diámetro del tubo de ventilación y la distancia máxima cumplan con lo establecido en el inciso e) del presente artículo.

- Dos aparatos sanitarios tales como lavatorios, lavaderos de cocina o de ropa instaladas en el mismo piso y conectados al ramal de desagüe a un mismo nivel.

- Dos aparatos sanitarios ubicados en el mismo piso, pero conectados a la montante o ramal vertical de desagüe a diferentes niveles, siempre que el diámetro de dicho ramal o montante sea de un tamaño mayor que

el requerido por el aparato superior y no menor que el requerido por el aparato inferior.

m) La prolongación de la montante o tubería de desagüe por encima del último ramal, podrá servir como único medio de ventilación para lavatorios y lavaderos siempre que cumpla con las distancias máximas establecidas en el inciso e) del presente artículo.

n) Para el caso de ventilación común, para más de dos aparatos podrá usarse la ventilación en circuito, siempre que cumpla los requisitos establecidos en el presente artículo.

o) El diámetro del tubo de ventilación en circuito se calculará en función de su longitud y sobre la base del diámetro del ramal horizontal de desagüe, según la Tabla del inciso m).

Dicho diámetro no podrá ser menor que la mitad del diámetro del ramal horizontal de desagüe correspondiente y en ningún caso menor de 50 mm (2").

p) Es obligatorio instalar tubos auxiliares de ventilación en los siguientes casos:

- En la ventilación de la montante.
- En la ventilación en circuito.
- En todos aquellos otros casos en que sea necesario asegurar el buen funcionamiento del sistema.

- El diámetro mínimo del tubo auxiliar de ventilación será la mitad del diámetro del ramal de desagüe a que está conectado.

q) Aquellos aparatos sanitarios que no pueden ser ventilados de acuerdo a las distancias máximas establecidas en el inciso e) del presente artículo, tales como lavaderos y otros similares, deberán descargar en forma indirecta a un sumidero de piso, caja u otro dispositivo apropiadamente ventilado.

En el caso de uso de ventilación por Válvula de Admisión de Aire que permite la entrada de aire a las tuberías de desagüe del interior del edificio, se aplicarán los siguientes criterios:

OBJETO Y USO DE LA VÁLVULA DE ADMISIÓN DE AIRE:

a) El propósito de una Válvula de Admisión de Aire consiste en ofrecer un método que permita la entrada de aire al sistema de drenaje sin utilizar una ventilación abierta al aire exterior y evitar el escape de los gases del drenaje al interior del edificio.

b) La válvula cuenta con una sola vía y está diseñada para permitir la entrada de aire a la tubería de drenaje al desarrollarse presiones negativas. El dispositivo cierra por gravedad y sella la terminal de ventilación a una presión diferencial de cero (sin condiciones de flujo), así como bajo presiones internas positivas.

c) Está diseñada para resolver el sistema de ventilación primaria (de la bajante), secundaria (de los desagües) y terciaria (por aparato sanitario), sin necesidad de atravesar cubiertas, ni espacio adicional para tuberías de ventilación.

d) La Válvula de Admisión de Aire puede emplearse en edificaciones familiares, multifamiliares o comerciales.

INSTALACIÓN:

e) Está permitido que las ventilaciones individuales, derivadas y de circuito terminen con una conexión a una Válvula de Admisión de Aire.

f) Toda estructura en la que se instalen sistemas de ventilación debe contar con cuando menos una ventilación primaria al exterior. La ventilación de tubo principal debe correr tan directamente como sea posible del drenaje del edificio hasta el aire exterior.

g) La Válvula de Admisión de Aire solamente ventila elementos en la misma planta del edificio conectadas a un ramal horizontal, el cual deberá conectarse a la montante con un máximo de 4 salidas en edificaciones de hasta tres pisos de altura.

Para ramales con más de 4 salidas, se podrá hacer uso de una Válvula de Admisión de Aire siempre que se cuente con un "respiradero de ventilación auxiliar" según los siguientes casos:

- De 5 a 10 salidas: instalar un respiradero de ventilación auxiliar en un punto del desagüe adyacente a la montante, según lo indica el punto l. e)

- De 11 a 20 salidas: instalar un respiradero de ventilación auxiliar en un punto del desagüe adyacente a la montante y otro en el punto medio del sistema, según lo indica el punto l. e)

h) Para prevenir el sifonaje inducido en un ramal de lavabos, la Válvula de Admisión de Aire se instalará entre los dos lavabos más lejanos al respiradero.

i) La Válvula de Admisión de Aire debe colocarse dentro de la longitud desarrollada máxima permitida para la ventilación y debe colocarse cuando menos 10 cm por encima del ramal horizontal del drenaje, 15 cm por encima de cualquier material aislante y dentro de 15 grados de la vertical.

j) La capacidad máxima de la válvula no deberá exceder los siguientes límites según el tipo de sistema en el cual trabajen:

- Ventilación primaria y secundaria: 32 L/s a -250 Pa.
- Ventilación terciaria: 7,50 L/s a -250 Pa.

k) La Válvula de Admisión de Aire está hecha para instalarse en ambientes ventilados dentro de los confines de una construcción (bajo un lavabo, en un altillo, en los ductos de las instalaciones, en el falso techo o debajo de una rejilla empotrada) y no debe estar al exterior de la estructura.

l) El rango de temperaturas al que debe usarse la válvula está comprendido entre -40 o C y 60 o C.

m) La Válvula de Admisión de Aire debe quedar accesible para su inspección y servicio.