



## ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

### AGUAS RESIDUALES Y LA FACTIBILIDAD DE SU REUTILIZACIÓN EN EL EDIFICIO PARA OFICINAS “EL METROPOLITANO”

#### **Línea de investigación:**

#### **Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental del territorio**

Tesis para optar el grado académico de Doctor en Medio Ambiente y  
Desarrollo Sostenible

#### **Autor:**

Avila Llacsahuanga, Luis Alberto  
(ORCID: 0000-0003-2514-3078)

#### **Asesora:**

Esenarro Vargas, Doris  
(ORCID: 0000-0002-7186-9614)

#### **Jurado:**

Tafur Anzualdo, Vicenta Irene  
Jave Nakayo, Jorge Leonardo  
Ramos Vera, Juana Rosa

Lima - Perú

2023

## Reporte de Análisis de Similitud

Archivo:

[1A\\_AVILA\\_LLACSAHUANGA\\_LUIS\\_ALBERTO\\_DOCTORADO\\_2023.docx](#)

Fecha del Análisis:

8/02/2023

Analizado por:

Astete Llerena, Johnny Tomas

Correo del analista:

[jastete@unfv.edu.pe](mailto:jastete@unfv.edu.pe)

Porcentaje:

07 %

Título:

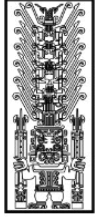
AGUAS RESIDUALES Y LA FACTIBILIDAD DE SU REUTILIZACIÓN EN EL EDIFICIO PARA OFICINAS "EL METROPOLITANO"

Enlace:

<https://secure.arkund.com/view/151033346-928877-741705#/>



DRA. MIRIAM LILIANA FLORES CORONADO  
JEFA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

**ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO**

AGUAS RESIDUALES Y LA FACTIBILIDAD DE SU REUTILIZACIÓN EN EL EDIFICIO  
PARA OFICINAS “EL METROPOLITANO”

Línea de investigación:

Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental del territorio

Tesis para optar el grado académico de

Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible

**Autor**

Avila Llacsahuanga, Luis Alberto

(ORCID: 0000-0003-2514-3078)

**Asesor**

Esenarro Vargas, Doris

(ORCID: 0000-0002-7186-9614)

**Jurado**

Tafur Anzualdo, Vicenta Irene

Jave Nakayo, Jorge Leonardo

Ramos Vera, Juana Rosa

Lima - Perú

2023

## **TÍTULO**

AGUAS RESIDUALES Y LA FACTIBILIDAD DE SU REUTILIZACIÓN EN EL EDIFICIO  
PARA OFICINAS “EL METROPOLITANO”

**AUTOR**

AVILA LLACSAHUANGA, LUIS ALBERTO

**ASESOR**

ESENARRO VARGAS, DORIS

Agradecimiento:

Agradezco a mi resiliencia, fortaleza y perseverancia, por haberme persuadido para culminar con éxito el presente proyecto de investigación.

Dedicatoria:

Todo lo bueno que logre en la vida, será siempre dedicado a quienes me la dieron, me criaron con amor y sembraron en mi cabeza la semilla de la superación, mis padres.

## ÍNDICE

<b>TÍTULO</b> .....	<b>2</b>
<b>AUTOR</b> .....	<b>3</b>
<b>ASESOR</b> .....	<b>3</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>6</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>11</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>12</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>13</b>
1.1.    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.2.    DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	16
1.3.    FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	17
<i>1.3.1. Problema General</i> .....	17
<i>1.3.2. Problemas Específicos</i> .....	17
1.4.    ANTECEDENTES.....	18
<i>1.4.1. Antecedentes Internacionales</i> .....	18
<i>1.4.2. Antecedentes Nacionales</i> .....	21
1.5.    JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	24
<i>1.5.1. Justificación teórica</i> .....	25
<i>1.5.2. Justificación práctica</i> .....	25
<i>1.5.3. Justificación metodológica</i> .....	26
<i>1.5.4. Importancia de la investigación</i> .....	27
1.6.    LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
1.7.    OBJETIVOS .....	28

1.7.1. <i>Objetivo General</i> .....	28
1.7.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	28
1.8. HIPÓTESIS .....	28
1.8.1. <i>Hipótesis General</i> .....	28
1.8.2. <i>Hipótesis Específicas</i> .....	29
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>30</b>
2.1. MARCO HISTÓRICO.....	30
2.2. BASES TEÓRICAS.....	31
2.2.1. <i>Aguas residuales</i> .....	31
2.2.2. <i>Clasificación de las aguas residuales</i> .....	31
2.2.3. <i>Propiedades de las aguas residuales</i> .....	32
2.2.4. <i>Reutilización de aguas residuales</i> .....	34
2.2.5. <i>Tecnologías existentes en el tratamiento de aguas residuales</i> .....	35
2.2.6. <i>Sistema de Tratamiento Inneco</i> .....	39
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS .....	42
<b>III. MÉTODO.....</b>	<b>44</b>
3.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	44
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	45
3.2.1. <i>Ubicación</i> .....	47
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	47
3.4. INSTRUMENTOS .....	49
3.5. PROCEDIMIENTO.....	49
3.6. ANÁLISIS DE DATOS.....	51
3.7. CONSIDERACIONES ÉTICAS .....	51
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>53</b>

4.1.	OBJETIVO ESPECÍFICO PRIMERO .....	55
4.1.1	<i>Características de los efluentes</i> .....	55
4.1.2	<i>Determinación de la oferta y la demanda</i> .....	56
4.1.3	<i>Determinación de las redes de desagüe y ventilación.</i> .....	60
4.2.	OBJETIVO ESPECIFICO SEGUNDO .....	61
4.2.1.	<i>Diseño de la red PTAR</i> .....	71
4.2.2.	<i>Diseño de Montantes</i> .....	74
4.2.3.	<i>Diseño del Sistema de Bombeo</i> .....	75
4.2.4.	<i>Diseño de la linea complementaria</i> .....	80
4.3.	OBJETIVO ESPECIFICO TERCERO .....	85
4.3.1.	<i>Cuantificación de metrados</i> .....	85
4.3.2.	<i>Análisis de Precios Unitarios</i> .....	86
4.3.3.	<i>Cálculo del presupuesto</i> .....	88
4.3.4.	<i>Análisis comparativo del consumo</i> .....	91
<b>V.</b>	<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>92</b>
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>96</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>98</b>
<b>VIII.</b>	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>99</b>
<b>IX.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>104</b>

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b>	Agua residual en Lima Metropolitana 2006-2015 .....	32
<b>Tabla 2</b>	Resultados de las muestras de aguas grises del edificio Protransporte.....	55
<b>Tabla 3</b>	Dotación de agua potable. ....	56
<b>Tabla 4</b>	Dotación desagüe. ....	57
<b>Tabla 5</b>	Conexión domiciliaria – alimentación a cisterna.....	57
<b>Tabla 6</b>	Máxima demanda simultánea.....	58
<b>Tabla 7</b>	Máxima demanda simultánea de los aparatos sanitarios a tratar. ....	59
<b>Tabla 8</b>	Datos de equipo.....	77
<b>Tabla 9</b>	Sistema de Tratamiento .....	77
<b>Tabla 10</b>	Presupuesto del Proyecto.....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Circuito para la reutilización aguas residuales (grises).....	35
<b>Figura 2</b>	Secuencia completa de tratamientos de aguas residuales domésticas.....	38
<b>Figura 3</b>	Aplicación de Productos en Desagüe Crudo.....	39
<b>Figura 4</b>	Productos Reaccionando.....	39
<b>Figura 5</b>	Reporte de análisis realizado por Sedapal.....	40
<b>Figura 6</b>	Ubicación del edificio “El Metropolitano”.....	47
<b>Figura 7</b>	Desarrollo Metodológico del Proyecto.....	53
<b>Figura 8</b>	Sistema de tratamiento de aguas residuales – instalaciones sanitarias (agua).....	71
<b>Figura 9</b>	Sistema de tratamiento de aguas residuales - instalaciones sanitarias (agua).....	72
<b>Figura 10</b>	Instalaciones sanitarias planta 4° sótano (desagüe).....	73
<b>Figura 11</b>	Instalaciones de las montantes de Instalaciones sanitarias planta 4° sótano (desagüe).....	74
<b>Figura 12</b>	Cámara para bomba desagüe / corte d-d – 4° Sótano.....	75
<b>Figura 13</b>	Corte C3 – C3.....	76
<b>Figura 14</b>	<i>Corte C2 – C2</i> .....	79
<b>Figura 15</b>	<i>Detalle de la red complementaria</i> .....	80
<b>Figura 16</b>	<i>Corte A – A de Cisterna</i> .....	80
<b>Figura 17</b>	<i>Detalles del Proyecto</i> .....	81
<b>Figura 18</b>	<i>Proceso de cálculo de análisis de precios unitarios</i> .....	87
<b>Figura 19</b>	<i>Recibo de agua del edificio “El Metropolitano”</i> .....	91

## RESUMEN

La presente investigación, tuvo como objetivo principal determinar la factibilidad de que las aguas residuales se reutilicen en un edificio para oficinas, desarrollándose para tal efecto una investigación del tipo aplicada, con alcance descriptivo y enfoque cuantitativo, que tiene como población edificios para oficinas del Centro de Lima y una muestra por conveniencia que decanta en el predio “El Metropolitano”; el desarrollo procura la utilización de las instalaciones preexistentes, la adecuación al espacio libre entre la cimentación y el empleo de un sistema de tratamiento de aguas residuales de 7.88m<sup>3</sup>, complementado con el empleo de dos electrobombas que trabajan a presión constante, velocidad variable, una capacidad individual de:  $Q = 1.80$  lps y  $HDT = 75$  m., además de una red de distribución que suministra agua tratada a cada inodoro seleccionado del edificio, de manera óptima. El proyecto concluye en que es factible reutilizar las aguas residuales de la edificación, debiéndose para ello, contar con una mini planta de tratamiento y un sistema de distribución con un equipo de bombeo de presión constante, emplazando toda la infraestructura requerida para la planta, dentro del espacio existente en el sótano de la edificación, aprovechando las instalaciones existentes y generando con ello una optimización del 25 % en ahorro de agua y un costo de implementación el cual asciende a S/. 395,615.39, aproximadamente, esto es, teniendo en cuenta los insumos y todos los componentes necesarios para su construcción.

Palabras clave: Aguas residuales, sistema de tratamiento, oferta y demanda hídrica, diseño de sistema de reutilización, costos, equipo de bombeo.

## ABSTRACT

The main objective of this research was to determine the feasibility of wastewater being reused in an office building, developing for this purpose an applied type of research, with a descriptive scope and quantitative approach, which has as its population office buildings of the Center from Lima and a convenience sample that decants in the “El Metropolitano” property; The development seeks the use of pre-existing facilities, the adaptation of the free space between the foundation and the use of a 7.88m<sup>3</sup> wastewater treatment system, complemented with the use of two electric pumps that work at constant pressure, variable speed, one individual capacity of:  $Q = 1.80$  lps and  $HDT = 75$  m., in addition to a distribution network that optimally supplies treated water to each selected toilet in the building. The project concludes that it is feasible to reuse the wastewater from the building, requiring a mini treatment plant and a distribution system with constant pressure pumping equipment, placing all the infrastructure required for the plant, within of the existing space in the basement of the building, taking advantage of the existing facilities and thereby generating an optimization of 25% in water savings and an implementation cost which amounts to S/. 395,615.39, approximately, that is, taking into account the supplies and all the components necessary for its construction.

Keywords: Wastewater, treatment system, water supply and demand, reuse system design, costs, pumping equipment.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, si bien los objetivos para el desarrollo sostenible son un patrón de diseño en los proyectos que se implementan a nivel mundial, (Agenda 2030, 2015), el reúso de las aguas residuales en edificaciones existentes se ve soslayado, entre otros aspectos, por la falta de espacio del predio en el que se pretende implementar, aunado a la antigüedad de la infraestructura y a supuestos costos de implementación elevados, aun cuando su aplicación procure un ahorro real de agua dulce, permitiendo que el recurso hídrico llegue a poblaciones que aún no tienen agua doméstica y genere, además de beneficios económicos, la mejora de la calidad de vida de las personas.

Consecuentemente, darle relevancia a la posibilidad de reutilizar las aguas residuales y cuantificar el desperdicio en volumen que se genera al direccionarlas al alcantarillado y no tratarlas previamente, es una labor que a través del presente trabajo se evidencia y que se convierte en el punto de partida para el desarrollo de una opción que, además de permitir el ahorro de agua potable en una edificación existente, en el saldo, logra un análisis favorable, que hace factible la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en una edificación existente, lo que a su vez significa, contribuir con un granito de arena con la preservación del recurso hídrico en la ciudad capital.

En ese sentido, la estructura de la presente investigación comprende el desarrollo de 8 Capítulos, elaborados de manera sistemática y de conformidad con el método científico, comenzando en el Capítulo I: el cual incluye la introducción, problema, objetivos, antecedentes, hipótesis, conclusiones, recomendaciones y demás información, hasta el capítulo VIII: en donde se detallan las referencias que se tomaron en la investigación, además de los anexos que complementan el estudio.

## 1.1. Planteamiento del Problema

Durante la última década del presente siglo, algunas ciudades en el mundo comenzaron a sufrir los estragos de la carencia de agua potable, muestra de ello, el Diario el País, en su artículo, la lección de la ciudad que estuvo por quedarse sin agua, Soler (2020), recordó a Ciudad del Cabo, metrópoli de Sudáfrica que proyectó al 22 de abril del 2018 como el “Día Cero”, en razón a que, ante la carencia de agua, el gobierno del referido país pronosticó a aquel día como el último en que se podría disponer del recurso hídrico, en función al volumen de reserva con el que se contaba; si bien la fecha se fue postergando, debido a la mejora de las condiciones climáticas que fueron incrementando las reservas, se hicieron necesarias medidas extremas para optimizar su abastecimiento.

En febrero de 2018 los habitantes de Ciudad del Cabo agonizaban por la falta de suministro. Tenían una restricción de 50 litros al día por persona - una ducha de cinco minutos consume unos 45 - (Soler, 2020). En ese sentido, como parte de las medidas tomadas por el municipio local, Soler, (2020) señaló lo siguiente: “subió el precio del agua y prohibió lavar coches y regar jardines. Pero por otra parte se las ingenió con creatividad: empapeló de carteles la ciudad en la que se mostraba el consumo medio de cada persona”; medidas que, si bien lograron paliar la escasez de agua, limitaron la realización de otras actividades, como la agricultura y sacrificaron la calidad de vida de sus habitantes.

Es así que la disponibilidad de agua potable para las ciudades, se convierte en una preocupación mundial, un problema que alcanza a todos los continentes y del que Latinoamérica no escapa, por ello Díaz, (2023) alertó que en Uruguay los ciudadanos que habitan el sur de ese país, se encontraban consumiendo agua con un porcentaje elevado de salinidad; adicionalmente, la autora indicó que desde los primeros meses del 2023 el agua potable que se consumía en la ciudad de Montevideo y de la zona metropolitana (1,7 millones

de habitantes) tenía alterada su composición y sabor, debido principalmente al déficit hídrico que azotaba esa región aproximadamente desde hace tres años atrás.

En el ámbito local, la ciudad de Lima, por su ubicación geográfica, de las ciudades asentadas sobre un desierto, es la segunda más grande, (Parodi, 2016), lo que de por sí la convierte en una urbe con alto riesgo de desabastecimiento hídrico, esto, aunado al incremento exponencial de su población, conforme lo manifiesta Correa et al (2021), en razón a que en 1990 Lima tenía aproximadamente 5.5 millones de habitantes, al 2021 la cifra se incrementó a 11 millones, siendo lo más preocupante que al 2030 la población sería aproximadamente 13.5 millones, surgiendo la pregunta, ¿dónde se ubicaran esas 2.5 millones de personas?; esto, aunado a la política centralista del estado, así como el copamiento de su desertificación, que le da prioridad a las habilitaciones urbanas, la convierten en una ciudad potencialmente vulnerable.

Al respecto, la Organización de las Naciones Unidas, organismo internacional al que Perú se suscribió de manera voluntaria, obligándose a cumplir todos sus acuerdos, en el capítulo referido a agua limpia y saneamiento, Agenda 2030 (2015), en el objetivo de desarrollo sostenible 6.3, establece que:

De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.

De manera complementaria, la Organización de las Naciones Unidas, dentro de los objetivos de desarrollo sostenible, en el numeral 6.a, Agenda 2030 (2015), sostiene lo siguiente:

De aquí a 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los

recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización.

En resumen, el estado peruano no solo tiene la obligación de dotar a la población de agua potable, tiene el compromiso a nivel institucional de enfocarse en las aguas residuales, establecer políticas que decanten en la implementación de medidas para la disminución de su volumen y en especial en un cambio de paradigma respecto a su aprovechamiento, siendo necesario repensar los métodos de captación y producción existentes en la actualidad, además de fomentar y regular la implementación de alternativas que permitan su reutilización.

## **1.2. Descripción del Problema**

Según el Informe Técnico “Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico”, elaborado por del Instituto Nacional de Estadística e Informática, (INEI) 2018, con información del ENAPRES (Encuesta Nacional de Programas Presupuestales) y la ENAHO (Encuesta Nacional de Hogares); en toda la provincia de Lima, el 81.1% de la población contaba con el abastecimiento diario de agua potable. Esto significa que de los 9 millones 320 mil habitantes que existían en el año 2018, según estimación del INEI, una población de aproximadamente 1'761,480 habitantes no contaba con el suministro de agua doméstica las 24 horas del día en sus hogares.

En ese contexto y teniendo en cuenta el 1.2 %, como tasa de incremento anual de la población para Lima, según el informe INEI - Perú: Crecimiento y distribución de la población, INEI (2017), para el año 2025 la población se estima aproximadamente en 11'977,120; consecuentemente, si el estado, la sociedad, la empresa privada y los investigadores no tomamos conciencia y replanteamos los protocolos existentes para preservar el agua, optimizar su uso y mejorar las condiciones de abastecimiento del servicio en la capital, para el año 2025 tendremos 2'263,675 habitantes sin agua dulce las 24 horas del día, lo cual traería como

consecuencia subdesarrollo, enfermedades, exclusión social, entre otros efectos negativos y, consecuentemente, una mala calidad de vida de la población afectada.

En ese sentido, se observó que en los predios para oficinas dedicados tanto a la administración pública, como a la actividad privada, el empleo de agua potable se limita a labores sanitarias básicas y a otras menos significativas, es decir, el agua potable es empleada en lavaderos de manos, urinarios, sanitarios y en actividades de menor consumo como kitchenettes, lavado de pisos, riego de macetas, entre otras, las cuales por las características físico - químicas de sus desagües y previo tratamiento, podrían ser empleadas en actividades que no necesiten el empleo de agua potable, como por ejemplo en inodoros, riego de jardines y actividades menores de limpieza, contribuyendo de esa manera con su preservación y favoreciendo el abastecimiento de agua dulce de las futuras generaciones.

### **1.3. Formulación del Problema**

Expuesta la realidad problemática, así como la descripción del problema, se detalla a continuación los problemas, principal y específicos.

#### ***1.3.1. Problema General***

¿En qué medida es factible que las aguas residuales se reutilicen en el edificio para oficinas “El Metropolitano”?

#### ***1.3.2. Problemas Específicos***

- ¿Cuáles son las características del recurso hídrico para su reutilización en el edificio para oficinas “El Metropolitano”?
- ¿Es viable diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales para su reutilización en el edificio de oficinas “El Metropolitano”?

- ¿Cuál es el costo de implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales para su reutilización en el edificio para oficinas “El Metropolitano”?

#### **1.4. Antecedentes**

Preservar el recurso hídrico de agua potable, para las futuras generaciones, no sólo debe ser un tema primordial para incorporar en la agenda de la ciudad Lima, muchas urbes en el mundo padecen y padecerán, en el mediano o en el largo plazo, desabastecimiento de agua dulce, afectando con ello el desarrollo de sus actividades diarias, así como también, su calidad de vida. En ese sentido, múltiples investigaciones han enfocado su esfuerzo en propuestas que mitiguen los efectos del desabastecimiento de agua, existiendo dentro de las muchas alternativas la posibilidad de reutilizar las aguas residuales en distintos tipos de edificaciones (previo tratamiento), con resultados auspiciosos y esperanzadores, algunos de los cuales se citan seguidamente.

##### ***1.4.1. Antecedentes Internacionales***

**Baquero** (2013). Desarrolló una investigación en el Ecuador, que tuvo como objetivo una propuesta para reutilizar aguas poco contaminadas, con el propósito de emplearlas en actividades domésticas que no necesitan el empleo exclusivo de agua potable, generando con ello el ahorro del recurso hídrico y un mejor aprovechamiento de su consumo. La investigación, evaluó la problemática del agua potable y su incidencia en el abastecimiento a las actuales edificaciones. Asimismo, analizó, la problemática relacionada con el consumo real del recurso hídrico, en función de las características del entorno, propuso un sistema de reutilización de las denominadas aguas grises (fluidos que provienen de lavados, duchas, aguas de lavadoras) y, por último, lo anteriormente descrito lo aplicó en el anteproyecto de dos edificios multifamiliares con una capacidad de 348 habitantes, lo que, por ser de una gran magnitud,

generó una mayor capacidad de reutilización, a diferencia de lo que se produciría en un edificio unifamiliar.

**Lillo (2007).** Realizó un proyecto en el que evaluó la forma de cómo reutilizar las aguas grises, así como las aguas de las precipitaciones pluviales, todas ellas en un edificio de la ciudad de Reus (Tarragona), considerando como documento normativo una ordenanza municipal de la ciudad de Barcelona, la cual considera normas CTE, SH4 y SH5 (normas locales), para el cálculo y dimensionamiento de cada una de las instalaciones. El proyecto consideró la captación de las aguas grises provenientes de las áreas de lavados y lavaderos además de las aguas provenientes de las duchas, para ser empleadas en el mantenimiento de los inodoros, urinarios y actividades de limpieza; por la magnitud de la edificación, el proyecto contempló dos zonas destinadas a la captación de las aguas grises, los cálculos de la oferta de estas aguas se realizaron teniendo en cuenta el consumo promedio por habitante y las normativas correspondientes. En lo referido a la captación de aguas de lluvias, se realizó un estudio pluviométrico dentro de toda la dimensión de la edificación. Con toda la oferta, se determinó el volumen de agua que se podía reutilizar, así como el porcentaje de ahorro, siendo esta última una magnitud bastante generosa.

**Bermejo (2012).** Realizó una investigación en la ciudad de Alicante, España, que tuvo como objeto analizar el estado actual en materia de reutilización de aguas domésticas, así como el estudio y la evaluación de las acciones actuales para la implementación de métodos convencionales de tratamiento y recuperación de aguas residuales, aplicadas a pequeñas escalas, como lo son las redes domésticas y locales; el autor realizó un análisis de alternativas de carácter sustentable para el reúso de aguas residuales empleando técnicas de un bajo costo económico, consumo energético y amigables con el medio ambiente. Por otro lado, planteó que hay situaciones en donde se puede construir un sistema de redes separadas, es decir, además de las clásicas redes de abastecimiento y saneamiento, una red destinada a la alimentación de

aguas residuales para actividades que no demanden necesariamente el uso de agua potable o con determinadas características de pureza.

**Kestler (2004).** Investigó en Guatemala, alternativas para la reducción del consumo de aguas domésticas por intermedio del empleo de aguas de carácter residual, cumpliendo estrictas condiciones sanitarias y con un alto nivel de cumplimiento. El autor propuso que además de emplear todos los recursos que la tecnología procura para la disminución del uso del agua ya sea en las actividades de la industria, en los comercios o en los hogares, es necesario plantear propuestas que permitan el buen empleo hídrico de agua potable en las ciudades; es decir, que se reutilice el agua, que por su utilización será convertida en agua residual y desechada, la mayor cantidad de veces posible a través de distintas formas de tratamientos que existan y que se apliquen de manera adecuada; en ese sentido, el autor concluye que en la práctica, el acto de construir edificaciones o incrementar las áreas para las viviendas, incide en el impacto en el medio ambiente ya sea con el empleo del agua potable o la necesidad generada por los nuevos asentamientos, consecuentemente, su propuesta promueve el crecimiento sostenible de las ciudades generando un menor impacto negativo y contribuyendo en crear un desarrollo sostenible para que las futuras generaciones no sufran con el agotamiento del recurso hídrico, regulando su consumo y disposición desde la actualidad.

**Llanos (2012).** Desarrolló una propuesta metodológica con el objetivo de poder determinar la factibilidad económica para que, en los nuevos desarrollos habitacionales, se incluyan instalaciones que posibiliten la reutilización de agua pluvial y aguas grises, previamente tratadas; la metodología, se aplicó en una unidad habitacional con 36 viviendas ubicadas en el lado sur de la Ciudad de México. El proyecto conceptualizó la idea de que las aguas que provienen de lavanderías, duchas y lavaderos, con presencia de jabón y elementos empleados en la limpieza diaria y aseo personal, previo tratamiento, podrían ser empleados en

actividades diarias como la limpieza de inodoros, con lo que el empleo del agua potable se podría reducir hasta en un 30 %. Asimismo, el proyecto consideró el empleo del agua proveniente de las precipitaciones pluviales, las cuales contribuyen adicionalmente con la demanda final de disposición, llegando a determinar a través del cálculo hidráulico la capacidad de las instalaciones y los equipos necesarios, para tal efecto, se tomó en cuenta equipos tecnológicos existentes en el mercado local, elaborando con esa data la evaluación económica de la propuesta final.

#### ***1.4.2. Antecedentes Nacionales***

**Arocutipa** (2013). Elaboró un proyecto que tuvo como objetivo determinar el nivel de influencia de los parámetros químicos, físicos y de naturaleza biológica, en la calidad final de las aguas de naturaleza residual de una laguna de estabilización, planteando una propuesta técnica para la implementación de una pequeña planta de tratamiento con el propósito de reducir los niveles de contaminación causados por las descargas de las aguas vertidas directamente a lo que se conoce como cuerpo receptor. El proceso metodológico empleado consideró el desarrollo de evaluaciones, identificación y obtención de datos de muestreo en distintos puntos de la red, seguidamente, se procedió a trasladar y analizar en el laboratorio las propiedades físico - químicas y biológicas, teniendo como base lo establecido en el D.S.003-2010-MINAM. Al respecto, se obtuvieron resultados que indican un alto nivel de contaminación, llegando a superar los LMP en más del doble, lo cual significa que las aguas residuales contaminan y afectan la vida acuática del río Inambari. El autor concluyó en que, a pesar de los resultados negativos obtenidos, si era posible plantear una propuesta para la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales, no solo por un tema de aprovechamiento del agua potable, pues, existía la necesidad de mejorar la calidad de las aguas del río Inambari, afectadas por la disposición final de las aguas residuales que sin tratamiento previo se depositan sobre el río y perjudican la salud de su población.

**Gutiérrez** (2011). Elaboró un proyecto de investigación que tuvo como objetivo diseñar la totalidad de un sistema de tratamiento de aguas residuales, incluyendo aspectos como las características tecnológicas de los equipos, su distribución en planta, así como el dimensionamiento del espacio último de disposición, de conformidad con la normativa nacional y en proyección a su utilización en el riego de zonas recreacionales y ambientes con características ornamentales. El proyecto se desarrolló como parte del diseño de la infraestructura de un hotel y comprendió la captación y reutilización de las aguas residuales provenientes de la cocina del hotel, las zonas de lavandería, así como los efluentes provenientes de los baños. Es preciso resaltar que las aguas procedentes de la cocina, con alta presencia de residuos sólidos, fue tratada previamente con una trampa de grasa y una rejilla contenedora debidamente instaladas, con el propósito de disminuir la presencia de material orgánico y disminuir con ello el nivel de contaminación de las aguas residuales. Asimismo, tanto los efluentes provenientes de los baños como de las zonas de lavandería fueron captados, resultando en buena cuenta una composición de 99.95% de agua y aproximadamente 0.05% de material sólido, siendo un gran porcentaje de este componente materia orgánica.

**Loza** (2017). Desarrolló en Tacna una investigación que tuvo como objetivo el diseño de una vivienda multifamiliar que permita el máximo aprovechamiento del recurso hídrico existente, empleando para ello una alternativa que procure minimizar el gasto indiscriminado de agua potabilizada, en actividades que no sean de necesidad primaria y consecuentemente no requieran de un alto nivel de pureza; el autor, evaluó el máximo potencial que de manera natural contienen las aguas residuales por las propiedades que tienen, destacando el empleo de las denominadas aguas grises y resaltando la capacidad de su reutilización por la poca presencia de materia orgánica. Consecuentemente, su propuesta se centró en proponer una alternativa para reutilizar las aguas grises de un edificio de vivienda, como por ejemplo las provenientes de las zonas de lavado o lavadoras, las aguas de los lavaderos y las aguas provenientes de las

duchas, estas aguas, se tratan previamente y su producto es empleado en actividades de limpieza, un sistema de riego para los jardines de la edificación y en los inodoros, en los cuales no es indispensable el empleo de agua potable, concluyendo en que se logra recuperar hasta el 40% del agua potable consumida en todo el edificio, transformándose esto en un consecuente ahorro financiero para cada uno de los habitantes del edificio y lo más importante, colaborando con un granito de arena en la preservación del recurso hídrico para las futuras generaciones.

**Ortiz y Sánchez (2021).** En su proyecto de investigación desarrollado en la ciudad de Piura, tuvieron como objetivo una propuesta de diseño para la reutilización de aguas residuales de características domésticas en una vivienda multifamiliar de la ciudad de Sullana,; para tal efecto, los autores evaluaron el empleo de las aguas que provenían de las zonas de lavandería, las aguas de los lavamanos y las aguas residuales de las duchas, proyectándolas, previo tratamiento, para el empleo en actividades como limpieza del hogar, en las zonas de jardines y en especial en los inodoros de la vivienda. La evaluación incluyó la realización de una encuesta en la que se determinó que aproximadamente el 96% de la población local, estaba dispuesta a implementar un sistema que les permita el tratamiento y la reutilización de las denominadas aguas grises, con lo cual se podría obtener un ahorro de hasta 30% del consumo de agua y un beneficio económico por no consumo de 75.31 soles aproximadamente, lo cual ampliado a un año representaría un ahorro económico aproximado de 903.72. Asimismo, los autores consideraron que para la implementación de su propuesta se deberían seguir 4 pasos o etapas, las cuales son: recolección y almacenamiento; tratamiento de las aguas residuales; almacenamiento del agua que se haya tratado y por último su distribución. Finalmente, el diseño de su propuesta contempló la construcción de un tanque elevado, una cisterna, colocación de montantes, instalación de redes de distribución, instalación de electrobomba y un tanque para el almacenamiento de aguas residuales tratadas.

**Valera** (2017). Desarrolló en la ciudad de Lima, un proyecto de investigación que tuvo como objetivo evaluar el tratamiento y la reutilización de las aguas residuales provenientes de los servicios higiénicos de una vivienda multifamiliar. Para tal efecto el investigador procedió primeramente a tomar muestras para evaluar las características fisicoquímicas y también los aspectos de índole biológicos de las aguas provenientes de los servicios higiénicos, pero solo de las denominadas aguas grises, es decir, las que se desprenden del uso en duchas y en los lavaderos. Posteriormente, al análisis se realizó una propuesta de mejora de las aguas servidas obtenidas, teniendo en cuenta parámetros de investigación normativos de procedencia internacional, toda vez que las aguas grises, como tales, no se encuentran reguladas en la normativa nacional. Como resultado final, el investigador concluyó en que es viable la reducción del índice de contaminación de las aguas residuales obtenidas, así como el empleo en actividades que no demanden un elevado nivel de pureza, libre de elementos contaminantes, este efecto, produciría además de un ahorro en el recurso hídrico, destinando su reutilización a servicios higiénicos, un ahorro económico en el tiempo en cada uno de los habitantes del edificio de vivienda multifamiliar.

### **1.5. Justificación de la investigación**

En palabras de Hernández et al. (2010), la justificación o conveniencia de una investigación está supeditada a varias razones: siendo que a veces puede proporcionar alguna propuesta o solución de índole social, o quizá aporte en la construcción de nuevos conceptos teóricos, sin perder de vista que: los temas que para algunos investigadores son relevantes y ameritan una investigación, para otros no se justifican o no presentan una relevancia siquiera aceptable, difiriendo sobre lo que realmente debería ser investigando.

### ***1.5.1. Justificación teórica***

En la ciudad de Lima, la disposición final de las aguas residuales, así como la administración de la red de alcantarillado, está a cargo de SEDAPAL, entidad creada mediante Decreto Legislativo N° 150 el 12 de junio de 1981, con facultades específicas en aspectos de normatividad, planeamiento y programación, entre otras.

No obstante, a la fecha, su actuación no contempla la formulación de políticas, normativas técnicas o algún tipo de incentivo, para el aprovechamiento de las aguas residuales en las edificaciones inmobiliarias, sean estas para oficinas, viviendas o de uso comercial, las cuales se vienen construyendo de una manera exponencial en la ciudad de Lima desde hace varios años, incrementando el consumo del agua potable, así como la producción de aguas servidas, todas ellas discurridas a la red de alcantarillado sin la realización de ningún tratamiento previo.

Consecuentemente, el presente proyecto procura la formulación teórica de una propuesta de aprovechamiento de aguas residuales, a través de la implementación de un sistema de tratamiento de aguas, que propugna la innovación tecnológica para tratamiento de desagües con productos ecológicos de procedencia nacional, cuya presentación es en estado líquido y tienen la particularidad, entre otras virtudes, de eliminar coliformes y erradicar olores que no se logran en otras plantas de tratamiento, dejando el agua tratada en un estado óptimo para su reúso ya sea en inodoros, riego o alguna infraestructura ornamental.

### ***1.5.2. Justificación práctica***

La determinación de la posibilidad (factibilidad) de que las aguas residuales de una edificación existente, puedan ser reutilizadas en el mismo predio y en actividades como por ejemplo la atención de los aparatos sanitarios, requirió primeramente de la determinación de las características físico-químicas y biológicas del flujo residual, para seguir con el cálculo del

volumen hídrico de ingreso y de salida, el dimensionamiento de una red de alcantarillado en un ambiente consolidado y con falta de espacio, además de una disponibilidad limitada de área de trabajo en la parte baja, para el emplazamiento de una planta de tratamiento que permita mejorar las condiciones de las aguas residuales dejándolas aptas para su reutilización.

En ese sentido, el presente trabajo de investigación se justifica porque procuró un esquema de cálculo aplicado de manera secuencial en la determinación de cada uno de los parámetros, con excepción de las propiedades específicas del fluido residual, que se requirieron para determinar si es factible reusar aguas residuales en una edificación para oficinas, en condiciones de una edificación preexistente; tal es el caso del cálculo del volumen hídrico residual con el que se dispuso, el volumen adecuado para satisfacer las necesidades de los servicios a disponer, el volumen de producción de agua tratada, el dimensionamiento de la red empleada, distinguiéndola en diámetro, longitud y características del material, las dimensiones de la planta de tratamiento a implementar.

### ***1.5.3. Justificación metodológica***

La investigación desarrollada pretende ser una propuesta que sirva de aliciente a investigaciones de mayor alcance, que no solo cubran edificaciones para oficinas, siendo la visión a futuro, que su alcance llegue a edificaciones de vivienda multifamiliares, centros comerciales y cualquier infraestructura masiva, moderna.

Consecuentemente, el presente proyecto tiene la expectativa de que la propuesta de desarrollo metodológico proyectada, se convierta en una guía para que en el mediano plazo, en inmuebles para oficinas, dedicadas a la gestión administrativa tanto pública como privada, se reutilice el fluido hídrico que no adquirió un nivel elevado de contaminantes en su primer uso, ya sea de manera directa o con un tratamiento previo de purificación que emplee una innovación tecnológica para tratamiento de desagües con productos ecológicos de procedencia

nacional, contribuyendo de esa forma con un granito de arena con la conservación del agua dulce en la ciudad de Lima, lo que se traduce en que más ciudadanos, en un futuro, puedan tener acceso al agua potable.

#### ***1.5.4. Importancia de la investigación***

El estado peruano a través del ministerio de vivienda y en la ciudad de Lima, por intermedio de Sedapal, según Decreto Legislativo N° 150 el 12 de junio de 1981, es el encargado de dotar agua potable a la población; sin embargo, como ente rector, no ha sido capaz, aún, de fomentar un cambio de paradigma respecto a su aprovechamiento, ni de incentivar y regular la implementación de alternativas que permitan su reutilización, ya sea en edificaciones antiguas en general o en edificaciones multifamiliares recientes que, en su gran mayoría, se ejecutaron dentro del boom inmobiliario que se viene dando en la ciudad.

Al respecto, los lineamientos del presente trabajo se convierten en una guía para cualquier institución, privada o estatal, que de “motu proprio”, quiera apostar por la sostenibilidad e iniciar la cruzada de reutilizar sus aguas de un uso en sus proyectos inmobiliarios, siendo que, de extenderse su aplicación a todas las edificaciones, existentes y nuevas, permitirán un ahorro considerable de agua dulce en toda la ciudad de Lima.

#### **1.6. Limitaciones de la Investigación**

Considerando que la investigación tuvo como sede el edificio institucional del Instituto Metropolitano Protransporte de Lima, conocido comercialmente como “El Metropolitano”; las actividades se realizaron en plena coordinación con los funcionarios de la Institución teniendo todos los permisos y el apoyo respectivo. Por otro lado, la antigüedad de la edificación, la falta de planos actualizados de las redes de alimentación de agua y líneas de desagüe, presentaron dificultades para el levantamiento de información, elaboración de planos y proyección de la red alternativa, requiriéndose, para superar tales circunstancias, la realización de un

levantamiento de información general in situ de la infraestructura existente, además de una posterior labor de edición en gabinete empleando programas de cómputo como por ejemplo Excel y Autocad.

## **1.7. Objetivos**

Los objetivos de la presente investigación se detallan a continuación.

### **1.7.1. *Objetivo General***

Determinar la factibilidad de que las aguas residuales se reutilicen en el edificio para oficinas “El Metropolitano”.

### **1.7.2. *Objetivos Específicos***

- Determinar las características del recurso hídrico para su reutilización en el edificio para oficinas “El Metropolitano”.
- Diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales para su reutilización en el edificio de oficinas “El Metropolitano”.
- Determinar el costo de implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales para su reutilización en el edificio para oficinas “El Metropolitano”.

## **1.8. Hipótesis**

Las hipótesis de la presente investigación se detallan a continuación.

### **1.8.1. *Hipótesis General***

- Es factible que las aguas residuales se reutilicen en el edificio para oficinas “El Metropolitano”.

### ***1.8.2. Hipótesis Específicas***

- Las características del recurso hídrico permiten su reutilización en el edificio para oficinas “El Metropolitano”.
- El diseño un sistema de tratamiento de aguas residuales viabiliza su reutilización en el edificio de oficinas “El Metropolitano”
- El costo de implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales factibiliza su reutilización en el edificio para oficinas “El Metropolitano”.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Marco histórico

En la historia de la humanidad y alrededor del mundo, el ser humano ha realizado distintas acciones que le permitieran un máximo aprovechamiento del recurso hídrico, siendo su reutilización en múltiples actividades, uno de sus principales propósitos, aunque no siempre obtuvo buenos resultados; en ese contexto, teniendo en cuenta antecedentes históricos y considerando las citas de algunos artículos de investigación, la reutilización de aguas es una actividad que, según Asano y Levine (1996), podría haberse iniciado desde hace unos 3000 años atrás, dividiéndose inclusive en tres etapas, la primera: a la que llaman época inicial, se habría dado entre los años 3000 a.c. y 1850 d.c, posteriormente, una segunda etapa denominada, época de gran avance sanitario, se habría generado entre los años 1850 y 1950, finalmente, postulan que desde el año 1950 hasta la actualidad, la constituye la época de reutilización.

Con la llegada del sistema de alcantarillado, comenzó a darse un proceso de reutilización más tecnificado, conforme lo señala Serra (2007), quien manifiesta que, en los Estados Unidos, en especial en los estados de Arizona y California, las aguas residuales eran derivadas para fines agrícolas, llegando a desarrollarse distintas alternativas para que también estas aguas sean aprovechadas en el entorno urbano, acompañados de una propuesta normativa que regule su implementación. En la actualidad, en todo el mundo, se está tomando conciencia sobre la necesidad de una reutilización planificada del agua, transformándose este aspecto en un parámetro obligatorio en las especialidades de abastecimiento y alcantarillado de los proyectos en general, y que, de manera integrada, en las urbes que se aplican, procuran alternativas que promueven el máximo empleo y reutilización de las aguas residuales.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Aguas residuales**

Según la OEFA (2014), las aguas residuales vendrían a ser aquellas cuyas características físicas, químicas y/o biológicas originales fueron alteradas debido a un efecto antrópico, de tal manera que, por su calidad y nivel de contaminación que presentan, precisan de un tratamiento previo, antes de ser reutilizadas, trasladadas a un cuerpo natural de agua o dispuestas en el sistema de alcantarillado.

### **2.2.2. Clasificación de las aguas residuales**

**2.2.2.1. Aguas residuales industriales.** Son aquellas aguas que se obtienen como producto de haber realizado un determinado proceso productivo, pudiendo provenir inclusive aquellas aguas residuales que se emplearon en actividades vinculadas a la minería, a la actividad agrícola, en la industria energética, en actividades agroindustriales, entre otras. (OEFA, 2014).

**2.2.2.2. Aguas residuales municipales.** Son aquellas que forman parte del registro municipal y pueden estar mezcladas con aguas provenientes del drenaje pluvial o con aquellas aguas provenientes de actividades industriales que hayan sido tratadas previamente, con el propósito de ser admitidas y discurridas en el sistema de alcantarillado. (OEFA, 2014).

**2.2.2.3. Aguas residuales domésticas.** Son aquellas aguas que proceden de las zonas urbano-residenciales, además de aquellas dedicadas a actividades comerciales, contienen principalmente desechos de origen fisiológico, entre otros, que proviene principalmente de la actividad humana, y que necesariamente deben disponerse de manera adecuada. (OEFA 2014).

**Tabla 1***Agua residual en Lima Metropolitana 2006-2015*

Agua residual	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Total de aguas servidas tratadas</b>						
<b>Caudal (l/s)</b>	2 754	2 810	2 951	9 938	12 978	13 760
<b>Caudal (miles m<sup>3</sup>/día)</b>	238	242	256	566	1 121	1 188
<b>Volumen generado (miles m<sup>3</sup>/año)</b>	86 822	88 478	93 349	206 645	409 289	433 510
<b>Número de plantas en actividad</b>	17	19	20	22	21	21

Nota: Información de aguas residuales, tomado de INEI, 2016.

### 2.2.3. *Propiedades de las aguas residuales*

Las aguas residuales son aquellas que resultan del desarrollo de un proceso productivo, incluyéndose a las provenientes de la actividad minera, agrícola, energética, agroindustrial, entre otras. Las dimensiones biológicas, así como también, fisicoquímicas son características de los distintos tipos existentes de aguas; las propiedades, más determinantes, que permiten su diferenciación se mencionan a continuación:

**2.2.3.1. Físicas.** Dentro de las propiedades físicas, relevantes para el desarrollo del presente proyecto de investigación, se mencionan las siguientes:

**A.1 Dureza.** Es una propiedad que depende de los niveles de sales de Calcio (Ca) y magnesio (Mg), en donde también pueden influir las sales de fierro (Fe), manganeso (Mn) y aluminio (Al). La expresión de estos componentes es generalmente en carbonato de calcio, CaCO<sub>3</sub>. (Ericksson, 2002, p. 106).

**A.2 Turbiedad.** Es causada por materia suspendida y coloidal como arenas, arcilla, materias orgánicas e inorgánicas, etc. Principalmente proviene de la lavadora. Esta propiedad

visual de cada solución, la cual depende del tamaño, forma e índice de refracción de las partículas. (Friedler y Galil, 2003, p. 19)

**A.3 Sólidos.** La concentración de sólidos totales de las aguas grises se encuentra relacionada con las actividades desarrolladas en cada hogar y ello depende de la capacidad de consumo, el tipo de productos de aseo que emplean, así como de las posibles cargas de arena y fibras provenientes de los ciclos de lavado, afirma (Ericksson, 2002, pág. 106). También se incluyen Sólidos Suspendidos, que es la fracción de sólidos totales retenidos por un filtro de 2 (um), que corresponden a arcillas coloidales o partículas orgánicas, que no sedimentan fácilmente en un líquido, aumentando la turbiedad. (Friedler y Galil, 2003, p. 20).

**2.2.3.2. Químicas.** Dentro de las propiedades químicas relevantes para el desarrollo del presente proyecto de investigación, se mencionan las siguientes:

**B.1 pH.** Es la medida del grado de la acidez o alcalinidad de una solución, su rango va de 0 a 14, en donde el valor de 7 representa la neutralidad. Los valores debajo de 7 indican acidez y los encima de 7 indicaran su alcalinidad. Normalmente, las aguas naturales, tienen un pH entre 6.5 y 8.5. De esta manera, el pH influye en los procesos de desinfección y coagulación. (Friedler y Galil, 2003, p. 19).

**B.2 Alcalinidad.** Es la capacidad cuantitativa del agua para neutralizar ácidos. Es importante en la función de amortiguador del agua y tiene un rol importante en la eliminación de turbiedad en los procesos de coagulación-floculación. En este proceso se produce un consumo de alcalinidad y un descenso del pH, según (Sancha, 2002, p. 51).

**B.3 Cloruros (Cl).** Los cloruros son compuestos que llevan un átomo de cloro en estado de oxidación formal -1. Por lo tanto, corresponden al estado de oxidación más bajo de este

elemento ya que tiene completada la capa de valencia con ocho electrones. (Sancha, 2002, p. 50)

**2.2.3.3. Biológicas.** Dentro de las propiedades químicas relevantes para el desarrollo del presente proyecto de investigación, se mencionan las siguientes:

**C.1 Compuestos por materias grasas y aceites.** La presencia de grasas en el agua también puede provocar numerosos problemas. Uno de ellos es la interferencia en los procesos de coagulación, floculación y filtración” (Franco, 2012). Teniendo niveles más elevados si provienen de los lavaplatos.

**C.2 Coliformes fecales.** Son bacterias encontradas en el tracto intestinal de mamíferos, en la materia fecal. Su presencia en agua o lodo indica contaminación fecal, y posible presencia de patógenos. Esto es por el lavado de manos, limpieza de bebés, etc. (Ericksson, 2002, p. 106).

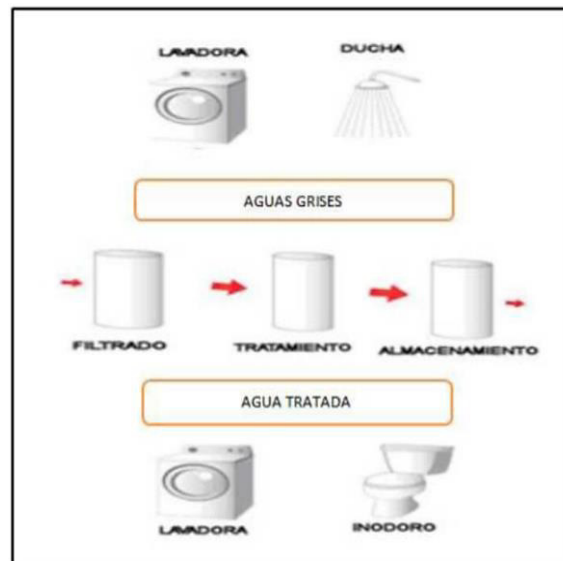
**C.3 Escherichia coli.** Es una Bacteria coliforme fecal encontrada en gran número en tracto gastro-intestinal y en las excretas de animales de sangre caliente. Su presencia en agua indica una reciente contaminación fecal. La mayoría son benignas, pero algunas patógenas causan severas gastroenteritis. (Ericksson, 2002, p. 106).

#### **2.2.4. Reutilización de aguas residuales**

Según la Asociación Nacional del Agua (ANA), el tratamiento de aguas residuales requiere de un sistema que permita de manera integrada un conjunto de procesos y operaciones de índole físico - químicas y también biológicas, con el propósito de depurar de manera sistemática las aguas que ya fueron empleadas en los que haceres domésticos, debiendo ser procesadas hasta alcanzar un nivel de calidad, del cual depende su posible aprovechamiento o su disposición final.

**Figura 1**

*Circuito para la reutilización aguas residuales (grises)*



Nota: Ruta de las aguas residuales, requerida para su tratamiento y disposición final. Tomado de Valera, (2017)

### **2.2.5. Tecnologías existentes en el tratamiento de aguas residuales**

A través de la propuesta “Oportunidades de mejoras ambientales por el tratamiento de aguas residuales en el Perú”, Fondo Nacional del Ambiente (2010), se realizó un trabajo en relación al tratamiento de aguas residuales domésticas, el proceso de autodepuración es inherente a los cuerpos de agua, ocurre gracias a la presencia de diversos microorganismos como bacterias y algas, que descomponen los desechos, metabolizándolos y transformándolos en sustancias simples tales como dióxido de carbono, nitrógeno, entre otros, además de ciertos microorganismos que absorben algunas sustancias inorgánicas.

Asimismo, según el Fondo Nacional del Ambiente (2010), para el diseño eficiente y económico de una planta de tratamiento de aguas residuales se requiere de un cuidadoso estudio basado en aspectos, tales como: el caudal (m<sup>3</sup>/seg), el uso final del producto final (agua tratada), el área disponible para la instalación, la viabilidad económica, características

meteorológicas (clima, precipitación); en tal sentido, teniendo en mente que la solución tecnológica más adecuada es aquella que optimiza la eficiencia técnica en la forma más simple y menos costosa, la tecnología debe hacer uso de los recursos humanos y materiales disponibles en el país. Asimismo, el proceso usual del tratamiento de aguas residuales domésticas puede clasificarse de la siguiente forma:

- Pretratamiento
- Tratamiento primario o físico
- Tratamiento secundario o biológico
- Tratamiento terciario que normalmente implica una cloración

**2.2.5.1. Pre-Tratamiento.** Esta etapa no afecta a la materia orgánica contenida en el agua residual. Se pretende con el pretratamiento la eliminación de materias gruesas, cuerpos gruesos y arenosos cuya presencia en el efluente perturbaría el tratamiento total y el funcionamiento eficiente de las maquinas, equipos e instalaciones de la estación depuradora.

En el pretratamiento, se efectúa un desbaste (rejas) para eliminar las sustancias de tamaño excesivo y un tamizado para eliminar las partículas en suspensión. Un desarenado, para eliminar arenas y sustancias sólidas en suspensión y un desengrasado para eliminar aceites presentes en el agua residual, así como elementos flotantes.

**2.2.5.2. Tratamiento Primario o Físico.** El tratamiento primario que recibe las aguas residuales consiste principalmente en la remoción de sólidos suspendidos floculantes, bien mediante sedimentación o floculación, en la neutralización de la acidez o alcalinidad excesivas y en la remoción de compuestos inorgánicos mediante precipitación química. En algunos casos se puede utilizar la coagulación como auxiliar del proceso de sedimentación. (Mamani, 2018).

**2.2.5.3. Tratamiento Secundario o Biológico.** Su finalidad es la reducción de la materia orgánica presente en las aguas residuales una vez superadas las fases de Pretratamiento y tratamiento primario. El tratamiento secundario o biológico ha sido diseñado, tomando como ejemplo el proceso biológico de autodepuración, anteriormente mencionado, que ocurre naturalmente. La aplicación de este método previene la contaminación de los cuerpos de agua antes de ser descargadas. En estos procesos, la materia orgánica biodegradable de las aguas residuales domésticas actúa como nutriente de una población bacteriana a la cual se le proporciona oxígeno y condiciones controladas, en resumen, el tratamiento biológico es por tanto una oxidación de la materia orgánica biodegradable con participación de bacterias que se ejecuta para acelerar un proceso natural y evitar posteriormente la presencia de contaminantes y la ausencia de oxígeno en los cuerpos de agua. (FONAM, 2010)

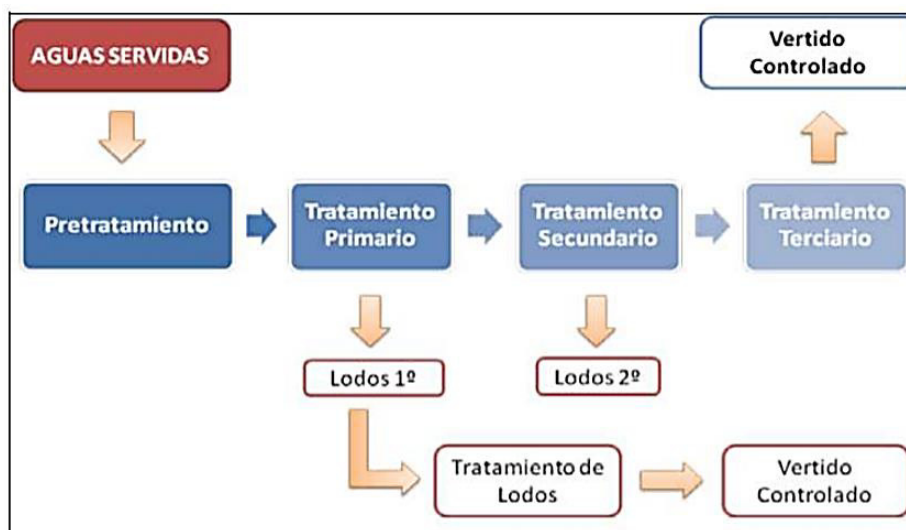
Para que sean efectivas “la transformación biológica y se haga de manera eficiente, deben existir condiciones adecuadas para el crecimiento bacteriano, considerando temperatura (30 - 40°C), oxígeno disuelto, pH adecuado (6,5 - 8,0), salinidad (menor a 3.000 ppm). En estos procesos, actúan como sustancias inhibitoras las sustancias tóxicas, como metales pesados Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb y otros, así como cianuros, fenoles y aceites, por este motivo es necesario evitar la presencia de estos” (FONAM, 2010).

La biomasa bacteriana puede estar soportada en un lecho fijo, como superficies inertes (rocas, escoria, material cerámico o plástico) o puede estar suspendida en el agua a tratar, siendo estos de lecho móvil o lecho fluidizado. En cada una de estas situaciones la concentración de oxígeno en el agua determina la existencia de bacterias aeróbicas, facultativas o aerobias. Los procesos aerobios con biomasa suspendida que más se aplican son los de lagunas aireadas y los de lodos activados que se describen a continuación. (FONAM, 2010):

**2.2.5.4. Tratamiento Terciario.** Los objetivos son eliminar la carga orgánica remanente de un tratamiento secundario, eliminar microorganismos patógenos, eliminar color y olor indeseables, remover detergentes, fosfatos y nitratos residuales, que ocasionan espuma y eutrofización respectivamente. La cloración es parte del tratamiento terciario o avanzado que se emplea para lograr un agua más pura, incluso hasta llegar a potabilizarla si se desea. En el tratamiento de aguas servidas, es importante tener en cuenta el manejo de los lodos provenientes de los tratamientos primario y secundario. Estos lodos, no tienen valor económico, pero sí ocasionan daños al medio ambiente. Para estabilizar estos lodos, es decir, destruir las bacterias patógenas y volverlos inocuos al medio ambiente, el lodo se concentra por sedimentación y coagulación-floculación durante el tratamiento secundario. Este lodo, así concentrado, se puede tratar con cal como bactericida y eliminar el agua mediante exposición al sol, filtros de arena, filtros al vacío o centrifuga. Sin embargo, estas técnicas poseen costos elevados y problemas técnicos. (FONAM, 2010).

**Figura 2**

*Secuencia completa de tratamientos de aguas residuales domésticas*



Nota: Diagrama para la recolección de aguas residuales, fuente: FONAM (2010)

### 2.2.6. Sistema de Tratamiento Innateco

El Sistema Innateco es una innovación tecnológica para tratamiento de desagües presenta productos bioenzimáticos (ecológicos) de procedencia nacional, cuya presentación son en líquido y tienen la particularidad de eliminar coliformes, reducir la DBO y, además, eliminar los olores que no se logra en otras plantas de tratamiento dejándolo óptimo para su reúso en regadío, inodoros y juegos ornamentales. (Innateco, 2021).

#### Figura 3

##### *Aplicación de Productos en Desagüe Crudo*



Nota: Prueba de campo, tomada de Procesos de Tratamiento por Innateco

#### Figura 4

##### *Productos Reaccionando*





Nota: Proceso de mezcla y decantación, Tomada de Procesos de Tratamiento por Innateco

Por la reacción inmediata para su reúso, se necesitan áreas pequeñas para la construcción de nuestras PTAR en comparación de otras alternativas.

El proceso de desarrollo e investigación Innteco, se oferta en el país desde el año 2006, fecha en que lograron obtener la certificación de eficiencia de SEDAPAL (ver figura 6). El primer producto utilizado para el tratamiento y recuperación de aguas residuales (domésticas, industriales y municipales) denominado DAC-1 significa: Desinfectante de Aguas Contaminadas N° 1.

### Figura 5

#### Reporte de análisis realizado por Sedapal

sedapal					
Laboratorio Ptar Carapongo					
REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO					
Solicitante	:	CORPORACION ARTEMAR S.A.C			
Domicilio Legal	:	Parque Colmenares 248 - Dpto 301- Lima			
Producto a probar	:	DAC-1 Artemar - Desinfectante Bioquímico.			
Muestra	:	Agua Residual (Desague crudo)			
Punto de muestreo	:	Ingreso de Planta PTAR Carapongo			
Cantidad de muestra	:	4 muestras : 500 mL.			
Característica	:	El cliente indicó la cantidad del producto a dosificar en las muestras, con un período de contacto de 10 minutos			
Fecha de análisis	:	23/01/2006			
<b>Análisis Microbiológico :</b>					
N°	Cantidad de muestra	Cantidad de producto DAC-1	Coliformes Totales NMP/100mL	Coliformes Termotolerantes NMP/100mL	Límite de Detección
M 1	500 mL	2mL	160000	160000	<2
M 2	500 mL	3 mL	1100	1100	<2
M 3	500 mL	6 mL	<2	<2	<2
M 4	500 mL	Sin Producto	50000000	50000000	<2
Muestra M4 : muestra de desague crudo sin aplicación del Producto DAC-1					
Métodos : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 1999, 20th edición (métodos: 9221 B y 9921E).					
 Sr. Segundo Marín Márufo F. Laboratorio Ptar Carapongo			 Sr. César García Mlogolón Técnico Analista Area Microbiología		

Nota: Se muestran los resultados microbiológicos luego de la aplicación de la aplicación del DAC-1, Tomada de Procesos de Tratamiento por Innteco, 2021.

**2.2.6.1. Ventajas.** La operación es automatizada y en comparación con los sistemas de tratamiento convencional, presenta las siguientes ventajas:

- La infraestructura no requiere de áreas o espacios considerables para su construcción y buen funcionamiento.
- La presencia de olores es nula, lo cual no origina como otros sistemas problemas de impacto ambiental en los lugares aledaños.
- El sistema cuenta con una infraestructura mínima tales como cámara rompen presión, tanque de homogenización y cisternas de almacenamiento.

### **2.2.6.2. Componentes**

**A.1 Cámara Rompe Presión.** Tiene la función de eliminar la presión con que llega a la PTAR el desagüe (agua residual) para poder trabajar el flujo total en función a los caudales de tratamiento.

Esta infraestructura presenta rebose que sirve para separar el material flotante del agua gris almacenada.

**A.2 Punto de dosificación.** Es el lugar destinado a inyectar automáticamente las dosificaciones proyectadas del DAC-1 y ART-12. Este procedimiento se aplica a la salida de la cámara rompe presión.

Está compuesto por equipos de dosificación de productos biodegradables DAC-1 y ART-12 y equipos de filtración además de tuberías de PVC, válvulas de control entre otros. El sistema de dosificación presenta certificaciones ISO90001.

**A.3 Tanque de Homogenización.** Se emplea para los procesos de floculación y sedimentación en el tratamiento del agua gris. Presenta un sistema de evacuación cuyo control de nivel se encuentra en la Cisterna de Agua Tratada.

**A.4 Sistema de Filtración.** El sistema de filtración (filtros multimedia y de carbón activado) “tiene por finalidad retener los sedimentos suspendidos en el agua a tratar, como arenilla, arcilla” (Innteco, 2021).

**A.5 Cisterna de agua tratada.** Tiene como objetivo recolectar el agua sedimentada y filtrada denominada Agua Tratada. Desde esta cisterna se impulsa el agua tratada para reutilización y el uso de inodoros.

**A.6 Sistema de desagüe.** La PTAR presenta lo siguiente:

- Sistema de Rebose Exterior de la Cámara Rompe Presión y Tanque De Homogenización.
- Sistema de Rebose Exterior de la Cisterna de Agua Tratada.
- Sistema de Limpieza (vaciado) de la Cámara Rompe Presión, Tanque De Homogenización y Cisterna de Agua Tratada.
- Sistema de Retrolavado de Filtros.

Los lodos se evacuan diariamente y no presentan contaminación a razón que la reacción de nuestros productos las inestabiliza presentándose como inertes ante el contacto con el ambiente.

**A.7 Caseta de máquinas.**

La PTAR presenta los siguientes equipos (procesos):

- Equipamiento para dosificación.
- Equipamiento para filtración.
- Equipamiento para evacuación de agua tratada.

### 2.3. Definición de términos

- **Aguas residuales:** Son aquellas aguas que fueron empleadas de manera primigenia por el ser humano y que su disposición final no es apta para el consumo humano, por haberse contaminado sus características originales.
- **Agua potable:** Recurso hídrico apto para el consumo de los seres humanos, es decir, agua que sirve para uso doméstico ya sea, preparar alimentos, bebida, higiene personal, etc.

- **Contaminación:** Es la presencia excesiva en el agua de elementos fisicoquímicos y también biológicos, que por su cantidad perjudican al ser humano y el medio ambiente.
- **Edificio de oficinas:** Infraestructura de múltiples niveles, destinada al desarrollo de actividades de índole técnico – administrativo, con una mínima presencia de residuos orgánicos en sus aguas residuales.
- **Factibilidad:** Se refiere a la posibilidad o viabilidad de que las aguas residuales generadas en el edificio el Metropolitano, puedan ser reutilizadas en sus propias instalaciones, lo cual dependerá de las características (físico - químicas y biológicas), de las aguas residuales, el planteamiento de un sistema de reutilización (emplazado dentro de las instalaciones existentes), y el costo que demandaría la implementación del sistema propuesto.
- **Impacto económico:** Es la incidencia que produce una actividad en la economía ya sea local o de una región.
- **Límite Máximo Permisible:** Es el máximo contenido permisible de elementos característicos del agua, que por sus características fisicoquímicas y también biológicas, significan un parámetro máximo, que de exceder, son perjudiciales para el ser humano y el medio ambiente.
- **Medioambiente:** Conjunto de elementos de procedencia natural, sean vivos o inertes, inmersos dentro del entorno del ser humano, que inciden en su desarrollo.
- **Reutilización:** Procedimiento mediante el que se emplean aguas residuales previamente tratadas, en actividades secundarias a las vinculadas de manera directa con el consumo humano.

### III. MÉTODO

#### 3.1. Metodología de investigación

Según Hernández et al. (2010), el enfoque cuantitativo de una investigación “parte de una idea, que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables”; consecuentemente, la presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que los resultados están representados numéricamente con porcentajes, indicadores, mediciones de consumo de agua y costos proyectados para realizar el tratamiento de las aguas residuales.

Asimismo, cuando el alcance es descriptivo, Hernández et al. (2010), indican que “el investigador debe ser capaz de definir, o al menos visualizar, qué se medirá (qué conceptos, variables, componentes, etc.) y sobre qué o quiénes se recolectan los datos (personas, grupos, comunidades, objetos, animales, hechos, etc.),” consecuentemente, el presente trabajo comprende aplicar el conocimiento sobre el comportamiento de las propiedades físico - químicas y también biológicas de las aguas residuales, con el propósito de determinar sus características y proponer alternativas para su reutilización, correspondiéndole un alcance descriptivo.

Por otro lado, en cuanto al tipo de investigación, Hernández et al. (2010), señalan que “tal clase de investigación cumple dos propósitos fundamentales: a) producir conocimiento y teorías (investigación básica) y b) resolver problemas (investigación aplicada)”, consecuentemente, la presente investigación es del tipo aplicada, en razón a que se pretende encontrar estrategias o mecanismos que coadyuven a resolver el problema del aprovechamiento de las denominadas aguas residuales, dentro de un ámbito específico y delimitado, en virtud a que no se contempla el análisis de un amplio contexto de situaciones.

### 3.2. Población y muestra

La población se extiende a los edificios de oficinas de la Municipalidad de Lima, sin embargo, se ha determinado la muestra de la investigación, según los siguientes criterios:

#### Criterios de inclusión:

- Edificaciones ubicadas en el “Centro Histórico de Lima”.
- Edificaciones propias de la “Municipalidad Metropolitana de Lima”.
- Edificaciones empleadas para la realización de labores de oficinas.
- Edificaciones de más de tres niveles o que requieran bombeo de agua para su operatividad.

#### Criterios de exclusión:

- Todas las edificaciones que tengan uso comercial, vinculadas con el expendio de alimentos o productos panllevar.
- Edificaciones no administradas por la Municipalidad Metropolitana de Lima, bajo “Cesión en Uso” o alquiladas.

Consecuentemente, teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión, se tiene que las edificaciones administradas por la Municipalidad Metropolitana de Lima son un total de 16, de las cuales 9 se encuentran en el “Centro Histórico de Lima” y solo una, el edificio de Protransporte con sus 17 niveles, cumple con los criterios anteriormente expuestos.

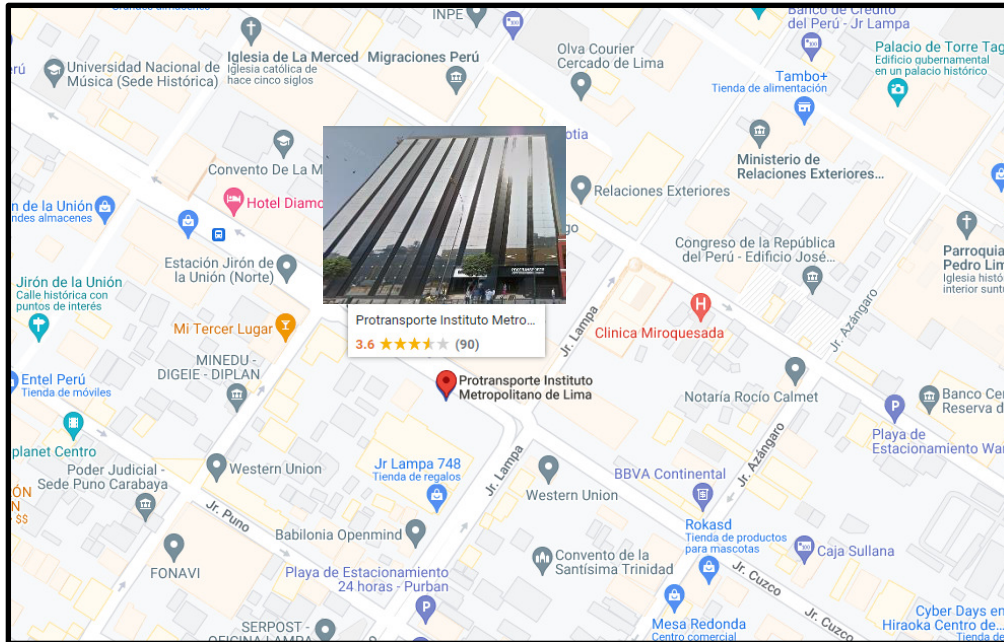
En ese sentido, la muestra corresponde al edificio para oficinas “El Metropolitano”.

<b>LOCALES DE LA MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Dirección</b>	<b>Nivel</b>	<b>Características</b>
Mercado Municipal “Gran Mariscal Ramón Castilla”	Jr. Ucayali, Jr. Huallaga, Jr. Ayacucho, Jr. Andahuaylas	3	Edificación propia, productos de panllevar y tiendas
Empresa Municipal Inmobiliaria de Lima - EMILIMA	Jr. Ucayali N° 266 – Cercado de Lima	2	Edificación alquilada, techo alto, con ambientes de oficina
Empresa Municipal Administradora de Peaje de Lima - EMAPE	Vía de Evitamiento Km. 1.7 - Ate	1	Edificación propia, ambientes de oficinas prefabricados
Caja Municipal de Crédito Popular de Lima – Caja Metropolitana	Av. Nicolás de Piérola N° 1785 – Cercado de Lima	3	Edificación propia, oficinas y ambientes de agencia bancaria
Empresa Municipal de Mercados - EMMSA	Av. La Cultura N° 808 – Santa Anita 3 Edificación propia, con ambientes de oficina	3	Edificación propia, con ambientes de oficina
Sistema Metropolitano de la Solidaridad - SISOL	Calle Carlos Concha N° 163 – San Isidro	2	Edificación alquilada con ambientes de oficina
Servicio de Administración Tributaria - SAT	Jr. Camaná N° 370 – Cercado de Lima	8	Edificación alquilada, con oficinas y atención al público
Fondo Metropolitano de Inversiones - INVERMET	Jr. Carabaya N° 831 – Cercado de Lima	1	Espacio alquilado oficinas, en edificación de 8 niveles
Autoridad Municipal de los Pantanos de Villa - PROHVILLA	Av. Defensores del Morro N° 284 - Chorrillos	1	Espacio alquilado oficinas, en edificación de 2 niveles
Instituto Catastral de Lima - ICL	Jr. Conde de Superunda N° 303- Cercado de Lima	2	Espacio alquilado oficinas, en edificación de 7 niveles
Instituto Metropolitano de Planificación - IMP	Av. General Máximo Abril N° 513 – Jesús María	2	Edificación alquilada, con ambientes de oficina
Servicio de Parques de Lima - SERPAR	Jr. Lampa N° 182 – Cercado de Lima	2	Edificación propia, con oficinas y expendio de comida
Instituto Metropolitano Protransporte de Lima - PROTRANSPORTE	Jr. Cusco N° 286 – Cercado de Lima	17	Edificación propia, 4 sótanos, con oficinas en 13 niveles
Proyecto Especial para la gestión de Tránsito - PROTRANSITO	Jr. Cusco N° 286 – Cercado de Lima 2 Espacio cedido, oficinas y centro de control semafórico	2	Espacio cedido, oficinas y centro de control semafórico
Autoridad del Proyecto Costa Verde	Jr. Natalio Sánchez N° 220 – Lince	1	Espacio alquilado, oficinas en edificación de 14 niveles
Patronato del Parque de las Leyendas	Av. Parque las Leyendas N° 580 – San Miguel	2	Edificación propia, con oficinas y ambientes varios
Edificación Propia Municipalidad Metropolitana de Lima		EP	6
Edificación alquilada Municipalidad Metropolitana de Lima		EA	10

### 3.2.1. Ubicación

**Figura 6**

Ubicación del edificio “El Metropolitano”



*Nota:* Esquema referencial indicando la ubicación del edificio el Metropolitano (Sede de Protransporte - Instituto Metropolitano Protransporte de Lima); adicionalmente, se pueden observar locaciones públicas y privadas en las que se podría aplicar la reutilización de las aguas residuales de sus edificios, tomado de Google Maps.

### 3.3. Operacionalización de Variables

Siendo una parte fundamental identificar los aspectos determinantes que inciden en la investigación, se elaboró la matriz de operacionalización de variables, de conformidad a los estándares metodológicos debidos (ver Anexo B).

No obstante, se detallan a continuación los aspectos más relevantes que identifican operacionalmente a la variable independiente (V1), así como a la variable dependiente (V2), que se lograron identificar en la investigación:

<b>VARIABLE 1</b>	
Tipo	Variable independiente.
Definición	“Las aguas residuales”
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen de recurso hídrico</li> <li>• Parámetros del recurso hídrico (físicos, químicos, biológicos)</li> <li>• Red de instalaciones sanitarias existentes</li> </ul>
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DBO</li> <li>• DQO</li> <li>• Dureza</li> <li>• Alcalinidad</li> <li>• pH</li> <li>• Sólidos totales</li> <li>• Turbidez</li> <li>• Diámetros de tuberías</li> <li>• Volumen de aguas residuales</li> </ul>

<b>VARIABLE 2</b>	
Tipo	Variable dependiente
Definición	Reutilización de aguas residuales en el edificio para oficinas el Metropolitano
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de tratamiento de aguas residuales (Dimensionamiento, Planta de tratamiento de aguas residuales, diámetros de tuberías, planos)</li> <li>• Costo de implementación (metrados, precios unitarios, presupuesto)</li> </ul>
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dotación de agua</li> <li>• Volumen de agua potable consumida</li> <li>• Volumen de aguas residuales dispuestas</li> <li>• Volumen de aguas residuales tratadas</li> <li>• Planos de Diseño</li> <li>• Costo por metro cúbico de agua limpia</li> </ul>

### **3.4. Instrumentos**

Identificadas las variables y reconocida su operacionalización, de conformidad con los indicadores establecidos se enumeran los instrumentos empleados en el desarrollo de la investigación:

- Medición física del volumen de aguas residuales generadas.
- Ensayos de laboratorio, Físico, Químico y Biológico.
- Medición del volumen de agua consumida.
- Medición física del volumen de aguas almacenadas y tratadas.
- Recibos de la Empresa de Servicios indicando el volumen de consumo y costo por metro cubico de agua.
- Análisis de costos de trabajos requeridos para sanitarizar el agua gris.

### **3.5. Procedimiento**

La investigación fue realizada en la ciudad de Lima, la población estuvo conformada por los edificios para oficinas de la Municipalidad Metropolitana de Lima, aplicando criterios de exclusión se decantó en el edificio para oficinas del Metropolitano, ubicado en el Cercado de Lima; asimismo, el proyecto de investigación se llevó a cabo realizando el siguiente desarrollo procedimental:

- Inspección visual de la edificación a través de un trabajo de reconocimiento de campo.
- Levantamiento de información de la infraestructura, al no tener información en planos se realizó una toma de datos sobre la distribución, plantas, niveles, y ubicación de redes.
- Toma de muestras de las aguas segregadas de los lavaderos para ser evaluadas en el laboratorio.

- Determinación de la necesidad de agua de la edificación, así como del volumen de captación del agua residual.
- Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales, así como de las redes de distribución correspondientes.
- Elaboración del presupuesto requerido para la implementación de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Adicionalmente, a efectos de viabilizar el desarrollo de las actividades, se realizaron preliminarmente algunas “labores complementarias”, que consistieron en adecuar y evaluar el empleo de la infraestructura existente, siendo estas:

- Ubicar la zona para el almacenamiento de las aguas residuales, analizando para ello todos los niveles de las plantas bajas – sótano.
- Tomar muestras de las aguas residuales, a efectos de ser analizadas en laboratorio, con el propósito de conocer su nivel de contaminación y determinar alternativas para su reutilización, en caso tengan un nivel extremo de contaminantes.
- Determinar las zonas de ingreso de la red de abastecimiento, así como las características de la red sanitaria general, con el propósito de tener el insumo adecuado para la etapa de diseño.
- Seguidamente se procedió a realizar el diseño y calcular el valor económico de toda la infraestructura a requerir, con el propósito de operativizar el proceso de reutilización de aguas residuales del edificio sede del Metropolitano.

Finalmente, los procedimientos e instrumentos de análisis de datos empleados en la investigación fueron los siguientes:

- Ensayos de laboratorio Físico, Biológico y Químico, a través de formatos y fichas de reporte, según lo establecido en la normativa nacional

- Cálculo del volumen de aguas residuales en general, empleando hojas de cálculo de capacidad y volumen, según lo establecido en la normativa del Ministerio del Ambiente.
- Cálculo del volumen de aguas almacenadas y tratadas, empleando hojas de cálculo de capacidad y volumen, según la norma de instalaciones sanitarias para edificaciones.
- Diseño de la red de captación, a través de planos para los que se empleó el programa Autocad, de conformidad a lo establecido en el Reglamento Nacional de Construcción.
- Diseño de la PTAR, empleando hojas de cálculo de capacidad y volumen, además de Planos de detalle mediante Autocad, según lo establecido en la normativa del Ministerio del Ambiente.
- Diseño de la red de distribución, a través de planos para los que se empleó el programa Autocad, de conformidad a lo establecido en el Reglamento Nacional de Construcción.
- Análisis de costos y presupuestos empleando hojas de cálculo de metrados y análisis de precios unitarios a través del software S10.

### **3.6. Análisis de datos**

La presente es una investigación del tipo aplicada, se desarrolló de manera secuencial: comenzando con la medición de variables, siguiendo con la recolección de datos, el análisis de estos, además de la interpretación su procesamiento”. Adicionalmente, se empleó el concepto del análisis sistémico con el objetivo de determinar una correlación entre sí, que sirva como línea base y permita una mejor valoración al momento de contrastar el objetivo general y los objetivos específicos considerados en la investigación.

### **3.7. Consideraciones éticas**

La investigación fue desarrollada en plena garantía del cumplimiento de los principios y aspectos éticos, mediante los cuales el autor se compromete a cumplir con lo siguiente:

- ***Consentimiento y confidencialidad:*** El trabajo de investigación, tiene una labor de campo desarrollada en el edificio sede del Metropolitano, para tal efecto se realizaron coordinaciones con la autoridad administrativa correspondiente a efectos de solicitar su autorización para realizar, en primer lugar, la adecuación de la infraestructura existente de los baños, efectuar el almacenamiento temporal de las aguas usadas y tomar muestras de estas para el análisis de laboratorio respectivo. Se debe tener en cuenta que los resultados de los ensayos realizados, según lo coordinado con la administración del Edificio, serían empleados únicamente con fines de investigación académica, reservándose el autor de la investigación, el derecho a compartir las conclusiones y recomendaciones que se obtengan, una vez se haya culminado con la aprobación de la investigación por parte de la EUPG.
- ***Resane y limpieza:*** La ejecución de labores superficiales en la infraestructura del edificio del Metropolitano, así como las realizadas para para la captación de las muestras, consideraron, antes, durante y después, el cuidado correspondiente. Estas actividades son, entre otras, rotura de paredes, retiro de mayólicas y conexiones nuevas de tuberías. Se acordó con la administración del edificio que las labores de resane y limpieza estarían a cargo del Doctorando y que estas tendrían como principal obligación la de restablecer la infraestructura conforme se encontraba, es decir, con un nivel impecable de limpieza y en muy buenas condiciones.
- ***Respeto a los Derechos de Propiedad Intelectual (DPI).*** Si bien en el Perú no existe propiamente el derecho a la propiedad intelectual, si existen normas que rigen el derecho de autor y la propiedad industrial; consecuentemente, la presente investigación tuvo en cuenta la autoría de los métodos empleados durante el procesamiento de la información, a efectos de poder facilitar la referenciación de las citas en formato APA relacionadas con la propiedad intelectual y/o el derecho de autor.

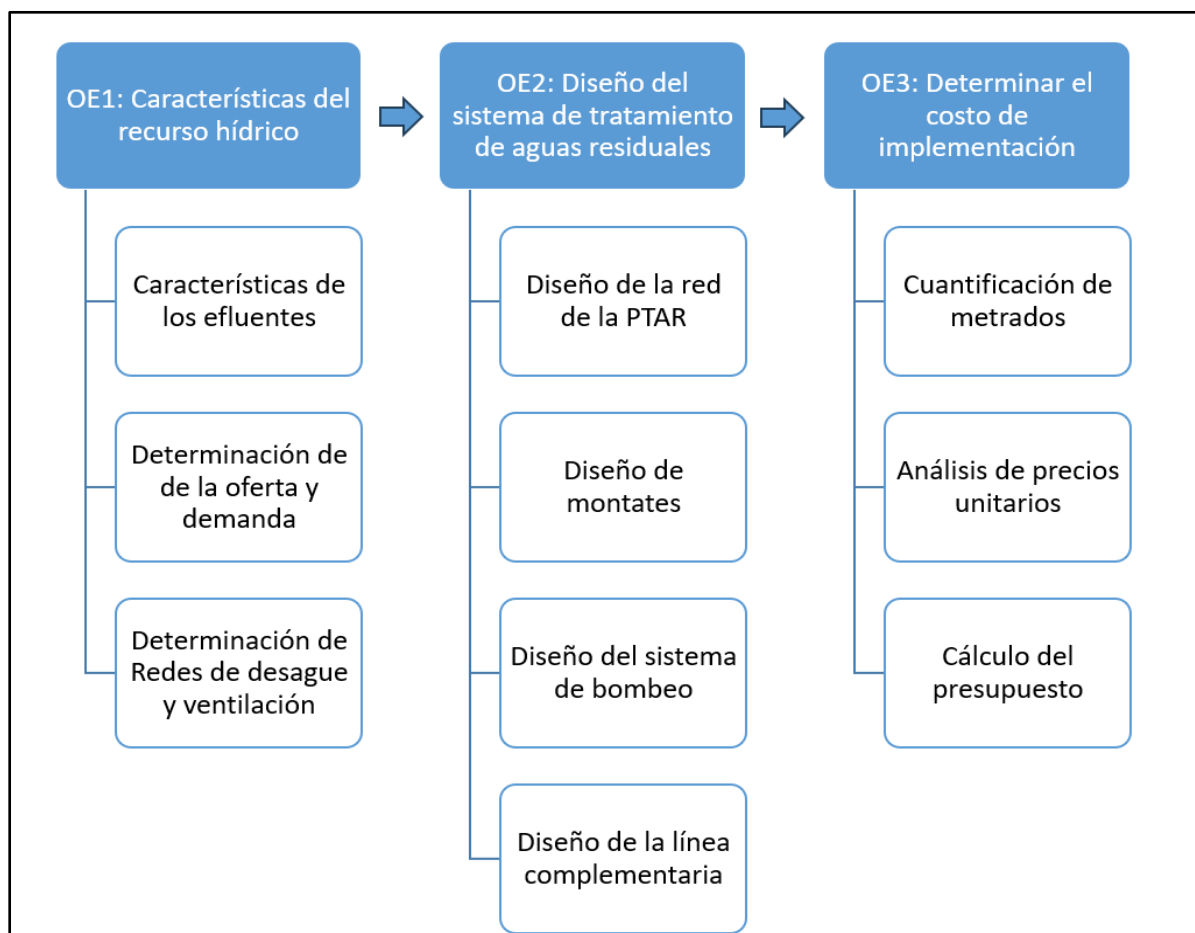
## IV. RESULTADOS

Este apartado corresponde a la presentación de los resultados obtenidos durante el desarrollo del presente proyecto de investigación, teniendo en cuenta un esquema metodológico que rescata una secuencia lógica necesaria para la obtención del objetivo principal consistente en determinar la factibilidad de que las aguas residuales se reutilicen en el edificio para oficinas El Metropolitano.

Para tal efecto, se adjunta al presente el esquema metodológico empleado:

**Figura 7**

*Desarrollo Metodológico del Proyecto*



Nota: Esquema referencial indicando la secuencia metodológica empleada para el desarrollo de la investigación.

Al respecto, los resultados relacionados con el primer objetivo específico, referido a la determinación de las características del recurso hídrico para su reutilización en el edificio de oficinas “El Metropolitano”, permitieron determinar que las características de los efluentes (Físicas, químicas y biológicas), presentan una baja presencia de elementos contaminantes, haciendo muy factible su reutilización; asimismo, en el contraste de oferta y demanda, el volumen requerido estimado para el consumo de los inodoros de toda la edificación es  $7.33\text{m}^3$ , y el volumen estimado a tratar es de  $7.88\text{m}^3$ , lo que significa que este volumen es suficiente para tratar el 100% de los inodoros del edificio. Por otro lado, en cuanto a la red de desagüe y ventilación, se determinó que su implementación es viable, soportándose en la infraestructura existente y proyectando cámaras de bombeo y bombas de impulsión hacia la red de alcantarillado exterior.

Para el caso del segundo objetivo específico, en primer lugar se elaboraron los diseños para la planta de tratamiento de aguas residuales, ubicándola dentro del cuarto sótano de la edificación, en segundo lugar, se proyectaron las montantes para la red de captación de aguas residuales e impulsión de agua tratada, en tercer lugar, se proyectó el sistema de bombeo, considerando el agua natural, agua tratada y la evacuación de la red de alcantarillado del sótano, por último, se proyectó una red complementaria para la evacuación de sobrecargas en la red de desagüe o labores de limpieza, derivándola a una cámara de residuos y bombeándola hacia la red de alcantarillado de Sedapal.

Finalmente, para el tercer objetivo, en primer lugar, se determinaron los metrados de las actividades a desarrollar en el proyecto, obtenidos de los planos correspondientes, seguidamente, se realizaron los análisis de precios unitarios de cada partida interviniente, y finalmente, se realizó el cálculo del presupuesto del sistema de reutilización de aguas residuales del edificio, el cual dio un valor de S/. 395,615.39, incluyendo las especialidades de, Estructuras, Arquitectura, Instalaciones sanitarias, e Instalaciones electromecánicas.

#### 4.1. Objetivo Específico Primero

El presente apartado precisa acciones emprendidas para determinar las características del recurso hídrico para su reutilización en el edificio para oficinas “El Metropolitano.

##### 4.1.1 Características de los efluentes

**Tabla 2**

*Resultados de las muestras de aguas grises del edificio Protransporte.*

Parámetro	Unidad	LMP D.S. N° 003-2010- MINAM	Resultados Lab. Edificio Protransporte
Aceites y grasas	mg/l	20	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	10 000	< 1.8
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/l	100	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	200	-
pH	Unid. pH	6,5-8,5	6,73
Sólidos Totales en Suspensión (STS)	ml/l	150	-
Temperatura	oC	< 35	25

Nota: Adaptado de MINAM - Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales

Como se puede apreciar en la Tabla 5, (las fichas totales emitidas por el laboratorio se adjuntan en el Anexo C), los valores encontrados en las aguas a tratar, recolectadas de la línea de desagüe, luego de los ensayos de laboratorio realizados, no superan los valores mínimos tanto en los casos de coliformes termotolerantes, pH, y temperatura, siendo esto un indicativo de que la característica de las aguas calzan dentro de lo que se las conoce como aguas grises, coligiendo en ese sentido de que su empleo es factible.

#### 4.1.2 Determinación de la oferta y la demanda

**A. Aspectos Generales:** El Edificio consta de 17 niveles, 12 pisos, 1 mezanine y 4 sótanos de estacionamiento, el terreno es de 625.00m<sup>2</sup> de área y un total construido de 6,991.28m<sup>2</sup> de área.

**B. Alcance del Proyecto:** El diseño del proyecto comprende lo siguiente:

- Agua fría.
- Desagüe.

Para el diseño se han seguido las Normas indicadas en el “*Reglamento Nacional de Edificaciones, Instalaciones Sanitarias, Norma Técnica de Edificación IS.010*”.

**C. Dotación:** Los requerimientos totales agua y desagüe son:

- **Agua potable:** Siendo la dotación total de la edificación:

**Tabla 3**

*Dotación de agua potable.*

350.00 m <sup>2</sup> oficinas 1° Piso x 6 l/m <sup>2</sup> /d	2100.00 l/d
235.37 m <sup>2</sup> oficinas Mezanine x 6 l/m <sup>2</sup> /d	1412.22 l/d
291.57 m <sup>2</sup> oficinas 2° al 12° Piso x 6 l/m <sup>2</sup> /d	17494.20 l/d
326.45 m <sup>2</sup> sótano 4, área de estacionamientos x 2 l/m <sup>2</sup> /d	652.90 l/d
200.00 m <sup>2</sup> sótano 3, área de estacionamientos x 2 l/m <sup>2</sup> /d	400.00 l/d
263.32 m <sup>2</sup> sótano 2, área de estacionamientos x 2 l/m <sup>2</sup> /d	526.64 l/d
326.45 m <sup>2</sup> sótano 1, área de estacionamientos x 2 l/m <sup>2</sup> /d	652.90 l/d
<b>Total</b>	<b>23238.86 l/d</b>
<b>VOLUMEN DE CISTERNA</b>	
<b>25000L ~ 25.00 M<sup>3</sup></b>	

Nota: Resultados de la dotación de agua potable para el edificio el Metropolitano.

$$QT = 5.34 \text{ lps.}$$

**Tabla 4***Dotación desagüe.*

Qpd.	=	0.43 lps.
Qmd.	=	0.56 lps.
Qmh.	=	0.78 lps.

Nota: Cuadro resumen de dotación de desagüe en el edificio el Metropolitano.

**D. Conexión domiciliaria de agua.** Dentro del diseño se ha tenido en cuenta como línea de abastecimiento a una red conformada por una tubería 3/4" de diámetro, la cual se encargó de la alimentación hídrica a la cisterna proyectada para el almacenamiento de agua, con una capacidad de 23.24 m<sup>3</sup>. (Por arquitectura se ha considerado 30.00 m<sup>3</sup>) mediante una tubería de 1", de acuerdo con el siguiente cálculo:

**Tabla 5***Conexión domiciliaria – alimentación a cisterna.*

Volumen de uso doméstico	: 23.24 l/d
Tiempo de llenado	: 6 horas
Caudal de llenado	: 1.08 lps.
Altura estática entre la red pública y el ingreso a la cisterna	: -4.20 m.
Ubicación de la red de agua potable	: -1m.
Presión de salida en el punto de entrega	: -2m.
Presión en la red pública	: 20 psi (14.30m.)
Carga disponible	: $14.30 - 2 + 4.20 - 1 = 15.50 \text{ m.}$

Nota: Datos generales de dotación de agua en el edificio el Metropolitano.

**E. Diseño del sistema de agua.** Para el cálculo de las U.H. se ha utilizado los aparatos que corresponden a aparatos de tanque del RNE IS0.10.

Para el sistema de agua potable es necesario tres electrobombas centrífugas con un eje de característica vertical, velocidad variable y presión constante, con  $Q = 1.80$  lps. de capacidad y HDT = 54 m. y una red de distribución, dimensionada para conducir la máxima demanda simultánea por el método de unidades de gasto, para suministrar el agua a cada uno de los servicios sanitarios del Edificio.

**Tabla 6**

*Máxima demanda simultánea.*

	Inodoro	Urinario	Lavatorio	Ducha	Lavadero	
1° SOTANO	1	2	0	1	1	
2° SOTANO	1	0	1	0	0	
3° SOTANO	1	1	0	0	0	
4° SOTANO	1	1	0	0	0	
1° PISO	6	0	6	0	1	
MEZZANINE	9	4	10	0	0	
2° PISO	8	3	8	0	1	
3° PISO	8	3	8	0	1	
4° PISO	8	3	8	0	1	
5° PISO	8	3	8	0	1	
6° PISO	8	3	8	0	1	
7° PISO	8	3	8	0	1	
8° PISO	8	3	8	0	1	
9° PISO	8	3	8	0	1	
10° PISO	8	3	8	0	1	
11° PISO	8	3	8	0	1	
12° PISO	8	3	8	0	1	
AZOTEA	4	1	8	0	1	
UH	111	42	113	1	14	
	1.5	3	1	2	3	
	166.5	126	113	2	42	616
<b>lps</b>	2.22	1.91	1.83	0.12	0.95	7.03
<b>% corresp.</b>	31.58%	27.17%	26.03%	1.71%	13.51%	100.00%

Nota: Cuadro resumen de máxima demanda simultánea en el edificio el Metropolitano.

Considerando un “*tratamiento de aguas residuales*” procedente de lavatorios y urinarios para ser reusados en el suministro de agua para inodoros; utilizando la proporcionalidad de la MDS establecida anteriormente, se tiene:

- Consumo Doméstico total =  $23.24 \text{ m}^3$
- Consumo Doméstico real (sin estacionamiento) =  $21.01 \text{ m}^3$

**Tabla 7**

*Máxima demanda simultánea de los aparatos sanitarios a tratar.*

	<b>Lavatorio</b>	<b>Urinario</b>	
1° SOTANO	0	2	
2° SOTANO	1	0	
3° SOTANO	0	1	
4° SOTANO	0	1	
1° PISO	6	0	
MEZZANINE	10	4	
2° PISO	8	3	
3° PISO	8	3	
4° PISO	8	3	
5° PISO	8	3	
6° PISO	8	3	
7° PISO	8	3	
8° PISO	8	3	
9° PISO	8	3	
10° PISO	8	3	
11° PISO	8	3	
12° PISO	8	3	
AZOTEA	8	1	
UH	113	42	
	1	3	
	113	126	239
<b>lps</b>	1.83	1.91	3.74
<b>% corresp.</b>	100%	100%	

Nota: Cuadro resumen de máxima demanda simultánea de los aparatos a tratar en el edificio el Metropolitano.

- ***Cálculo de la oferta***

CD estimado de lavatorios:  $21.01 \times 26.03\% \times 100\% = 5.56 \text{ m}^3$

CD estimado de urinarios:  $21.01 \times 27.17\% \times 100\% = 5.70 \text{ m}^3$

CD estimado total =  $11.26 \text{ m}^3$

<b>Vol. Agua estimada a tratar = <math>11.26 \times 0.70 = 7.88 \text{ m}^3</math></b>
--

- ***Cálculo de la demanda***

<b>Vol. Agua requerida = <math>23.24 \times 31.58\% \times 100\% = 7.33 \text{ m}^3</math></b>
--

Las instalaciones sanitarias para agua residual domestica tratada (conjunto de tuberías) contempla la alimentación de 111 inodoros en todo el edificio; en ese sentido la máxima demanda para los inodoros será:

$$111 \text{ inodoros} \times 3.00 \text{ UH} = 333 \text{ UH, equivalente a } 3.52 \text{ lps}$$

En resumen, para el sistema de agua tratada que alimentará inodoros al 100 % será necesario un equipo de bombeo de presión constante y velocidad variable, compuesto por dos electrobombas centrífugas de eje vertical con capacidad cada una para  $Q = 1.80 \text{ lps}$ . y  $HDT = 75 \text{ m}$ . y una red de distribución dimensionada para suministrar agua tratada a cada inodoro seleccionado del Edificio.

Ante el exceso de oferta de agua residual respecto a la demanda; para que se invierta únicamente lo necesario, se proyectó previamente un rebose, por donde se evacúa cualquier excedente a lo necesario. Se diseño también un equipo de bombeo sumergible para impulsar únicamente el volumen de agua cruda que necesita pasar por el sistema de tratamiento para su reúso.

#### **4.1.3 Determinación de las redes de desagüe y ventilación.**

La evacuación de las aguas servidas provenientes de cada uno de los servicios sanitarios de todos los pisos del edificio, se realiza mediante dos redes de colección dimensionada utilizando el método de unidades de descarga, la primera trabaja por gravedad y descarga a la red pública de alcantarillado mediante una conexión domiciliaria con un  $Q_{mh} = 0.78 \text{ lps}$  en el lugar indicado en el plano; la segunda trabaja por bombeo y tiene una cámara de bombeo para drenaje, el cálculo se detalla a continuación:

Para el cálculo del caudal de drenaje de las bombas tenemos dos acciones:

- Caudal por el llenado de cisterna:

$$Q = 1.08 \text{ lps, en } 6 \text{ horas de llenado}$$

$$Q_{\text{bombeo}} = 1.50 \times 1.08 \text{ lps} = 1.62 \text{ lps.}$$

- El cálculo de volumen de la cámara:

$$\text{Vol.} = T (Q_b - Q_{mx}) \times Q_b / Q_{mx}$$

Donde:

$$Q_b = Q_{mx} \times 1.5 = 8.00 \text{ lps.}$$

$$Q_{mx} = 5.33 \text{ lps}$$

$$T = 12 \text{ minutos} = 720 \text{ s.}$$

$$V = 720 (8.00 - 5.33) \times 8.00 / 5.33 = 1.28 \text{ m}^3$$

Se ha considerado una Cámara de Bombeo de 1.00 m<sup>3</sup>.

Las aguas usadas provenientes de los drenajes de “los sótanos son transportadas a una cámara de bombeo de 2 m<sup>3</sup> de capacidad, equipada con dos electrobombas sumergibles para desagüe, sólidos hasta 1.1/2” de diámetro, con capacidad para Q = 8 lps. y HDT = 24 m., las que impulsan las aguas residuales mediante una línea de impulsión hasta en colector principal.

Para evitar alguna complicación con la propuesta, se han considerado válvulas de retención de cierre lento en la línea de impulsión, además de un sistema de ventilación para la administración de la presión atmosférica en el sistema y para permitir la evacuación de los gases de la parte inferior de la edificación.

Las cotas, dimensiones, ubicación de los elementos del sistema, así como los demás detalles, se muestran en los planos adjuntos al presente en el Anexo J.

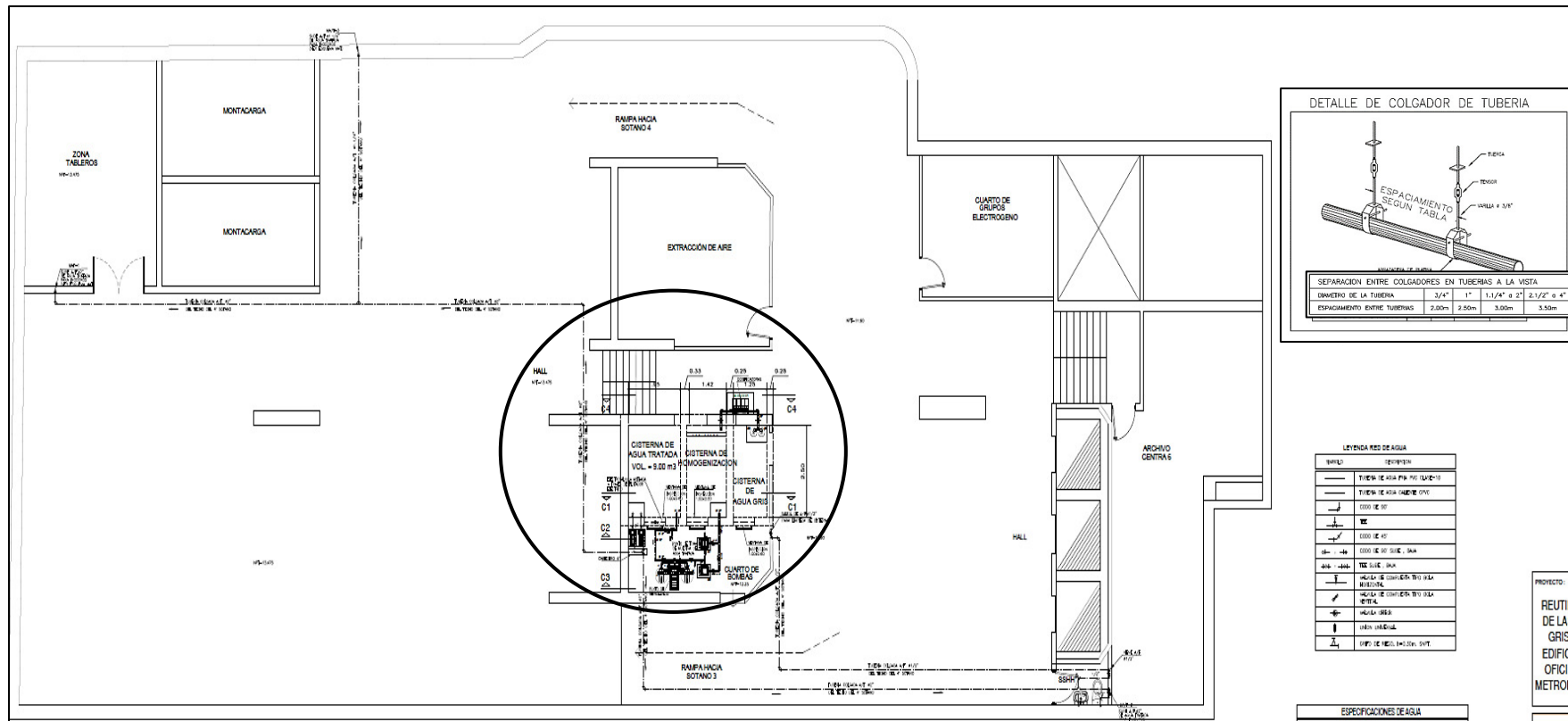
#### **4.2. Objetivo Especifico Segundo**

Realizados los cálculos numéricos en el objetivo específico 1, el presente apartado precisa los detalles del diseño del sistema de reutilización de aguas residuales del edificio para oficinas ‘El Metropolitano’; la totalidad de los planos se detallan en el Anexo J y las Especificaciones Técnicas se detallan en el Anexo E.

4.2.1. Diseño de la red PTAR

Figura 8

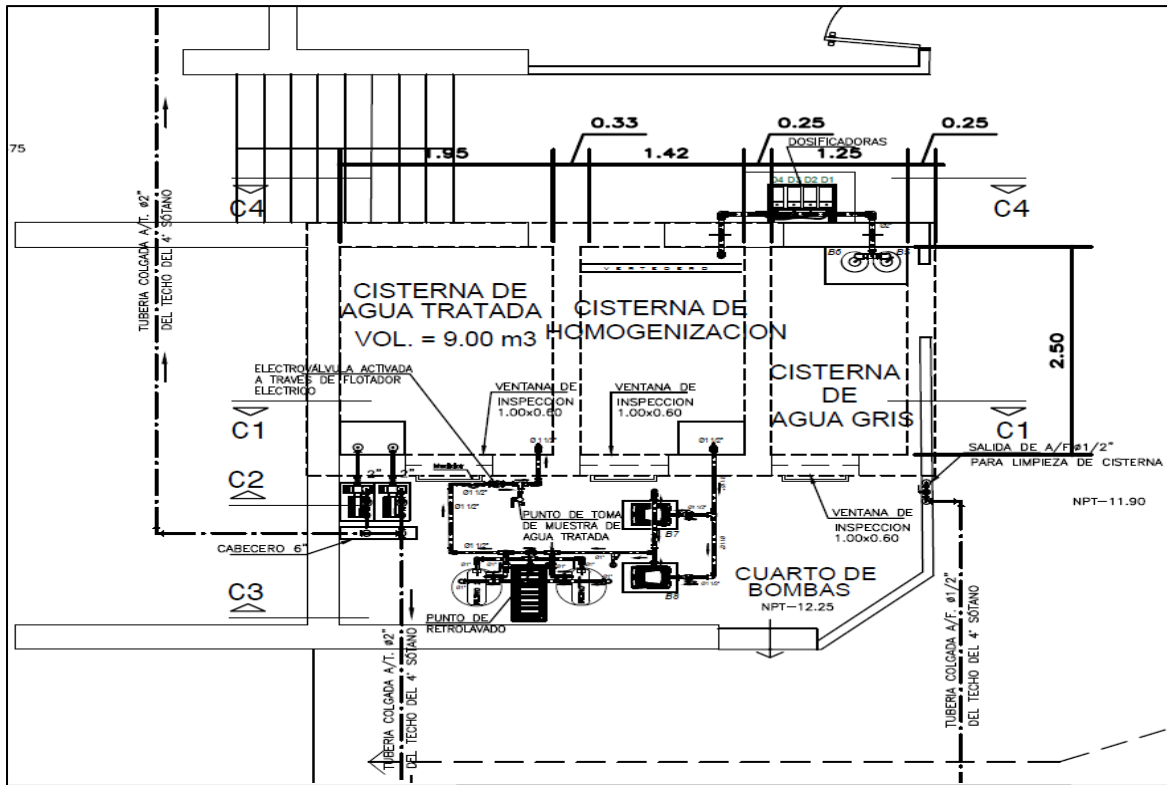
Sistema de tratamiento de aguas residuales – instalaciones sanitarias (agua)



Nota: Vista en planta de la PTAR proyectada, ubicada en el sótano del edificio el Metropolitano, el diseño se adecuó al espacio existente.

Figura 9

Sistema de tratamiento de aguas residuales - instalaciones sanitarias (agua)



LEYENDA RED DE AGUA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA DE AGUA FRIA PVC CLASE-10
	TUBERIA DE AGUA CALIENTE CPVC
	CODO DE 90°
	TEE
	CODO DE 45°
	CODO DE 90° SUBE , BAJA
	TEE SUBE , BAJA
	VALVULA DE COMPUERTA TIPO BOLA HORIZONTAL
	VALVULA DE COMPUERTA TIPO BOLA VERTICAL
	VALVULA CHECK
	UNION UNIVERSAL
	GRIFO DE RIEGO, h=0.30m. SNPT.

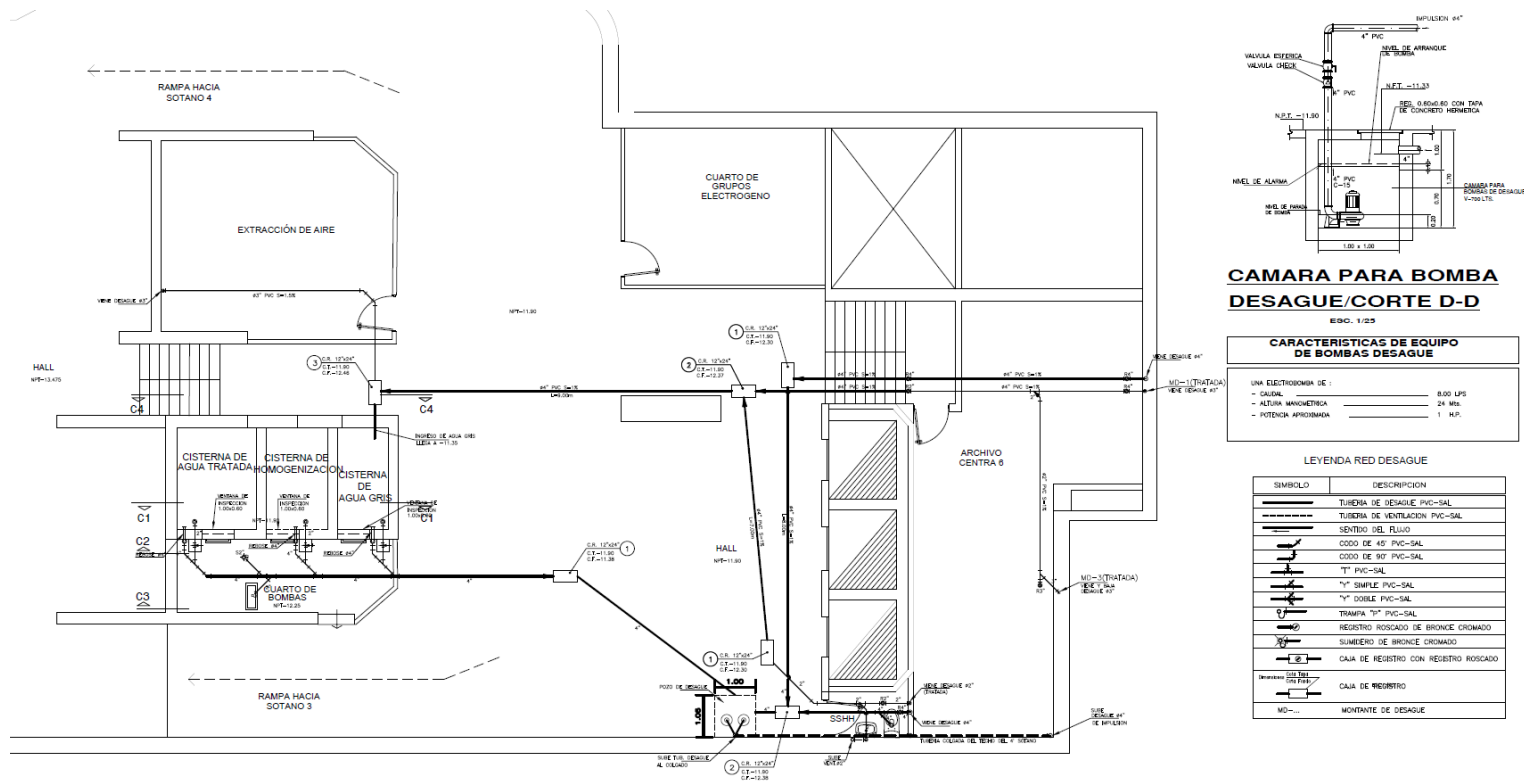
ESPECIFICACIONES DE AGUA	
1.-	LA TUBERIA Y ACCESORIOS DE AGUA FRIA SERAN DE PVC-SAP (CLASE 10), PARA UNA PRESION DE TRABAJO DE 150 Lbs./pulg.2. FABRICADOS SEGUN NORMAS ITINTEC NTP 399-166.
2.-	LA TUBERIA Y ACCESORIOS DE AGUA CALIENTE SERAN DE CPVC.
3.-	LAS DERIVACIONES DE AGUA FRIA Y CALIENTE A LOS APARATOS SERAN DE Fo.Gdo. DE Ø1/2"
4.-	LAS VALVULAS DE INTERRUPCION SERAN DE TIPO ESFERICAS PARA SOPORTAR UNA PRESION DE TRABAJO DE 150 Lbs./Pulg.2; SE INSTALARAN ENTRE DOS UNIONES UNIVERSALES E IRAN ALOJADOS A LA PARED EN CAJUELAS TIPO NICHOS.
5.-	PRUEBAS: ANTES DE CUBRIRSE LAS TUBERIAS SE HARAN LAS SIGTES.: - AGUA: LA PRUEBA CONSISTIRA EN EL LLENADO DEL TRAMO POR EL PUNTO MAS BAJA, DRENANDO EL AIRE DESDE EL PUNTO MAS ELEVADO CON BOMBA MANOMETRICA, MANTENIENDOSE LA PRESION A 150 Lbs./pulg.2, DURANTE 30 MINUTOS. -LAS VALVULAS Y APARATOS SANITARIOS SERAN PROBADOS UNO POR UNO, DEBIENDO OBSERVARSE SU FUNCIONAMIENTO SATISFACTORIO ESPECIALMENTE EN EL CIERRE COMPLETO, SEA MANUAL O AUTOMATICO.

SISTEMA DE TRATAMIENTO				
DESCRIPCION	N° BOMBAS	OPERACION	ESPECIFICACIONES TECNICAS	OBSERVACIONES
APLICACION DAC - 1	2 B1 - B2	Tipo: Inyectora Operación: Alternado	Q = 0.40 lph HDT = 7 mt Pot. = 32 w	Su operación es automática (timer). Presenta control de nivel en bidón de almacenamiento del DAC-1.
APLICACION DE ART-12	2 B3 - B4	Tipo: Inyectora Operación: Alternado	Q = 0.10 lph HDT = 7 mt Pot. = 32 w	Su operación es automática (timer). Presenta control de nivel en bidón de almacenamiento del ART-12
SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CRUDA	2 B5 - B6	Tipo: Sumergible Operación: Alternado	Q = 0.44 lps HDT = 10 mt Pot. = 1 HP	Su operación es automático. Controles de nivel de Parada: en cisterna Rompe Presión y el sistema de Homogenización. Controles de nivel de Encendido: en cisterna de Homogenización.
SISTEMA DE FILTRACION CON BOMBAS E.SYBOX MINI	2 B7 - B8	Tipo: Centrífuga Operación: Alternado	Q = 0.44 lps HDT = 30 mt Pot. = 1 HP	Su operación es automático. Controles de nivel de Parada: en sistema de Homogenización y en cisterna de Agua Tratada. Controles de nivel de Encendido: en cisterna de Agua Tratada.

Nota: Detalles de la PTAR proyectada, ubicada en el sótano del edificio el Metropolitano.

**Figura 10**

*Instalaciones sanitarias planta 4° sótano (desagüe)*

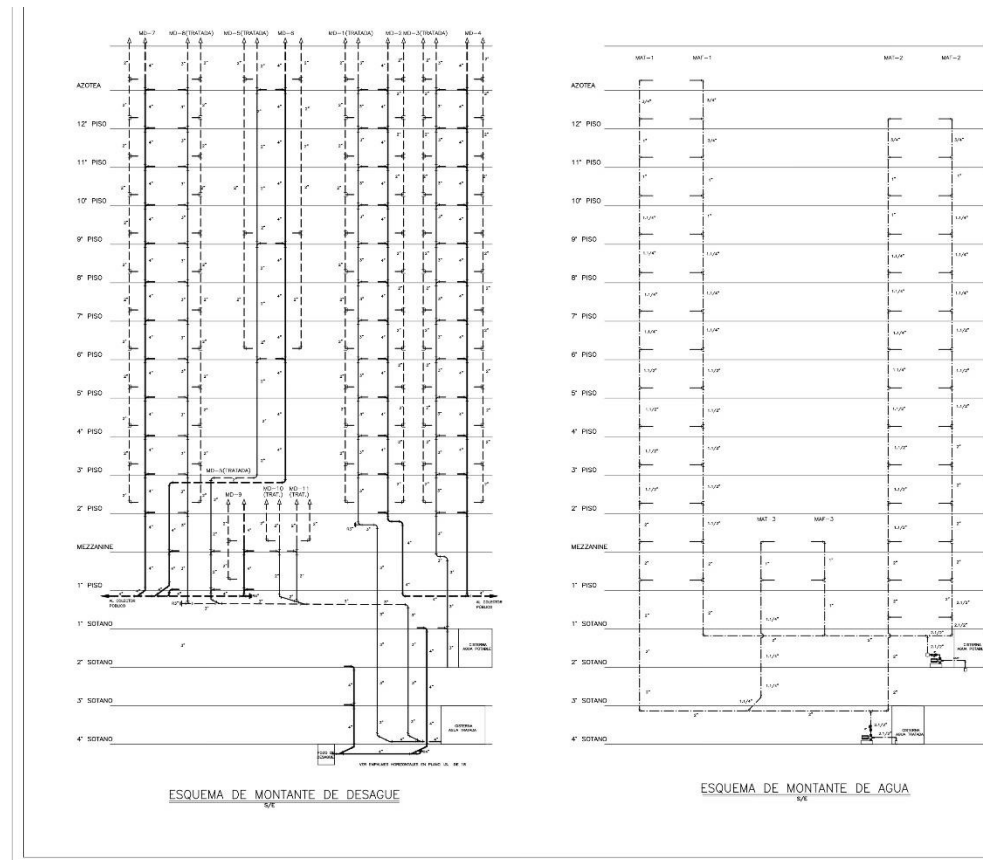


Nota: Se muestra la PTAR y la red de ingreso y salida dentro de un esquema general

#### 4.2.2. Diseño de Montantes

**Figura 11**

*Instalaciones de las montantes de Instalaciones sanitarias planta 4° sótano (desagüe)*

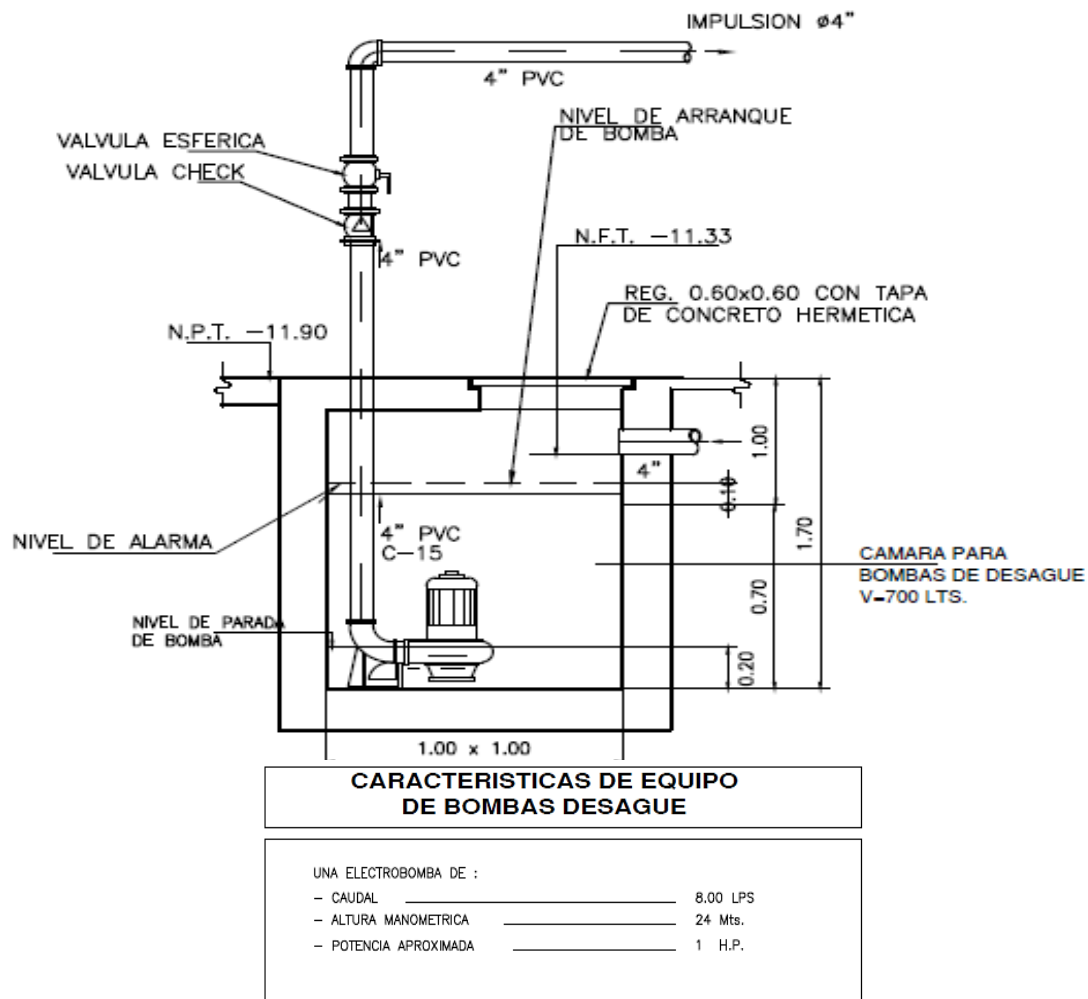


Nota: Vista en corte de la línea de montantes de agua y desagüe.

### 4.2.3. Diseño del Sistema de Bombeo

**Figura 12**

*Cámara para bomba desagüe / corte d-d – 4° Sótano*

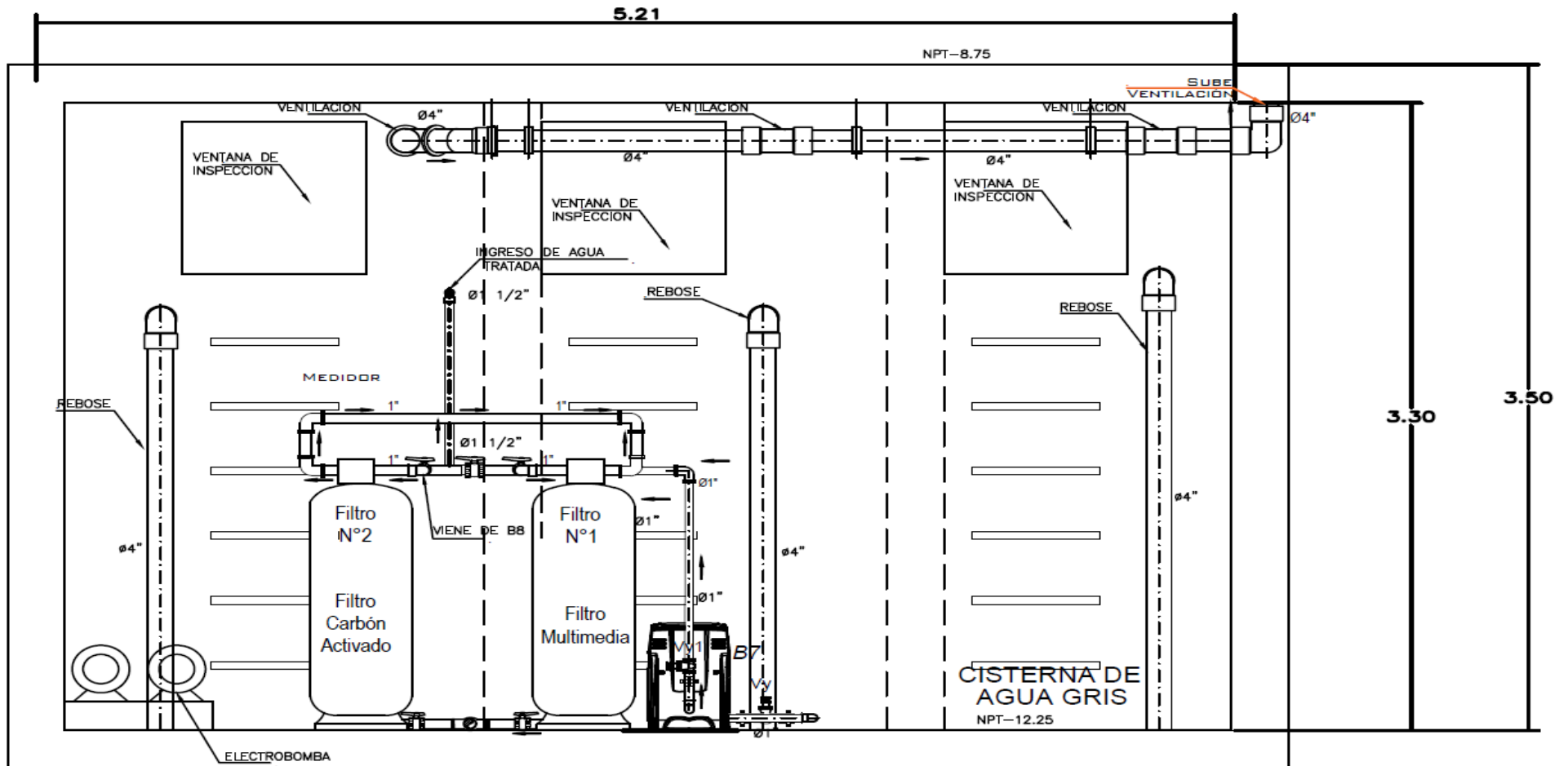


ESPECIFICACIONES DE DESAGÜE	
A) TUBERÍAS Y CONEXIONES PARA DESAGÜE Y VENTILACIÓN DE PLÁSTICO PVC-SAL, FABRICADA SEGÚN NORMAS ITINTEC NTP 399-003; CON UNIONES DE ESIJA Y CAMPANA, SELLADAS CON PEGAMENTO ESPECIAL DE BUENA CALIDAD SALVO INDICACIONES.	
B) REGISTRO Y SUMIDEROS: DE BRONCE ROSCADOS INSTALADOS A RAS DEL N.P.T.	
C) CAJAS DE REGISTRO: DE ALBAÑILERÍA CON TAPA DE CONCRETO Y MARCO DE FIERRO FUNDIDO, EL INTERIOR LLEVA 1/2 CAÑA DEBIDAMENTE TARRAJEADO CON LA ARISTAS Y BORDES DE CANALETA REDONDEADAS.	
D) PRUEBAS SON LAS SIGUIENTES: LA PRUEBA ES POR SIMPLE PRESIÓN, CONSISTE EN SU LLENADO DESPUÉS DE TAPONEAR LAS SALIDAS BAJAS, DEBIENDO PERMANECER ASÍ DURANTE 24 HORAS.	
E) TODA VENTILACIÓN TERMINA EN SOMBRERO A 0.30m. SOBRE NIVEL DE MURO O TECHO TERMINADO.	
F) PENDIENTE MÍNIMA DE TUBERÍA DE DESAGÜE S=1% (Ø4'') Y 1.5% (Ø2'' - Ø3'')	

Nota: Vista en corte con los detalles del equipo de bombeo proyectado, ubicada en el sótano del edificio el Metropolitano.

Figura 13

Corte C3 – C3



Nota: Vista en planta de la línea de filtrado proyectada, ubicada en el sótano del edificio el Metropolitano.

**Tabla 8***Datos de equipo*

<b>EQUIPOS</b>	<b>Nº EQUIPOS</b>	<b>TIPO DE INSTALACIÓN</b>	<b>POTENCIA cada equipo</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
FILTRO 1 Y FILTRO 2	2	MONOFÁSICO	6 W	
VÁLVULA SOLENOIDE	2	MONOFÁSICO	2 W	
MÁQUINA PARA LIMPIEZA	1	MONOFÁSICO	2100 W	Su uso se proyecta cuando se realice el vaciado de las cisternas para su mantenimiento.

Nota: Se muestran las características principales del sistema de filtrado de la PTAR proyectada.

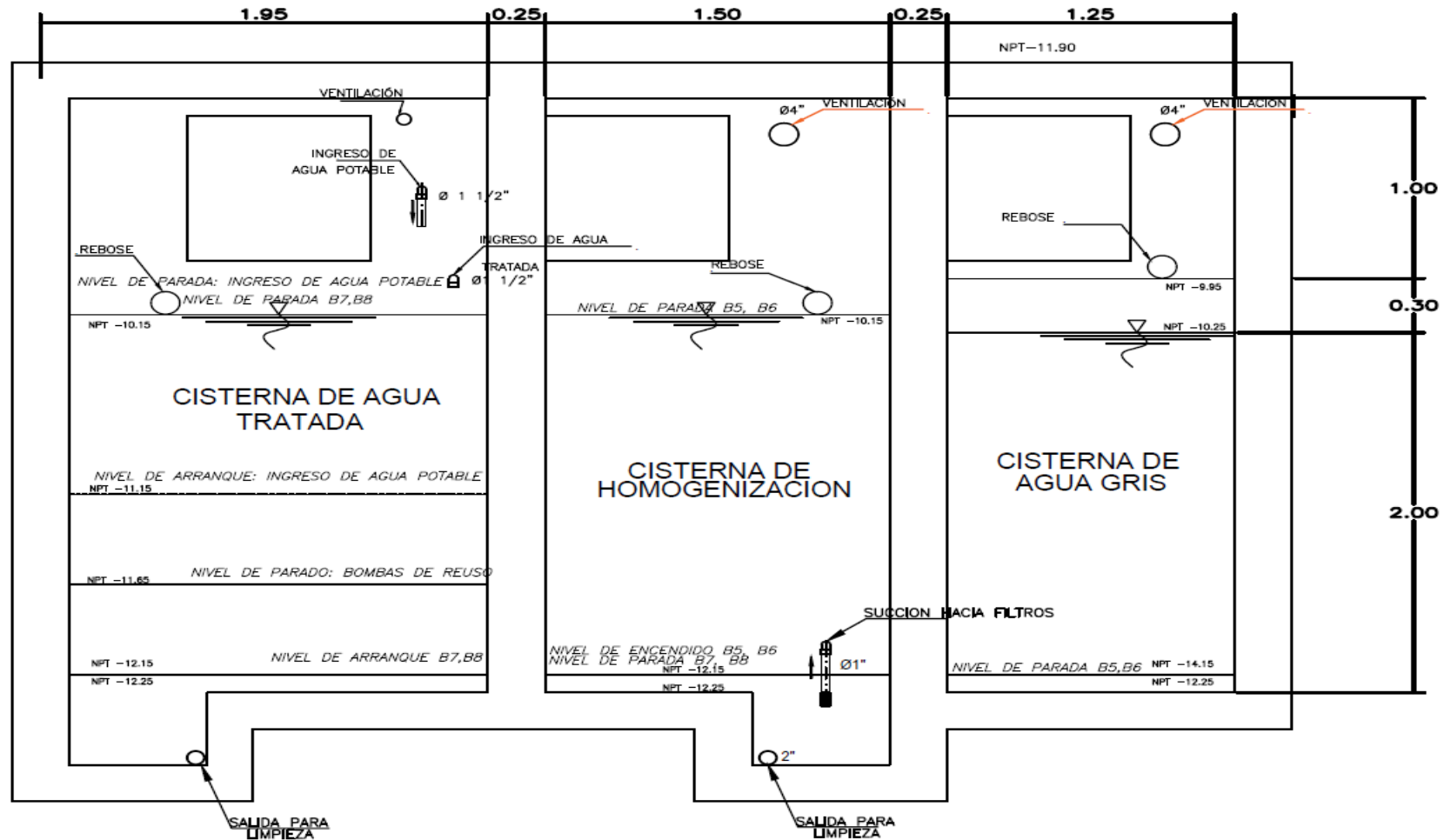
**Tabla 9***Sistema de Tratamiento*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Nº BOMBAS</b>	<b>OPERACIÓN</b>	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
APLICACIÓN DAC - 1	2 B1 - B2	Tipo: Inyectora Operación: Alternado	Q = 0.40 lph HDT = 7 mt Pot. = 32 w	Su operación es automática (timer). Presenta control de nivel en bidón de almacenamiento del DAC-1.
APLICACIÓN DE ART-12	2 B3 - B4	Tipo: Inyectora Operación: Alternado	Q = 0.10 lph HDT = 7 mt Pot. = 32 w	Su operación es automática (timer). Presenta control de nivel en bidón de almacenamiento del ART-12
SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CRUDA	2 B5 - B6	Tipo: Sumergible Operación: Alternado	Q = 0.44 lps HDT = 10 mt Pot. = 1 HP	Su operación es automática. Controles de nivel de Parada: en cisterna Rompe Presión y la cisterna de Controles de nivel de Encendido: en cisterna de Homogenización.
SISTEMA DE FILTRACIÓN CON BOMBAS E. SYBOX CON BOMBAS E. SYBOX	2 B7 - B8	Tipo: Centrífuga Operación: Alternado	Q = 0.44 lps HDT = 30 mt Pot. = 1 HP	Su operación es automática. Controles de nivel de Parada: en cisterna de Homogenización y en cisterna de Agua Tratada. Controles de nivel de Encendido: en cisterna de Agua Tratada.

Nota: Características del sistema de filtrado con bombas de la PTAR proyectada.

Figura 15

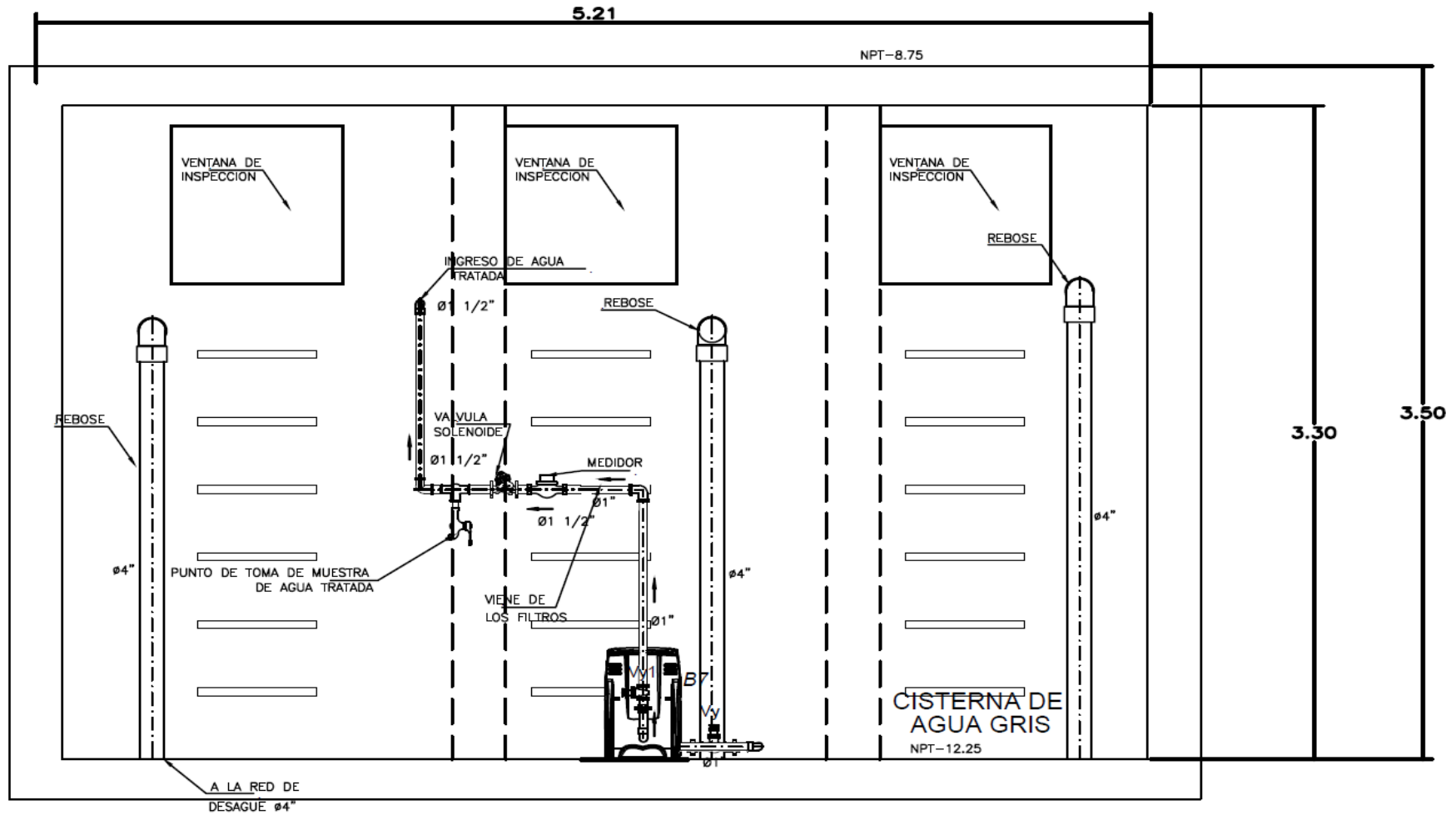
Corte C1 - C1



Nota: Detalles de la PTAR proyectada en el sótano del edificio el Metropolitano.

Figura 14

Corte C2 – C2

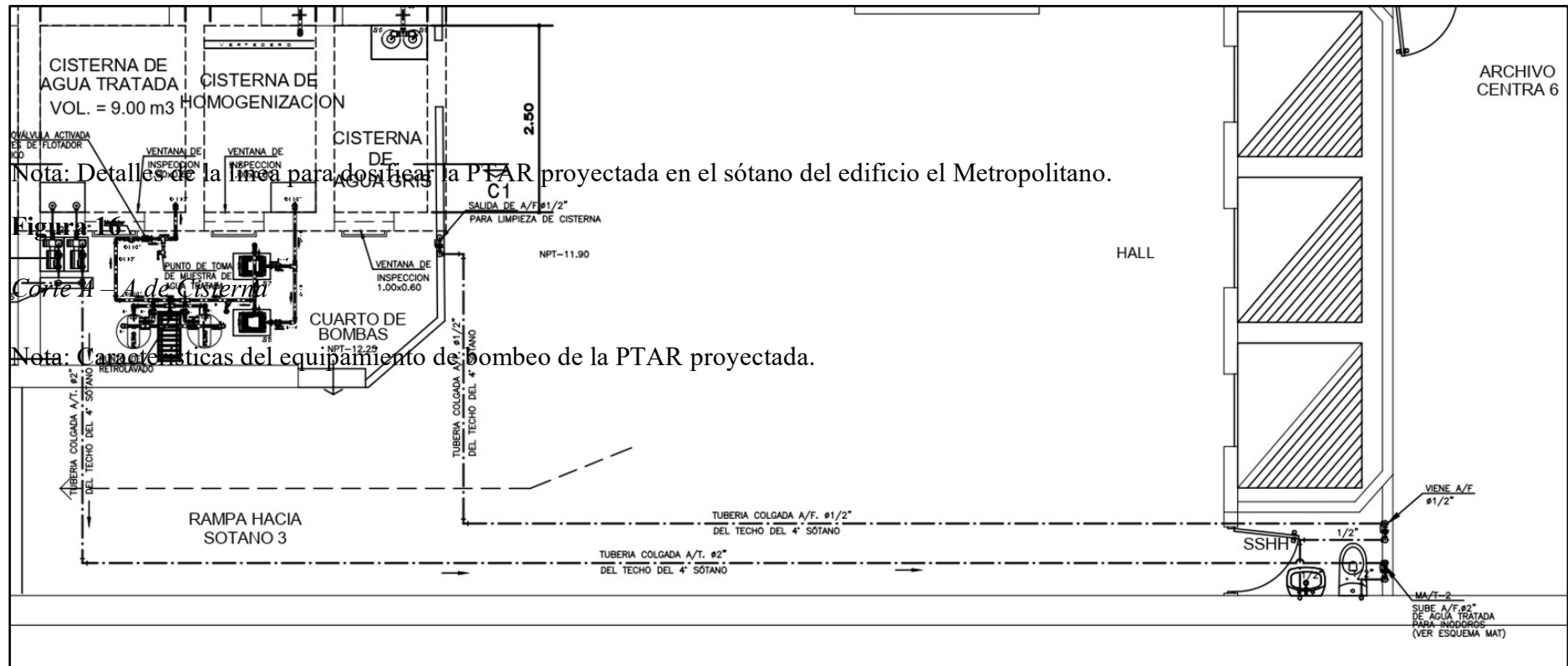


Nota: Detalles de la ventilación y rebose PTAR proyectada en el sótano del edificio el Metropolitano.

4.2.4. Diseño de la línea complementaria

Figura 15

Detalle de la red complementaria



Nota: Red complementaria de desagüe para la evacuación de exceso de agua o labores de limpieza



### **4.3. Objetivo Especifico Tercero**

El presente apartado precisa acciones realizadas para determinar el costo de implementación del sistema de tratamiento de aguas residuales en el edificio para oficinas “El Metropolitano; para tal efecto, teniendo en cuenta los planos, se determinaron las partidas y/o actividades asociadas a la implementación del proyecto, se calcularon los metrados respectivos que se emplearan en cada una de las partidas asociadas y se elaboraron los precios unitarios de cada una de las partidas requeridas; seguidamente, se multiplican los precios unitarios de las partidas por sus metrados asociados, obteniéndose el presupuesto correspondiente.

#### ***4.3.1. Cuantificación de metrados***

De conformidad a lo establecido en el Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, El Peruano (2018), los metrados son el cálculo o la cuantificación por partidas de la cantidad de obra a ejecutar, según la unidad de medida establecida, consecuentemente se ha procedido a realizar el cálculo de los metrados teniendo en cuenta la lista de partidas o actividades respectivas; los resultados se muestran en los Anexos F y G.

Asimismo, la norma técnica de metrados para obras de edificación y habilitaciones urbanas, aprobada mediante Resolución Directoral N° 073-2010/VIVIENDA/VMCSDNC, El Peruano (2011), define a las partidas como cada uno de los productos o servicios que conforman el presupuesto de una Obra.

Complementariamente, las partidas pueden jerarquizarse según su orden de importancia, de acuerdo con lo establecido en la norma técnica de metrados para obras de edificación y habilitaciones urbanas, aprobada mediante Resolución Directoral N° 073-2010/VIVIENDA/VMCSDNC, El Peruano (2011), según como sigue a continuación:

- Partidas de primer orden: Agrupan partidas de características similares. Pueden ser llamadas Partidas Título.
- Partidas de segundo orden. Agrupan partidas genéricas, que nombran una labor en general o sin precisar detalle. Estas pueden ser llamadas Partidas Subtítulos o Partidas Básicas.
- Partidas de tercer orden. Son partidas específicas que indican mayor precisión de trabajo. Estas pueden ser llamadas Partidas Básicas.
- Partidas de cuarto orden. Son partidas para casos excepcionales, de mayor especificidad.

#### ***4.3.2. Análisis de Precios Unitarios***

Teniendo en cuenta lo manifestado en el manual del Expediente Técnico de Obras de Edificación, Sencico (2009), los análisis de precios unitarios son la sumatoria de recursos o aportes de mano de obra y/o materiales y/o equipos y herramientas, afectados por el precio unitario correspondiente, lo cual determina obtener un costo total por unidad de medida de dicha partida.

Asimismo, para efectuar el análisis de precios unitarios, el manual del Expediente Técnico de Obras de Edificación, Sencico (2009), recomienda el siguiente procedimiento:

- Estudiar detenidamente las especificaciones técnicas del proyecto a realizar y elaborar una relación de las diversas partidas constructivas, Asignar a cada partida un código que deberá ser el mismo que figura en el metrado.
- Determinar para cada partida los materiales, el personal necesario y el equipo.
- Obtener los coeficientes de aporte de cada uno de los materiales, el factor hora-hombre y el valor hora-máquina del equipo que interviene en la ejecución de cada una de las partidas.

- Investigar en el mercado y obtener el precio unitario de los materiales, el jornal horario del capataz, operario, oficial, peón y el costo horario de alquiler del equipo.
- Obtener los parciales multiplicando los coeficientes de aporte por los precios unitarios, los factores hora-hombre por los jornales unitarios y el valor hora-máquina por el costo horario de alquiler del equipo.
- Obtener el total de materiales sumando los parciales.
- Obtener el total de mano de obra sumando sus parciales e incrementando esta suma en el porcentaje correspondiente a las leyes sociales.
- Obtener el total de equipos sumando sus parciales.
- Obtener el costo unitario sumando los totales de materiales, mano de obra y equipo.

### Figura 18

#### *Proceso de cálculo de análisis de precios unitarios*

Partida	03.01.02.03	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 1" (COLGANTE)						
Rendimiento	m/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000			Costo unitario directo por : m		31.54
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
		<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ			hh	0.1000	0.0320	30.37	0.97
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.3200	23.36	7.48
0101010004	OFICIAL			hh	1.0000	0.3200	18.45	5.90
								<b>14.35</b>
		<b>Materiales</b>						
0204240032	COLGADORES PARA TUBOS 1"			und		0.2500	15.00	3.75
02050700020006	TUBERIA PVC SAP C-10 SIP DE 1" X 5 m			m		1.1000	7.20	7.92
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC			gal		0.0400	120.00	4.80
								<b>16.47</b>
		<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	14.35	0.72
								<b>0.72</b>

Nota: Se muestra las consideraciones de mano de obra, materiales y equipos empleados en el cálculo de los análisis de precios unitarios de la partida tubería de PVC

### ***4.3.3. Cálculo del presupuesto***

Teniendo en cuenta lo manifestado en el manual del Expediente Técnico de Obras de Edificación, Sencico (2009), el presupuesto, es el costo estimado aprobado por la entidad para la contratación de obras, sobre la base de los precios de mercado obtenidos mediante estudios e indagaciones y que está referido al objeto de adquisición o contratación.

Por lo tanto, señala además el manual del Expediente Técnico de Obras de Edificación, Sencico (2009), para determinar el valor de la obra debe conocerse los siguientes parámetros:

- Las partidas que se necesitan deben estar codificadas.
- Los metrados de cada partida deben estar sustentados.
- Los costos unitarios deben estar revisados.
- Los porcentajes de gastos generales deben estar sustentados y los de la utilidad debe estar estimados.
- El impuesto general a las ventas debe estar considerado. En términos técnico-prácticos el presupuesto de obra debe estar estructurado de la siguiente manera.

En ese sentido, en la Tabla 10, se precisa las acciones realizadas, conforme a lo establecido en la normativa técnica nacional, requerida para el cálculo del costo de implementación del sistema de reutilización de aguas residuales del edificio “El Metropolitano”.

**Tabla 10***Presupuesto del Proyecto*

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
<b>01</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>				<b>64,071.86</b>
01.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>3,680.51</b>
01.01.01	<b>EXCAVACIONES</b>				<b>3,680.51</b>
01.01.01.01	EXCAVACION MASIVA PARA CISTERNA	3	126.27	4.91	619.99
01.01.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	3	157.84	19.39	3,060.52
01.02	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>60,391.35</b>
01.02.01	<b>CISTERNA</b>				<b>60,391.35</b>
01.02.01.01	CONCRETO CISTERNA $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	3	47.19	324.56	15,315.99
01.02.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CISTERNAS	2	300.41	88.72	26,652.38
01.02.01.03	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ kg/cm <sup>2</sup>	g	3,775.20	4.88	18,422.98
<b>02</b>	<b>ARQUITECTURA</b>				<b>15,609.30</b>
02.01	<b>REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>				<b>15,609.30</b>
02.01.01	TARRAJEO IMPERMEABILIZADO	2	300.41	51.96	15,609.30
<b>03</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>				<b>295,934.23</b>
03.01	<b>SISTEMA DE AGUA FRIA</b>				<b>207,491.89</b>
03.01.01	<b>SALIDAS PARA PUNTOS DE AGUA FRIA</b>				<b>34,960.64</b>
03.01.01.01	SALIDA DE AGUA FRIA TUBERIA PVC C-10 $\phi=1/2"$	pto.	286.00	122.24	34,960.64
03.01.02	<b>REDES DE DISTRIBUCION</b>				<b>56,539.94</b>
03.01.02.01	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 1/2" (COLGANTE)		21.11	44.75	944.67
03.01.02.02	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 3/4" (COLGANTE)		11.00	30.04	330.44
03.01.02.03	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 1" (COLGANTE)		6.80	31.54	214.47
03.01.02.04	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 1 1/4" (COLGANTE)		682.00	33.03	22,526.46
03.01.02.05	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 2 1/2" (COLGANTE)		6.00	63.43	380.58
03.01.02.06	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 2" (COLGANTE)		109.05	63.06	6,876.69
03.01.02.07	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 1/2"		437.00	41.87	18,297.19
03.01.02.08	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 3/4"		243.50	26.91	6,552.59
03.01.02.09	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 1"		15.00	27.79	416.85
03.01.03	<b>REDES DE ALIMENTACION</b>				<b>7,625.08</b>
03.01.03.01	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 1"		55.50	27.79	1,542.35
03.01.03.02	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 1 1/4"		51.25	29.28	1,500.60
03.01.03.03	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 1 1/2"		30.00	33.49	1,004.70
03.01.03.04	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 2"		60.45	59.18	3,577.43
03.01.04	<b>VALVULAS</b>				<b>39,092.63</b>
03.01.04.01	ELECTROVALVULA D=1 1/2"	nd	1.00	1,039.68	1,039.68
03.01.04.02	MEDIDOR	nd	1.00	1,282.48	1,282.48

03.01.04.03	VALVULA CHECK DE BRONCE DE 1 1/2"	nd	2.00	288.87	577.74
03.01.04.04	VALVULA CHECK DE BRONCE DE 2"	nd	3.00	463.86	1,391.58
03.01.04.05	VALVULA COMPUERTA DE 1/2"	nd	203.00	164.29	33,350.87
03.01.04.06	VALVULA COMPUERTA DE 1"	nd	1.00	185.09	185.09
03.01.04.07	VALVULA COMPUERTA DE 2"	nd	3.00	421.73	1,265.19
03.01.05	<b>EQUIPOS Y OTRAS INSTALACIONES</b>				<b>69,273.60</b>
03.01.05.01	BOMBA TIPO SUMERGIBLE 1 HP (Q=1.8 LPS, HDT=75 M)	nd	2.00	12,000.00	24,000.00
03.01.05.02	BOMBA TIPO SUMERGIBLE 1 HP (Q=0.44 LPS, HDT=10 M)	nd	2.00	7,500.00	15,000.00
03.01.05.03	BOMBA TIPO CENTRIFUGA 1 HP (Q=0.44 LPS, HDT=30 M)	nd	2.00	9,000.00	18,000.00
03.01.05.04	BOMBA APLICACIÓN DAC-1 (Q=0.40 LPH, POT=32 W, H=7.0 M)	nd	2.00	6,124.72	12,249.44
03.01.05.05	BOMBA APLICACIÓN ART-12 (Q=0.10 LPH, POT=32 W, H=7.0 M)	nd	2.00	6,124.72	12,249.44
03.01.05.06	FILTRO MULTIMEDIA	nd	1.00	3,387.36	3,387.36
03.01.05.07	FILTRO CARBON ACTIVADO	nd	1.00	4,387.36	4,387.36
03.02	<b>SISTEMA DE DESAGUE</b>				<b>88,442.34</b>
03.02.01	<b>SALIDAS DE DESAGUE</b>				<b>17,782.45</b>
03.02.01.01	SALIDA DESAGUE DE PVC SAL 2"	pto.	149.00	37.94	5,653.06
03.02.01.02	SALIDA DESAGUE DE PVC-SAL 4"	pto.	117.00	103.67	12,129.39
03.02.02	<b>REDES DE DERIVACION</b>				<b>25,924.02</b>
03.02.02.01	TUBERIA DE PVC-SAL 2"		333.40	31.49	10,498.77
03.02.02.02	TUBERIA DE PVC-SAL 3"		8.00	34.79	278.32
03.02.02.03	TUBERIA DE PVC-SAL 4"		292.90	35.89	10,512.18
03.02.02.04	TUBERIA DE PVC-SAL 2" (COLGADO)		41.50	34.59	1,435.49
03.02.02.05	TUBERIA DE PVC-SAL 3" (COLGADO)		29.20	38.39	1,120.99
03.02.02.06	TUBERIA DE PVC-SAL 4" (COLGADO)		52.10	39.89	2,078.27
03.02.03	<b>REDES COLECTORAS</b>				<b>26,839.26</b>
03.02.03.01	TUBERIA DE PVC-SAL 2"		420.00	31.49	13,225.80
03.02.03.02	TUBERIA DE PVC-SAL 3"		153.00	34.79	5,322.87
03.02.03.03	TUBERIA DE PVC-SAL 4"		231.00	35.89	8,290.59
03.02.04	<b>REGISTROS</b>				<b>17,896.61</b>
03.02.04.01	REGISTRO DE BRONCE 2"	nd	69.00	47.59	3,283.71
03.02.04.02	REGISTRO DE BRONCE 3"	nd	4.00	59.93	239.72
03.02.04.03	REGISTRO DE BRONCE 4"	nd	63.00	69.93	4,405.59
03.02.04.04	SUMIDERO DE BRONCE ROSCADO 2"	nd	67.00	148.77	9,967.59
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>395,615.39</b>
<b>SON: TRESCIENTOS NOVENTA Y CINCO MIL SEISCIENTOS QUINCE Y 39/100 NUEVOS SOLES</b>					

Nota: Presupuesto general para la construcción de la PTAR en el edificio el Metropolitano.

De acuerdo con el presupuesto del proyecto de implementación del sistema de tratamiento de aguas residuales, el monto obtenido es de **S/. 395,615.39**, divididos en Estructura, Arquitectura, Instalaciones Sanitarias e Instalaciones electromecánicas.

4.3.4. Análisis comparativo del consumo

Teniendo en cuenta 850 metros cúbicos en un mes, como consumo aproximado de agua del edificio “El Metropolitano”, podemos tener una idea de cuanto significaría el ahorro aproximado primeramente de agua, dado que al reutilizar las aguas residuales se puede ahorrar hasta 7.33 metros cúbicos en un día, lo cual nos da como resultado 219.9 metros cúbicos, es decir más del 25% de consumo de agua puede procurar en ahorro la implementación del sistema de tratamiento de aguas residuales.

Figura 19

Recibo de agua del edificio “El Metropolitano”

**sedapal** INSTITUTO METROPOLITANO PROTRANSPORTE DE LIMA  
 www.sedapal.com.pe Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima  
 Autopista Ramón Prohía 210 El Agustino - LIMA RUC: 2010142324

Suministro N° 3216702-5

INFORMACIÓN GENERAL  
 Titular de la conexión: INSTITUTO METROPOLITANO PROTRANSPORTE DE LIMA (CERCADO)  
 Dirección del suministro: JR CUSCO 270 BAJOS - CERCADO  
 Días de uso: LIMA (CERCADO)  
 Tipo de facturación: Mensual  
 Lectura: ESTATAL  
 Unidad de uso: I  
 Actividad: INSTITUCIONES U OFICINAS PÚBLI

INFORMACIÓN DE PAGO  
 Fecha de emisión: 07/08/2019  
 Período de consumo: 10/07/2019 - 10/08/2019  
 Ref. de cobro: 3216702237  
 N° de recibo: 1002049-11001201903  
 Mes facturado: Agosto 2019  
 Fecha de vencimiento: 13/09/2019

LECTURA DE MEDIDOR  
 Medidor: SE12003052  
 Anterior: 60232  
 Actual: 61078  
 Consumo (m3): 846

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA  
 Estructura Tarifaria (02/03/2019)  
 Tarifa: Estatal  
 Rango: 0 a más  
 Agua Alcant.: 1.121 1.551

DETALLE DE FACTURACIÓN  

Concepto	Importe
Volumen de Agua Potable	846.00 m3
Servicio de Alcantarillado	2.262.15
Cargo Fijo	1.349.09
Consumo en sistema de límite 25 mm (I)	5.08
I.G.V. 6.028.10 x 18%	1.093.04
Nota	23.11
Recobro del mes anterior	0.00
Recobro del mes actual	0.00
Consumo del mes	7.136.30

Importe total a pagar: S/ \*\*\*\*7,136.30

MENSAJES  
 Gracias por la puntualidad en sus pagos

Nota: De manera referencial se muestra el detalle de consumo en metros cúbicos de agua en un mes cualquiera.

Adicionalmente, considerando 3.525 soles como costo para la tarifa estatal, el ahorro económico mensual por consumo de agua ascendería a 775.15 soles, es decir más del 25% del costo por consumo mensual de agua.

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Tras lo expuesto en los resultados, es pertinente continuar con la contrastación de los mismo con investigaciones previas o antecedentes relacionados a la presente investigación, por ello se ha tenido a bien emplear, a modo de discusión, los siguientes aportes.

De acuerdo con el objetivo general, determinar la factibilidad de que las aguas residuales se reutilicen en el edificio para oficinas “El Metropolitano”, en base a los resultados obtenidos sobre todo los relacionados con el costo, se coligió que es factible reutilizar las aguas residuales de la edificación para oficinas “El Metropolitano”, a efectos de contribuir con la preservación del abastecimiento de agua potable en la ciudad de Lima; al respecto, autores como Bermejo (2012), manifiesta lo siguiente:

Es necesario concienciar al ciudadano y dar visibilidad a estos costes de cara al usuario, informar a la opinión pública de todo lo que se encierra tras la compleja gestión del servicio, lo que está pagando por él y lo que habitualmente paga por otro tipo de servicios (p. 124).

Consecuentemente, se puede decir que cuando se trate de implementar nuevas tecnologías para el aprovechamiento del agua, es necesario informar a los ciudadanos sus bondades, logrando concienciar a los usuarios y hacer factible reutilizar las aguas residuales de una edificación para oficinas administrativas a efectos de contribuir con la preservación del abastecimiento de agua potable en la ciudad.

En cuanto al objetivo específico primero, determinar las características del recurso hídrico para su reutilización en el edificio para oficinas “El Metropolitano”, se obtuvo como resultado que el porcentaje del recurso hídrico a necesitar para el “sistema de reutilización de aguas residuales” de la edificación para oficinas “El Metropolitano”, es favorable, ya que la oferta es mayor a la demanda de agua, siendo suficiente para el abastecimiento a todos los pisos

del edificio en estudio; este resultado se corrobora y guarda concordancia con el estudio de Pari (2018), ya que luego de obtener sus resultados, nos manifiesta que:

La reutilización de las aguas grises domesticas influirá significativamente a mejorar la insuficiencia del agua potable en los edificios multifamiliares – Lima. Se diseñará un nuevo sistema sanitario que permita aislar las aguas grises de las aguas negras facilitando su reutilización (p. 1).

Además, podemos complementar lo citado en el párrafo anterior, con el estudio de Loza (2017), quien afirma que:

Con este sistema se recupera el 40% del agua consumida en el edificio, generando un ahorro financiero para los propietarios, y lo más importante es que se crea un ambiente sostenible para la vida humana, aportando a que se reduzca el déficit hídrico en la ciudad de Tacna.

Por otro lado, para el objetivo específico segundo, diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales para su reutilización en el edificio de oficinas “El Metropolitano”. se obtuvo como resultado que el diseño del sistema de reutilización de aguas residuales es óptimo para oficinas del edificio. Al respecto, autores como Kestler (2004) “Uso, reúso y reciclaje del agua residual en una vivienda”, nos dice que:

El acto de construir, de edificar genera un impacto en el ambiente, pero que esta propuesta busca minimizar en lo posible el impacto y crear un desarrollo sostenible para que no agote el recurso de agua, sino que sea generador y regulador de los recursos empleados (p. 53).

Asimismo, Bermejo (2012), prioriza como resultado propuestas con características que den prevalencia a la sostenibilidad, afirmando que “la planificación de la ciudad marca la

sostenibilidad del recurso hídrico. En ciudades nuevas dónde pueden construirse redes separativas, puede satisfacerse la demanda de agua no potable desarrollando sistemas de regeneración o reutilización de aguas” (p. 125), pero teniendo en cuenta los costos por su implementación y las condiciones sanitarias adecuadas.

En cuanto al último objetivo específico, determinar el costo de implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales para su reutilización en el edificio para oficinas “El Metropolitano”. se obtuvo como resultado el costo de implementación del sistema de reutilización de aguas residuales del edificio para oficinas “El Metropolitano”, es positivo, siendo un monto de 395,615.39, recuperado con el tiempo con el ahorro en el consumo de agua potable. Al respecto, estudios como el de Loza (2017), enfocados en el aprovechamiento de aguas residuales obtuvieron resultados favorables, puesto que concluyó que:

Los beneficios directos que proporciona el construir un sistema de reciclado, genera un ahorro en el consumo de agua potable y por ende, en la economía de los usuarios en los departamentos; los costos disminuyeron de S/. 42.42 nuevos soles, a S/. 23.71 Nuevos Soles por departamento. Ahorrando por persona S/. 3.12 Nuevos Soles, que en 20 años hará un acumulado de S/. 748.36 Nuevos Soles (p.109).

Del mismo modo la investigación de Valera (2017) que procura reutilizar el agua residual de los servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello, en San Juan de Lurigancho, obtuvo como resultado que:

También el tratamiento de las aguas grises disminuye su nivel de descontaminación biológica en los parámetros de grasa y aceites, lo que indica además que los valores de las características biológicas de las aguas grises tratadas son menores que el promedio del nivel en el parámetro internacional.

Según los resultados obtenidos, en el presupuesto detallado estimado para el tratamiento de las aguas grises para la Multifamiliar Canto Bello, fue de \$ 1,248.02 dólares americanos, incluido IGV, bombas y la construcción del sistema mismo, con lo cual resulta más conveniente aplicarlo en todo la Multifamiliar, para lograr una reducción en los costos por familia. (p. 68).

Es así como los estudios citados muestran que la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales es viable para su reutilización en una edificación, pues además de contribuir con el ahorro de agua y reducir el gasto monetario o financiero, hay una prevalencia del cuidado del medioambiente, siendo concordante con lo colegido en el presente proyecto de investigación.

## VI. CONCLUSIONES

- En cuanto al objetivo general consistente en determinar la factibilidad de que las aguas residuales se reutilicen en el edificio para oficinas “El Metropolitano”, se pudo determinar que el insumo residual existente cumple con los parámetros físicos, químicos y biológicos requeridos y que el volumen estimado de agua a tratar, cubre la necesidad de agua para atender el 100% de los inodoros del edificio; asimismo, no obstante las dificultades existentes con la disponibilidad del espacio, por tratarse de una edificación ya construida, fue posible proyectar un sistema para el tratamiento de las aguas residuales, de conformidad con las necesidades de diseño y acorde con la normativa técnica vigente, asimismo, realizado el análisis de costos de implementación del sistema de tratamiento de aguas residuales, el resultado frío indica una recuperación de la inversión de aproximadamente 42 años, sin embargo, se debe enfocar el análisis en el 25% de ahorro mensual de agua obtenido, lo cual, además de hacer factible la implementación, significa un aporte importante para: satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones.
- En cuanto al primer objetivo específico consistente en determinar las características del recurso hídrico para su reutilización en el edificio para oficinas “El Metropolitano”, se comprobó que las aguas residuales presentan parámetros físicos, químicos y biológicos muy por debajo de los estándares mínimos normativos, no representando un problema para su tratamiento; asimismo, el abastecimiento del agua tratada es satisfactorio, debido a que el volumen estimado para el consumo de los inodoros de toda la edificación es 7.33m<sup>3</sup>, y el volumen calculado a tratar es de 7.88m<sup>3</sup>, este volumen es suficiente para tratar el 100% de los inodoros del edificio, siendo necesario un equipo de bombeo de presión constante y velocidad variable, compuesto por dos electro bombas centrífugas de eje vertical con

capacidad cada una para  $Q = 1.80$  lps. y  $HDT = 75$  m. y una red de distribución dimensionada que suministra agua tratada a cada inodoro seleccionado del Edificio, por tanto, la oferta es mayor que la demanda bajo una situación normal de funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales.

- En cuanto al segundo objetivo específico consistente en diseñar el sistema de tratamiento de aguas residuales para su reutilización en el edificio de oficinas “El Metropolitano”, los resultados nos presentan que su proyección en el edificio de estudio, fue óptima, ya que pudo ser adaptado a las estructuras existentes del edificio, teniendo en cuenta tres compartimientos, que se encuentran en el cuarto sótano, que procesan y purifican las aguas residuales, cada uno con ventanas de inspección y con un punto de toma de muestra de agua tratada, empleando para tal efecto dos filtros: un “Filtro Multimedia” y un “Filtro de Carbón Activado”, complementado con un equipo de bombeo de presión constante y velocidad variable, compuesto por dos electro bombas centrífugas de eje vertical con capacidad cada una para  $Q = 1.80$  lps. y  $HDT = 75$  m. y una red de distribución debidamente dimensionada que suministra agua tratada a cada inodoro seleccionado del Edificio.
- En cuanto al tercer objetivo específico consistente en determinar el costo de implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales para su reutilización en el edificio para oficinas “El Metropolitano”, se calculó que es de S/. 395,615.39, asimismo, el ahorro económico mensual por concepto de consumo de agua asciende a los 775 soles aproximadamente, lo que da como resultado un periodo de recuperación de la inversión de cerca de 42 años; no obstante, el análisis debe estar enfocado en los 219.9 metros cúbicos de ahorro mensual de agua en la edificación, lo cual, en términos de sostenibilidad, significa una gran contribución a la preservación del recurso hídrico para las futuras generaciones.

## VII. RECOMENDACIONES

- Realizar una evaluación integral, insumo – espacio - infraestructura, para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en edificaciones existentes, con el propósito de determinar si el recurso hídrico residual cumple en características y cantidad, para satisfacer la necesidad de flujo requerida, y si el espacio existente dentro del predio, con estructuras y cimientos preexistentes, permiten la proyección de una red de tratamiento, sin perjudicar el periodo de diseño de la edificación.
- Realizar una evaluación minuciosa en un laboratorio autorizado por INACAL, para determinar las características físicas, químicas y biológicas del agua residual, independientemente de su procedencia, lavatorios, urinarios, etc., esto, a efectos de evaluar las condiciones iniciales del insumo y determinar si es posible abastecer el volumen de agua requerido por las instalaciones sanitarias que se prevean emplear.
- Se recomienda que se continúe con la aplicación de los objetivos del presente trabajo, en nuevos proyectos de investigación que evalúen alternativas que procuren, por ejemplo, su aprovechamiento en viviendas unifamiliares, el reemplazo del sistema de bombeo, o la manera de normar su uso en proyectos de vivienda multifamiliares o edificios para oficinas, sean estos estatales o privados.
- Finalmente se recomienda que las entidades del estado implementen de manera progresiva una PTAR en sus edificaciones, con las recomendaciones del presente proyecto, promoviendo de esta manera, además del ahorro financiero, la preservación del agua potable para las futuras generaciones.

## VIII. REFERENCIAS

- Allen, L. (2015). *Manual de diseño para manejo de aguas grises para riego exterior*. Greywater Action. Obtenido de <https://greywateraction.org/wp-content/uploads/2014/11/finalGWmanual-esp-5-29-15.pdf>
- ANA . (2017). *Asociación Nacional del Agua*. Lima : Ministerio de agricultura y riego.
- Ardila, M. (2013). *Viabilidad técnica y económica del aprovechamiento de aguas grises domésticas*. [Tesis de Maestría]. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/51494>
- Arocutipa, J. (2013). *Evaluación y propuesta técnica de una planta de tratamiento de aguas residuales en Massiapo del distrito de Alto Inambari – Sandia*. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional del Altiplano, Puno. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4516>
- Baquero, M. (2013). Ahorro de agua y reutilización en la edificación en la ciudad de Cuenca, Ecuador. *Estoa. Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo* , 2(3), 71-81. doi:<https://doi.org/10.18537/est.v002.n003.06>
- Baptista, P., Fernandez, C., Hernandez, R. (2014) *Metodología de la Investigación*. (6ta ed.). McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A.

- Bermejo, D. (2012). *Reutilización de aguas residuales domésticas. Estudio y comparativa de tipologías edificatorias: depuradoras naturales como alternativa sostenible*. [Tesis de Maestría]. Universidad de Alicante, España.
- Carrasco, S. (2009). *Metodología de la investigación científica*. Lima: San Marcos.
- Correa, Martines & Ortiz (201). Reducción de la brecha en el acceso al agua potable y alcantarillado en Lima Metropolitana. [Tesis de Maestría]. Universidad del Pacifico, [https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/3453/Correa%2C%20Milagros\\_Trabajo%20de%20investigaci%C3%B3n\\_Maestria\\_2021.pdf?sequence=1](https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/3453/Correa%2C%20Milagros_Trabajo%20de%20investigaci%C3%B3n_Maestria_2021.pdf?sequence=1)
- Decreto Supremo N° 011-2006- Vivienda. ((8 de junio de 2006)). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. MVCS.
- Díaz, G (2023). La sequía provoca una crisis de agua potable en Uruguay, diario el País, <https://elpais.com/internacional/2023-05-15/la-sequia-provoca-una-crisis-de-agua-potable-en-uruguay.html#?rel=mas>
- Ericksson, E. (2002). *Characteristics of Grey Waste Water*. EE.UU: Urban Water.
- Franco, M. (2012). *Tratamiento y Reutilizacion de Aguas Grises con Aplicacion a caso de Chile*. Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- Friedler, E., & Galil, N. (2003). *International Conference of efficient use and management of water in urbaan area*. Israel: Technion-Israel Institut of technology.
- Gutiérrez, D. (2011). *Reutilización de agua servida para riego de jardines por tratamiento biológico usando la tecnología de lodos activados por aereación extendida*. [Tesis para

- optar el título de Ingeniería]. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/6344>
- Kestler, P. (2004). *Uso, reúso y reciclaje del agua residual en una vivienda*. Tesis para optar el título de Ingeniera Civil, Universidad Rafael Landívar, Guatemala.
- Lillo, L. (2007). *Cálculo y diseño de la instalación de reutilización de aguas grises y recogida de aguas pluviales en un edificio de viviendas*. [Tesis de Licenciatura]. Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/2099.1/4590>
- Llanos, G. (2012). *Propuesta de instalación hidráulica sanitaria para la reutilización de aguas grises y aprovechamiento de agua pluvial en unidades habitacionales ubicadas en la ciudad de México*. [Tesis de Maestría]. Universidad Autónoma de México, México. Obtenido de <http://www.dgb.unam.mx/index.php/quienes-somos/dudas-y-comentarios>
- Loza, P. (2017). *Diseño de un sistema de reciclado de aguas grises y su aprovechamiento para un desarrollo sostenible en una vivienda multifamiliar de doce pisos en la ciudad de Tacna, 2017*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil]. Universidad Privada de Tacna. Obtenido de <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/341>
- MINAM. (18 de Junio de 2020). *Acerca de nosotros: MINAM*. Obtenido de MINAM Web site: <https://infoaireperu.minam.gob.pe/limite-maximo-permisible-lmp/>
- Ortiz, C., & Sánchez, A. (2021). *Diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana- Piura*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Institucional UCV. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/84528>

- OEFA (2014). *Fiscalización ambiental en aguas residuales - OEFA (Organismo de evaluación y fiscalización ambiental)* Web site: [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827)
- Organización de las Naciones Unidas (2015). Agenda 2030 - Objetivos para el desarrollo sostenible, <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>
- Pari, P. (2018). *Reutilización de aguas grises domesticas ante la insuficiencia de agua potable en edificios multifamiliares - Lima*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil]. Universidad Peruana Los Andes, Lima.
- Parodi, GP. (2016). *Recarga del acuífero de lima mediante el uso de aguas residuales tratadas*. [Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil]. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad. (25 de Mayo de 2020). *Acerca de nosotros: Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad*. Obtenido de Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad Web site: <https://www.responsabilidadsocial.net/medio-ambiente-que-es-definicion-caracteristicas-cuidado-y-carteles/#:~:text=El%20medio%20ambiente%20es%20el,y%20en%20las%20generaciones%20futuras.>
- Rivera, G., & Molina, J. M. (2006). Medición del impacto económico de una empresa minera en su entorno como herramienta de gestión. *Gestión y Ambiente*, 9(1), 39-48. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169421183003>
- Rodríguez, A., Aragón, A., & Ávalos, K. (2010). Cultura de reutilización y reciclaje en estudiantes de humanidades de primer y tercer grados. Xalapa, Ver., Universidad

Ruiz, M (2009), Estado Constitucional de Derecho, democracia y descentralización; Estado de Derecho en el marco de la Descentralización en los Países Andinos, obtenido de [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3\\_uibd.nsf/41D8C999437DFFFF0525786A007A97A1/\\$FILE/estado\\_derecho\\_ponencias\\_LIMA.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3_uibd.nsf/41D8C999437DFFFF0525786A007A97A1/$FILE/estado_derecho_ponencias_LIMA.pdf)

Veracruzana. 2009. Estudio exploratorio. *Sociogénesis, Revista Electrónica de Sociología.*, 4, 2-25. Obtenido de <http://www.uv.mx/sociogenesis>.

Sancha, A. (2002). *Apuntes Curso CI511: Calidad de Aguas*. Universidad de Chile, Santiago de Chile.

Soler, D. (2020). La lección de la ciudad que estuvo a punto de quedarse sin agua, diario el País. [https://elpais.com/elpais/2020/02/21/planeta\\_futuro/1582281474\\_949277.html](https://elpais.com/elpais/2020/02/21/planeta_futuro/1582281474_949277.html)

Valera, A. (2017). *Tratamiento de aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil]. Universidad Cesar Vallejo, Lima. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/16657>

**IX. ANEXOS**

### ANEXO A. Matriz de Consistencia

**TEMA:** AGUAS RESIDUALES Y LA FACTIBILIDAD DE SU REUTILIZACIÓN EN EL EDIFICIO PARA OFICINAS “EL METROPOLITANO”

PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS PRINCIPAL	DIMENSIONAMIENTO DE VARIABLES	METODOLOGÍA
¿En qué medida es factible que las aguas residuales se reutilicen en el edificio para oficinas “El Metropolitano”?	Determinar la factibilidad de que las aguas residuales se reutilicen en el edificio para oficinas “El Metropolitano”.	Es factible que las aguas residuales se reutilicen en el edificio para oficinas “El Metropolitano”	<p><b><u>Variable Independiente:</u></b></p> <p>Las aguas residuales.</p> <p><u>Dimensiones</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen de recurso hídrico</li> <li>• Parámetros del recurso hídrico (físicas, químicas, biológicas)</li> <li>• Red de instalaciones sanitarias existentes</li> </ul>	<p><b>Enfoque de investigación:</b></p> <p>La investigación tiene un enfoque Cuantitativo</p> <p><b>Alcance de la investigación:</b></p> <p>El Alcance de la investigación es Descriptivo</p> <p><b>Tipo de investigación:</b></p> <p>La investigación es del tipo Aplicada</p> <p><b>Población:</b></p> <p>Edificios para oficinas de la Municipalidad de Lima</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>Edificio para oficinas el Metropolitano</p>
PROBLEMA SECUNDARIO	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS SECUNDARIAS		
¿Cuáles son las características del recurso hídrico para su reutilización en el edificio para oficinas “El Metropolitano”?	Determinar las características del recurso hídrico para su reutilización en el edificio para oficinas “El Metropolitano”, Lima 2023.	Las características del recurso hídrico permiten su reutilización en el edificio para oficinas “El Metropolitano”	<p><b><u>Variable Dependiente:</u></b></p> <p>Reutilización de las aguas residuales en el edificio para oficinas el Metropolitano.</p> <p><u>Dimensiones</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de tratamiento de aguas residuales (Dimensionamiento, Planta de tratamiento de aguas residuales, Diámetros de tuberías, Planos)</li> <li>• Costo de implementación (Metrados, Precios unitarios, Presupuesto).</li> </ul>	
¿Es viable diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales para su reutilización en el edificio de oficinas “El Metropolitano”?	Diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales para su reutilización en el edificio de oficinas “El Metropolitano”	El diseño un sistema de tratamiento de aguas residuales viabiliza su reutilización en el edificio de oficinas “El Metropolitano”		
¿Cuál es el costo de implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales para su reutilización en el edificio para oficinas “El Metropolitano”?	Determinar el costo de implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales para su reutilización en el edificio para oficinas “El Metropolitano”.	El costo de implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales factibiliza su reutilización en el edificio para oficinas “El Metropolitano”		

### ANEXO B. Matriz de Operacionalización de Variables

**TEMA:** AGUAS RESIDUALES Y LA FACTIBILIDAD DE SU REUTILIZACIÓN EN EL EDIFICIO PARA OFICINAS “EL METROPOLITANO”

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES DE MEDIDA
VI: Las aguas residuales.	Son aquellas aguas cuyas características físicas, químicas y/o biológicas originales fueron alteradas debido a un efecto antrópico	Se refiere a la cantidad de agua residual que ha sido empleada en la edificación y que presenta las condiciones para su reutilización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen de recurso hídrico</li> <li>• Parámetros del recurso hídrico (físicos, químicos, biológicos)</li> <li>• Red de instalaciones sanitarias existentes</li> </ul>	DBO DQO Dureza Alcalinidad pH Solidos totales Turbidez Diámetros de tuberías Volumen de aguas residuales	mg/l (miligramo por litro) ml/l (mililitros por litro) Unid.pH (unidades de PH) °C (grados centígrados) NMP/100ml (número más probable en 100 ml) m <sup>3</sup> (metros cúbicos)
VD: Reutilización de aguas residuales en el edificio para oficinas el Metropolitano.	Sistema que permite un conjunto de procesos y operaciones de índole físico-químicas y también biológicas, con el propósito de depurar de manera sistemática las aguas que ya fueron empleadas en los que haceres domésticos, requiriendo para tal efecto un respectivo costo.	Está referida a la red proyectada dentro de las instalaciones de la edificación, cuyo alcance depende del espacio, la infraestructura y el costo de implementación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de tratamiento de aguas residuales (Dimensionamiento, Planta de tratamiento de aguas residuales, Diámetros de tuberías, Planos)</li> <li>• Costo de implementación (metrados, precios unitarios, presupuesto)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Dotación de agua</li> <li>✓ Volumen de agua potable consumida</li> <li>✓ Volumen de aguas residuales dispuestas</li> <li>✓ Volumen de aguas residuales tratadas</li> <li>✓ Planos de Diseño</li> <li>✓ Costo por metro cúbico de agua limpia</li> </ul>	l/seg (litros por segundo) m <sup>3</sup> (metros cúbicos) l/m <sup>2</sup> /día (litros/metros cuadrados/por día) l/día (litros/día) Ø (Diámetro de tubería) UH (unidades de gasto) MDS (máxima demanda simultanea) m <sup>3</sup> /día (metros cúbicos por día) HDT (altura dinámica total)

## ANEXO C. Resultados de Laboratorio sobre análisis físico-químico



INFORME DE ENSAYO LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE  
ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-072



Registro N° LE - 072

Nº de Referencia: <b>A-22/024998</b>	Registrada en: AGQ Perú	Cliente (^): Luis Avila Llacsahuanga
Análisis: PE01-00026689-1	Centro Análisis: AGQ Perú	
Tipo Muestra: Agua Residual Doméstica	Fecha Recepción: 01/03/2022	Contrato: QMT-PE220200397
Fecha Inicio: 01/03/2022	Fecha Fin: 15/03/2022	Cliente 3º(^):----
Descripción(^): Edificio Metropolitano		
Fecha/Hora: 01/03/2022 16:00	Muestreado por: *Cliente (^)	
Muestreo:		
Lugar de Muestreo: Edif. Metropolitano		
Punto de Muestreo: Edificio Metropolitano		

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Carmen Elizabeth Quispe  
Rojas  
CIP-238104

FECHA EMISIÓN: 15/03/2022

OBSERVACIONES (\*):

AGQ PERU, S.A.C.

Av. Luis José de Orbegoso 350, San Luis . Lima. PERU

T: (511) 710 27 00

atencionalclienteperu@agqlabs.com

agqlabs.pe

1/4

N° de Referencia: A-22/024998

Descripción(\*): Edificio Metropolitano

Tipo Muestra: Agua Residual Doméstica

Fecha Fin: 15/03/2022

**RESULTADOS ANALITICOS**

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert
<b>Parámetros Físico-Químicos</b>			
Conductividad Eléctrica	641	µS/cm a 25 °C	±41,99
* pH	6,73	Unidades de pH	±0,0673
<b>Aniones -</b>			
Alcalinidad	90,2	mg/L CaCO3	±4,51
Alcalinidad	90,2	mg/L CaCO3	±4,51
Cloruros	32	mg/L	±1,59
Nitratos	< 0,5200	mg/L N-NO3	-
Sulfatos	126	mg/L	±10,3
<b>Metales Totales</b>			
*13 Boro Total	0,207	mg/L	±0,0394
*13 Calcio Total	62	mg/L	±4,96
*13 Cobre Total	0,4000	mg/L	±0,06000
*13 Hierro Total	0,1771	mg/L	±0,01771
*13 Magnesio Total	6,21	mg/L	±0,8690
*13 Manganeso Total	0,04431	mg/L	±0,00576 0
*13 Potasio Total	6,6	mg/L	±0,861
*13 Sodio Total	54	mg/L	±8,06
*13 Zinc Total	1,84	mg/L	±0,3132

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (\*). A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%.

(\*13) Ensayo cubierto por la Acreditación n° TL-502 emitida por IAS.

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

N° de Referencia: A-22/024998

Descripción(⁹): Edificio Metropolitano

Tipo Muestra: Agua Residual Doméstica

Fecha Fin: 15/03/2022

## ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
<b>Parámetros Físico-Químicos</b>				
Conductividad Eléctrica	SMEWW 2510B. 23rd Ed. 2017	Electrometría		0,150 µS/cm a 25 °C
* pH	SMEWW 4500-H+ B. 23rd Ed. 2017	Electrometría		0,150 Unidades de pH
<b>Aniones -</b>				
Alcalinidad	SMEWW 2320 B. 23rd Ed. 2017	Volumetría		4,00 mg/L CaCO3
Alcalinidad	SMEWW 2320 B. 23rd Ed. 2017	Volumetría		4,00 mg/L CaCO3
Cloruros	SMEWW 4500-Cl- B. 23rd Ed. 2017	Volumetría		0,25 mg/L
Nitratos	SMEWW 4500-NO3 D. 23rd Ed. 2017	Electrometría		0,5200 mg/L N-NO3
Sulfatos	SMEWW 4500-SO4 2- E. 23rd Ed. 2017	Espect UV-VIS		5,00 mg/L
<b>Metales Totales</b>				
*13 Boro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L
*13 Calcio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 mg/L
*13 Cobre Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 mg/L
*13 Hierro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0300 mg/L
*13 Magnesio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,001 mg/L
*13 Manganeso Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
*13 Potasio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 mg/L
*13 Sodio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,01 mg/L
*13 Zinc Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L

(#) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detec es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD



INFORME DE ENSAYO LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE  
ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-072



Registro N° LE - 072

N° de Referencia: A-22/024998

Tipo Muestra: Agua Residual Doméstica

Descripción(A): Edificio Metropolitano

Fecha Fin: 15/03/2022

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

(#) El Lim. Cuantitativo es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim. Detección es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD.

## ANEXO D. Resultados de Laboratorio sobre análisis microbiológicos



### INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia:	<b>A-22/024994</b>	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente (*):	Luis Avila Llacsahuanga
Análisis:	A-PR-0032 (E.coli, CT+CF)	Centro Análisis:	AGQ Perú		
Tipo Muestra:	Agua Residual Doméstica	Fecha Recepción:	01/03/2022	Contrato:	QMT-PE220200397
Fecha Inicio:	02/03/2022	Fecha Fin:	09/03/2022	Cliente 3º(*):	---
Descripción(*):	Edificio Metropolitano				

Fecha/Hora	01/03/2022 16:00	Muestreado por:	*Cliente (*)
Muestreo:			
Lugar de Muestreo:	Edif. Metropolitano		
Punto de Muestreo:	Edificio Metropolitano		

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Deysi Victoria Pablo Gala

FECHA EMISIÓN: 09/03/2022

OBSERVACIONES (\*):

Nº de Referencia:	A-22/024994	Tipo Muestra:	Agua Residual Doméstica
Descripción(*):	Edificio Metropolitano	Fecha Fin:	09/03/2022

## RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert
<b>Microbiología</b>			
Coliformes Termotolerantes (Fecales)	< 1,8	NMP/100 mL	-
Coliformes Totales	3,5 x 10 <sup>3</sup>	NMP/100 mL	-
Escherichia coli	< 1,8	NMP/100 mL	-

Nota: Los Resultados de este Informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este Informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (\*). A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%.

(\* Ensayo No cubierto por la Acreditación nº TL-502 emitida por IAS.

Nº de Referencia:	A-22/024994	Tipo Muestra:	Agua Residual Doméstica
Descripción(*):	Edificio Metropolitano	Fecha Fin:	09/03/2022

## ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
<b>Microbiología</b>				
Coliformes Termotolerantes (Fecales)	SMEWW 9221 B.2.3.E.1. 23rd Ed. 2017	Tubos Múltiples		1,8 NMP/100 mL
Coliformes Totales	SMEWW 9221 B. 2.3.4.5a (1,3,4), 5b. 23rd Ed. 2017	Tubos Múltiples		1,8 NMP/100 mL
Escherichia coli	SMEWW 9221 B.2.3, F.1. 23rd Ed. 2017	Tubos Múltiples		1,8 NMP/100 mL

(\*) El Lim. Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim. Detec es el valor a partir del cual detectamos. (pH, sólidos suspendidos, aceites y empuje conductividad). Para los parámetros de bacteriología es el AMO

Nº de Referencia:	A-22/024994	Tipo Muestra:	Agua Residual Doméstica
Descripción(*):	Edificio Metropolitano	Fecha Fin:	09/03/2022

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detecta es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD.

## ANEXO E. Especificaciones Técnicas del proyecto

### ART - 12

#### HOJA DE SEGURIDAD

##### 1. Denominación del material, preparación y empresa

Nombre comercial: ART-12 (solución líquida biodegradable) detergente, anti grasa.

Uso previsto: Tratamiento bioquímico de aceites y grasas residuales por reacción

Térmica de origen industriales y municipales.

Fabricante Suministrador: INNTECO SAC

##### 2. Composición /Indicaciones sobre componentes

Características Químicas: NHO, detergente alcalino, formulado sin fosfato, reactivo del DAC-1.

Componentes peligrosos: Ninguno

Aditivos peligrosos: Ninguno.

##### 3. Posibles peligros

Denominación de peligrosidad: Ninguna.

Indicaciones especiales de Peligro para el hombre y medio ambiente: Ninguna.

##### 4. Medidas de primeros auxilios

Después de inhalación: Este producto no contiene ningún ingrediente volátil.

Después de contacto con los ojos: Enjuagar con abundante agua y jabón durante 15 minutos, con los parpados abiertos.

Después de ingestión: Tomar mucha agua. No provocar vómitos. Recibir atención médica.

Indicaciones para el medico: No es toxico.

Piel: En caso de contacto con la piel, lavar con abundante agua durante 15 minutos.

### 5. Medidas contra incendio

Agentes extintores	: Agua, tierra.
Peligros específicos de intervención	: Ninguno. Métodos especiales de intervención: Ninguno.
Protección	: No mezclar con ácido, utilizar siempre gafas y ropa protectora.

### 6. Medidas en caso de liberación voluntaria

Medidas de precaución para personas	: Ninguna.
Medidas de protección ambiental	: Ninguna.
Limpieza / Absorción	: Se degrada al reaccionar con otros compuestos de hidrógeno.

### 7. Manipulación y Almacenamiento

**7.1 Medidas Técnicas:** Usar guantes de jebe o nylon y protector visual.

Precauciones	: Evitar el contacto con ácidos y Notas con elevada Temperatura (170°C).
Consejos de utilización	: Ninguna si todas las recomendaciones son respetadas

**7.2 Almacenamiento:** Mantener en lugar bajo de sombra y ventilación.

Embalaje recomendado	: Bidón de plástico duro de inyección integral con tapa resistente.
----------------------	---

## 8. Explosión y riesgo de fuego y protección personal

Medidas técnicas	: Ninguna en caso de uso regular.
Parámetros de control:	
Equipos de protección personal	: Delantal de jebe o plástico, guantes de jebe o nylon, protector bucal y lentes de seguridad.
Precauciones contra el fuego	: ART -12 debe mantenerse debajo de los elementos ácidos, focos de calor y llamas.
Higiene	: Precauciones habituales.

## 9. Características físicas y químicas

Aspecto	: Líquido transparente.
Color	: Café.
Olor	: Indistinta.
PH	: Altamente alcalino.
Cambio de estado	: Punto de fusión (40°C) Temperatura de composición
Térmica	: (140°C)
Punto de inflamación	: Aproximadamente 140°C
Presión vapor	: No volátil.
Densidad	: 1.7 g/cm <sup>3</sup>
Soluble en el agua.	

## 10. Estabilidad y reactividad

Estabilidad	: Completa cuando no está saturada con líquidos.
Incompatibilidades	: Evitar cargar electrodomésticos.
Materiales a evitar	: Ácidos, zinc y sus aleaciones.
Peligros de descomposiciones	: Contacto con los elementos químicos ácidos.

## 11. Información sobre toxicidad

ART- 12 se utiliza como reactivo del DAC-1 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) para el tratamiento de aceites y grasas residuales, se destruye con el hidrogeno cuando una reacción isotérmica (140°C) y liberando el oxígeno para eliminar sulfuros de hidrogeno en aguas residuales domésticas y municipales. El ART -12 es biodegradable, con resultante de gases no – tóxicos.

## 12. Información sobre efectos ecológicos

ART – 12 se utiliza para tratar aceites, grasas y elementos orgánicos residuales en trampas de grasas, en tuberías de industrias pesqueras, alimentaria, panificadora y agroindustrial, elimina olores fétidos penetrantes y contribuye a destruir todo elemento orgánico vivo en agua residuales domésticas y municipales (coliformes fecales, coliformes totales, helmintos, amebas de vida libre, protozoarios, colonias heterotróficas, huevos de helmintos, nematodos) amigables con el ambiente.

## 13. Indicaciones para la eliminación

Se disuelve con agua reduciendo la concentración alcalina y como reactivo del DAC-1 para actuar como catalizador y crear sinergia (reacción isotérmica) en remplazo del uso de energías contribuyendo al empleo de tecnologías limpias sin efecto invernadero.

#### 14. Indicaciones para el transporte

Por transporte terrestre, lacustre, marítimo.

#### 15. Otras informaciones

La información aquí descrita no conlleva garantía ni responsabilidad u obligación alguna. Los usuarios deben asegurar un uso apropiado del material para la salud y protección del medio ambiente.

### ART - 12

#### HOJA TECNICA

ART-12 es un reactivo líquido formulado a base de fermentos de planta de alto contenido proteico (aminoácidos + ácido carboxílico) actúa como catalizador en contacto por mezcla con el DAC-1 para producir calor y degradar aceites y grasas. No contamina, es biodegradable, reacciona en forma instantánea con el DAC-1 produciendo una fuerza biótica (reacción térmica) para disolver sólidos grasos y transformarlos en espuma para su evacuación libre de olores y materia grasa.

#### **Aplicaciones:**

- ✓ Limpieza de trampa de grasa.
- ✓ Limpieza de tuberías desagües domésticos e industriales.
- ✓ Desengrase de suelos con impregnación de aceites y grasas.
- ✓ Desengrase de partes y piezas de maquinaria industrial.
- ✓ Limpieza de pisos de plantas industriales de panificaciones.
- ✓ Neutralización de metales pesados en aguas servidas y residuales de procesamiento pesquero, minero, alimentario y siderúrgico.

**Riesgo y medidas de seguridad:**

- 1.- En contacto con la piel se debe utilizar abundante agua en forma inmediata y evitar quemaduras.
- 2.- Almacenar bajo sombra en bidones de plástico muy resistente.
- 3.- En caso de derrames utilizar abundante agua para disolverlo totalmente.
- 4.- Utilizar guantes de jebe o nylon, protector bucal y anteojos de seguridad.
- 5.- Almacenar fuera del alcance de los niños.
- 6.- En caso de ingestión, dar de beber abundante agua y nunca provocar vómitos, acudir al puesto médico más cercano.

**DAC-1****HOJA DE SEGURIDAD****1. Denominación del Material, Preparación y Empresa.**

Nombre comercial : DAC-1 (Desinfectante de Aguas contaminadas N° 1)

Uso previsto : Tratamiento bioquímico de aguas residuales domésticas de origen industrial y municipal.

Fabricante Suministrador : INNTECO SAC

**2. Composición / Indicaciones sobre componentes.**

Características Químicas : H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> concentrado

Componentes peligrosos : Ninguno

Aditivos peligrosos : Ninguno

### 3. Posibles peligros

Denominación de peligrosidad	: Ninguna
Indicaciones especiales de Peligro para el hombre y medio ambiente	: Ninguna

### 4. Medidas de primeros auxilios

Después de inhalación	: Ubicar a la persona en lugar ventilado.
Después de contacto con los ojos	: Lavar con abundante agua
Después de ingestión	: Darle de beber abundante agua
Indicaciones para el médico	: No es tóxico

### 5. Medidas contra incendios

Agentes extintores	: Agua, tierra
Peligros específicos	: Ninguno
Métodos especiales de Intervención	: Ninguno
Protección	: Necesario equipo de ventilación en recintos poco ventilados.

### 6. Medidas en caso de liberación voluntaria.

Medidas de precaución para personas	: Ninguna.
Medidas de protección medio ambiental	: Ninguna.
Limpieza / Absorción	: Se degrada al reaccionar con otros compuestos.

### 7. Manipulación y Almacenamiento

<i>7.1 Medidas Técnicas</i>	: Usar guantes de jebe o nylon y protector visual.
Precauciones	: Evitar el contacto con acidos y Notas con elevadas Temperaturas (170°C).
Consejos de empleo	: Ninguna si todas las recomendaciones son respetadas.

**7.2 Almacenaje** : Mantener en lugar ventilado, bajo sombra. Alejado de zonas de calor. No almacenar en el exterior.

Embalaje recomendado : Bidón plástico de inyección integral con tapa válvula especial.

## 8. Explosión y Riesgo de fuego/ Protección Personal

Medidas técnicas : Ninguna en caso de uso regular

Equipos de protección Personal : Delantal de jebe o plástico, guantes de jebe o nylon y protector bucal y lentes de seguridad.

Precauciones contra el fuego : DAC-1 debe mantenerse alejado de focos de calor y llamas.

Higiene : Precauciones habituales

## 9. Características físicas y químicas

Aspecto : Solución líquida

Color : Incoloro, transparente.

Olor : Inoloro

pH : 11,5

Cambio de estado : Punto de fusión (-0,4°C) Temperatura de

composición térmica : (150° C)

Punto de Inflamación : Aprox. 150°C

Presión Vapor (20°C) : No volátil

Densidad : 1,4 g/cm<sup>3</sup>

Soluble en el agua

## 10. Estabilidad y reactividad

Estabilidad	: Completa cuando no está saturado con líquidos.
Incompatibilidades	: Evitar cargas electrostáticas.
Materiales a evitar	: Elementos alcalinos, hierro, aluminio, cobre.
Peligros de descomposición	: Contacto con elementos químicos en envases plásticos reusados.

## 11. Información sobre toxicidad: No tóxico

DAC-1 se utiliza en desinfección y limpieza de trampas de grasa utilizado un reactivo biodegradable que reacciona y disuelve los sólidos grasos y aceites residuales en segundos produciendo oxígeno para eliminar olores fétidos en efluentes de origen doméstico, industrial o municipal.

## 12. Información sobre efectos ecológicos

DAC-1 se utiliza en el tratamiento de aguas residuales, proporcionando oxígeno disuelto para eliminar Olores fétidos (sulfuros de hidrógeno) y todo tipo de bacterias y elementos orgánicos patógenos, transformando al agua residual en Apta para su reutilización en el riesgo de áreas verdes, parques y jardines, protegiendo el ambiente, evitando impacto ambiental.

## 13. Indicaciones para la eliminación

Se disuelve con agua reduciendo la concentración de hidrógeno y oxígeno hasta obtener H<sub>2</sub>O inocuo, no tóxico.

## 14. Indicaciones para el Transporte.

Por transporte terrestre, lacustre y marítimo. Prohibido su transporte por vía aérea.

## **15. Reglamentación.**

El etiquetado como producto peligroso no es aplicable.

## **16. Otras informaciones.**

La información aquí descrita no conlleva garantía ni responsabilidad u obligación contractual alguna. Los usuarios deben asegurar un uso apropiado del material para la salud, seguridad y protección del medio ambiente.

## **DAC-1**

### **HOJA TÉCNICA**

**1. Nombre comercial:** DAC-1 (Desinfectante de Aguas Contaminadas).

#### **2. Descripción.**

Purificador - desinfectante ecológico universal (Superior al Ozono) en calidad de agente oxidante combinado con gel enzimático (ART-12/Pert-12/NP/13) e ingredientes naturales de potente efecto oligo dinámico y catalítico, formando así una solución compleja que produce reacción térmica biótica en forma instantánea (sinergia) con gran resultado en sedimentos orgánicos en suspensión; produce oxígeno por flotación para separar los elementos grasos y aceites contenidos en efluentes.

Es inoloro, incoloro, 100% biodegradable – ecológico. Es un oxidante seguro, eficaz, de gran alcance y versátil. Es más inestable y se descompone rápidamente en oxígeno y agua con liberación de calor y aumento significativo de conductividad eléctrica temporal que sirve para eliminar microbios (helminetos, protozoarios, amebas de vida libre, nematodos, heterótrofos, salmonella, shiguella).

Aunque el DAC-1 no es inflamable, es un agente oxidante potente de combustión espontánea cuando entra en contacto con materia orgánica o algunos metales, como el

cobre, la plata o el bronce. DAC-1 se degrada rápidamente en el agua. No se acumula en la cadena alimentaria.

### **3. Seguridad y Manejo.**

- Usar guantes de goma y anteojos de protección.
- Evitar el contacto con la piel y/u ojos.
- No ingerir.

### **4. Aplicación.**

- Se utiliza como insumo básico para conformar formulaciones enzimáticas en el tratamiento de trampas de grasa (solución anti grasa: ART/12) (solución para reducción de nitrógeno volátil: PERT-12) (solución para neutralización de emulsiones: NP-13); en 10 minutos degrada los sólidos grasos incluso las impregnaciones en las paredes y piso de las trampas de grasa.
- Neutraliza metales pesados, elimina olores fétidos penetrantes (sulfuros de hidrógeno), mata todo tipo de bacterias, helmintos, virus y micro elementos patógenos en contacto de solo 10 minutos, sin resistencia, de amplio espectro, preserva el ambiente y la ecología.
- Proceso de oxidación para ayudar al control de olores y al control de la corrosión, oxidación orgánica, oxidación del metal y oxidación de la toxicidad.
- Nueva tecnología para el tratamiento eficiente de aguas residuales (oxidación de la materia orgánica, incremento del Oxígeno Disuelto (OD), neutralización de metales pesados, destrucción de bacterias y helmintos, protozoarios) empleando para ello los radicales libres (oxhidrilos y per hidroxilos) formados en la rotura controlada y catalizada del H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, sumados a la reacción biótica en la atmósfera (produce altas temperaturas 140 grados centígrados - sinergia) y en el efluente, alta conductividad

eléctrica para destruir microbios.

El avance que aporta el procesamiento de aguas negras con DAC-1 está precisamente, en el desarrollo y optimización de la tecnología de control de esa reacción, de modo que se puede configurar a voluntad la eficacia de la oxidación, a través de los radicales libres para lograr el rendimiento requerido a un costo adecuado.

### **5. Primeros Auxilios.**

- En caso de contacto con la piel y/u ojos, lavar con abundante agua durante 15 min.
- En caso de ingestión, beber grandes cantidades de agua. Procurar atención médica inmediata.
- Información eco toxicológica: No existe peligro alguno porque la degradación produce solamente compuestos “amigos” al medio ambiente (agua y oxígeno). Es totalmente biodegradable-ecológico.

### **6. Presentación.**

- Aspecto: Líquido.

### **7. Almacenaje.**

- En lugar para producto comburente, en ambiente seco y fresco.

### **8. Propiedades y Ventajas.**

- Campo de aplicación universal.
- Efecto duradero.
- Sin riesgo de resistencia bacteriana.
- No es tóxico.
- No produce olor.
- No altera el color y olor en alimentos tratados.

- Eficaz en agua con temperaturas de 0 a 95°C.
- Previene la recontaminación.
- Sin peligro en caso de una administración excesiva.
- No es mutágeno.
- No altera el sabor.
- Sin efectos cancerígenos.
- No es necesaria la neutralización tras la aplicación.
- Con envase de diseño especial para su adecuado transporte por vía terrestre.

### **9. Utilización.**

- Aguas negras y residuales (pozos sépticos).
- Aguas servidas, aceites y grasas residuales (trampas de grasa).
- Lagunas de oxidación.
- Camales.
- Industria farmacéutica.
- Desinfección de aguas agrícolas.
- Cultivos hidropónicos e industria floricultura.
- Aguas residuales de la industria pesquera (sólidos grasos y orgánicos).
- Granjas de aves, ganado y piscifactorías (crianza de peces).
- Hospitales y clínicas.
- Procesos industriales en general.
- Campamentos mineros.
- Industria de la construcción (letrinas móviles).

## VÁLVULA SOLENOIDE

### 1. Descripción

#### *1.1 Válvula eléctrica – Serie: hYflow - Modelo 110-2W-N de la marca Bermad*

La válvula eléctrica hyflow modelo 110-2W-N es una válvula hidráulica automática accionada por diafragma y controlada por una válvula solenoide.

La válvula se abre completamente o se cierra herméticamente obedeciendo a una señal eléctrica que induce al solenoide a abrir o cerrar el circuito interno de la válvula.



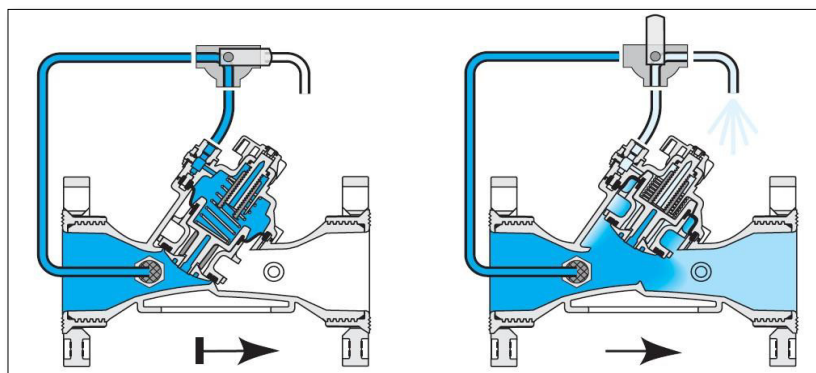
Funciona con una variedad de voltajes: 24 VCA, 24 VCC o 9 VCC, 12 VCC tipo latch.

El modelo 110-2W-N está recomendado para todas las aplicaciones de On/Off, y es particularmente adecuado para cabezales de riego de céspedes y riego de invernaderos comerciales. Además, ofrece también una opción de preferencia de operación manual.

#### *1.2 Principio de funcionamiento*

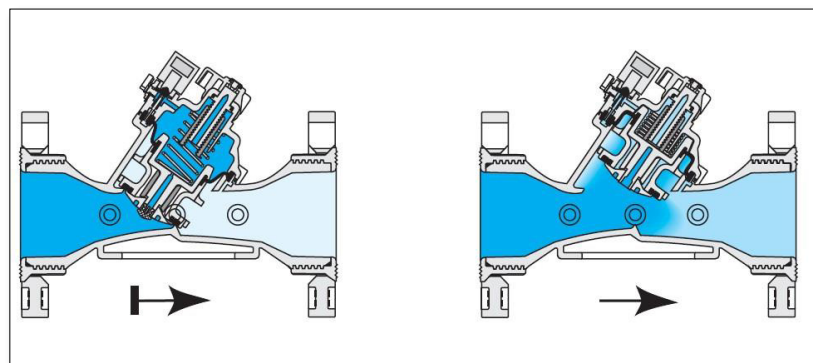
##### Modo On-Off

- Control de 3 vías.



La presión de la línea aplicada a la cámara de control genera una fuerza hidráulica que lleva a la válvula a la posición de cerrada y la cierra herméticamente. La descarga de presión de la cámara de control a la atmósfera hace que la presión de la línea debajo del tapón de cierre abra la válvula.

**- Control interno de 2 vías.**

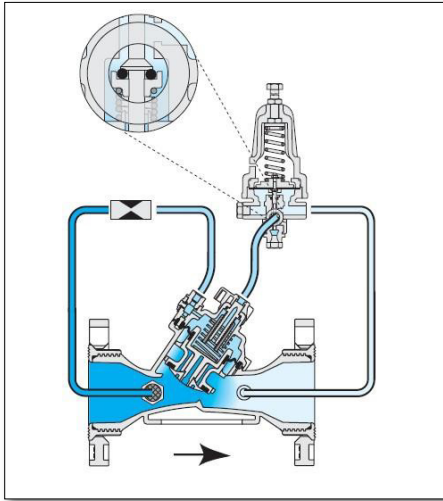


La presión de la línea entra en la cámara de control a través de la restricción interna. El solenoide cerrado hace que la presión se acumule en la cámara de control y cierre la válvula.

La apertura del solenoide introduce más flujo de la cámara de control que el permitido por la restricción. Esto hace que la presión en la cámara de control disminuya y la válvula pueda abrirse.

### Modo regulador (modulante) de 2 vías (Piloto reductor de presión)

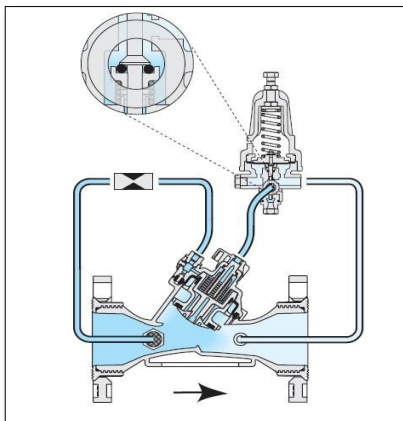
#### - Modulación de cierre



La presión de la línea entra en la cámara de control a través de la restricción interna.

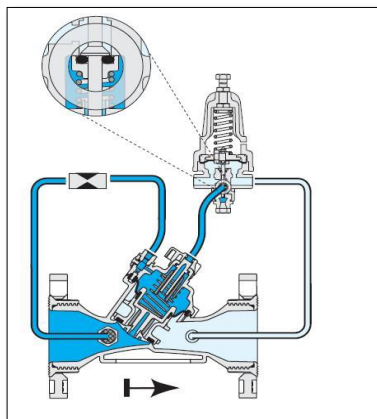
El piloto controla el flujo saliente de la cámara de control. Al percibir un aumento de presión, el piloto hace que se acumule presión en la cámara de control y la válvula module a la posición de cerrada.

#### - Modulación de apertura



El piloto efectúa la modulación de apertura al sentir una caída de presión, soltando más flujo de la cámara de control que el de entrada permitido por la restricción. Esto hace que disminuya la presión acumulada en la cámara de control y la válvula se abra.

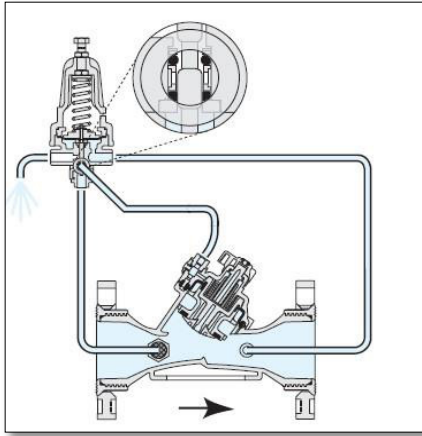
#### - Posición de flujo cero



Cuando la demanda desciende a cero, la presión aguas abajo empieza a elevarse, puesto que el flujo entra en una línea cerrada. El piloto se cierra, iniciando el proceso irreversible de cierre de la válvula, hasta llegar finalmente al cierre hermético.

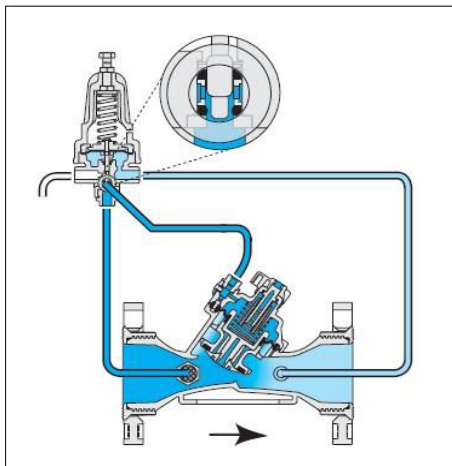
### Modo de control de 3 vías (Reducción de presión)

#### - Posición de apertura total



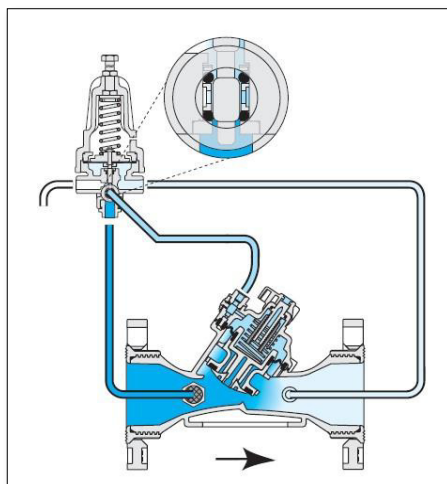
Al reducirse la presión aguas abajo, el piloto bloquea la abertura de suministro de presión y abre la salida de drenaje, de modo que la cámara de control desahoga a la atmósfera. La válvula se abre completamente, minimizando la pérdida de carga.

#### - Modulación de cierre



Al subir la presión, el piloto bloquea la salida de drenaje y abre la abertura de suministro de presión, presurizando la cámara de control para que la válvula module a la posición de cerrada.

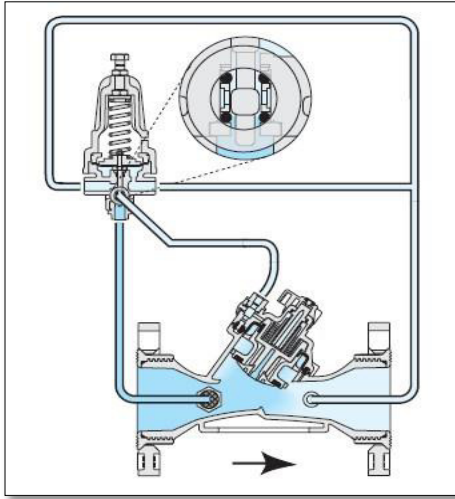
#### - Posición de bloqueo



Cuando la presión que se percibe es igual a la predefinida, el piloto bloquea las aberturas de drenaje y de suministro de presión. Esto encierra la presión dentro de la cámara de control, fijando la apertura de la válvula en su última posición hasta que cambien las condiciones.

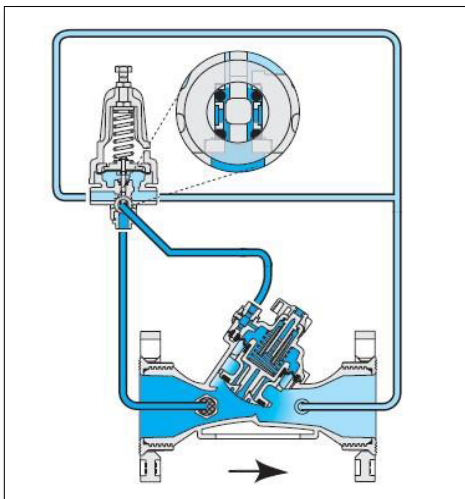
### Modo de control de 3/2 vías (Reducción de presión)

#### - Modulación de apertura



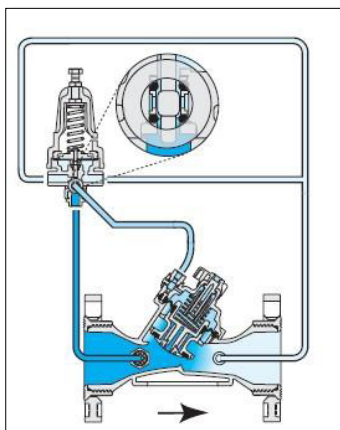
Al reducirse la presión, el piloto restringe la trayectoria del flujo a través de la abertura de suministro de presión y ensancha la trayectoria a través de la salida de drenaje, de modo que de la cámara de control sale más flujo que el que puede entrar. Esto obliga a la válvula a modular a la posición de abierta.

#### - Modulación de cierre



Al subir la presión, el piloto ensancha la trayectoria del flujo a través de la abertura de suministro de presión y restringe la trayectoria a través de la salida de drenaje, de modo que en la cámara de control entra más flujo que el que puede salir. La válvula se presuriza y modula a la posición de cerrada.

#### - Condiciones estables



Mientras el caudal y la presión se mantengan constantes, el piloto fija la proporción de flujo entre la entrada y la salida de la cámara de control. Esto mantiene constante el grado de apertura de la válvula, permitiéndole reaccionar “en línea” a cualquier cambio previsto en el suministro o la demanda.

### ***1.3 Instalación***

Dejar suficiente espacio alrededor del ensamble de la válvula para cualquier ajuste y trabajos de mantenimiento o desmontaje futuros.

- Limpiar con un chorro de agua a presión el interior de la tubería a fin de remover cualquier suciedad, virutas, etc. El no realizar esta operación puede tener como resultado que la válvula no opere adecuadamente.
- Instalar la válvula eléctrica con solenoide en la línea de manera que coincida el sentido del flujo con la flecha marcada en el cuerpo de la válvula en la dirección apropiada.
- Para un mejor funcionamiento instalar la válvula horizontalmente con el accionador en la parte superior de montaje. Tener la precaución de que la válvula esté instalada de manera que el actuador pueda ser fácilmente removido para futuros mantenimientos.
- Después de la instalación inspeccionar y corregir cuidadosamente cualquier daño a accesorios, tuberías o fittings del circuito de control.
- Conectar los terminales del solenoide a los terminales apropiados en el panel de control.

### ***1.4 Inicio de Operación***

**NOTA:** Inspeccionar que la especificación de voltaje del solenoide marcada en la cubierta de las mismas sea compatible con el servicio eléctrico.

1. Abrir la válvula de bola 1 del circuito de control.
2. Setear en el sistema de control el valor o valores deseados de los parámetros a controlar.
3. Con la válvula principal completamente cerrada el sistema de control empieza

a energizar el solenoide, la válvula principal inicia su apertura.

4. Comprobar que la válvula llega a regular el(los) parámetro(s) deseado(s) según el sistema de control.
5. Cambiar el valor de seteo en el sistema de control a un valor inferior (recomendable a la mitad). El sistema de control empieza a desenergizar el solenoide, la válvula principal inicia su cierre.
6. Comprobar que la válvula llega a regular el parámetro deseado según la lógica determinada por el sistema de control.

### 1.5 Especificaciones Técnicas

--	--	--	--

### Especificaciones técnicas

#### Formas y tamaños disponibles:

DN: 50, 65, 80, 80L, 100 y 150

#### Conectores terminales disponibles:

Rosca: Hembra BSP-T: DN: 50, 80 y 80L

Macho BSP-F: DN65

Bridas: DN: 80, 80L, 100 y 150

"Corona" de plástico o metal con ranuras alargadas para distintas normas de bridas ISO PN10, ANSI 125, JIS 10K

Presión máxima: 10 bar

Rango de presiones de operación: 0.5-10 bar

Rango de temperaturas: Agua hasta 80°C

#### Materiales estándar:

- Cuerpo, tapa y tapón: Nylon reforzado con fibra de vidrio
- Diafragma: NBR [Buna-N], Nylon reforzado con tela
- Selladuras: NBR [Buna-N]
- Resorte - Acero inoxidable
- Tornillos de la tapa (válvulas DN: 50, 65 y 80): Acero inoxidable

### 1.6 Cronograma de Mantenimiento Preventivo

Los siguientes procedimientos sugeridos de mantenimiento son una guía de mantenimiento. Estos procedimientos sugeridos varían dependiendo del tipo de fluido y las condiciones de operación.

Descripción	Tiempo
Limpieza de filtro	Anualmente
Inspección de asiento	Anualmente
Inspección del sello.	Cada 2 años o más.
Libertad de movimiento de la válvula	Anualmente
Sellado.	Anualmente
Daño por cavitación	Anualmente
Inspección y/o reemplazo de diafragma para servicio pesado.	3 años.
Inspección y/o reemplazo de diafragma para servicio ligero.	5 años.

### 1.7 Instrucciones para el Mantenimiento en Campo


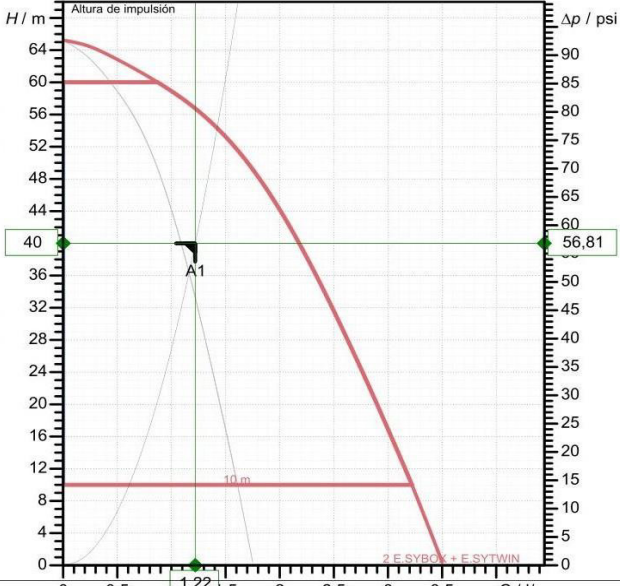
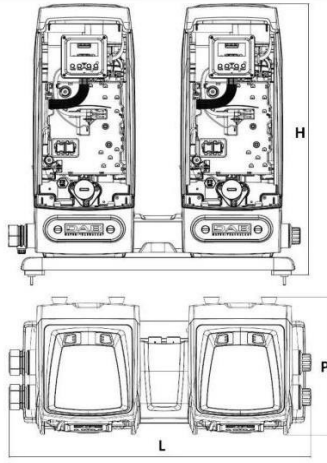
La válvula no requiere lubricación ni ajuste, pero requiere un de mínimo mantenimiento. Un cronograma de inspección periódica debería de establecer la manera cómo el caudal, la erosión, los minerales disueltos y las partículas suspendidas afectan a la válvula.

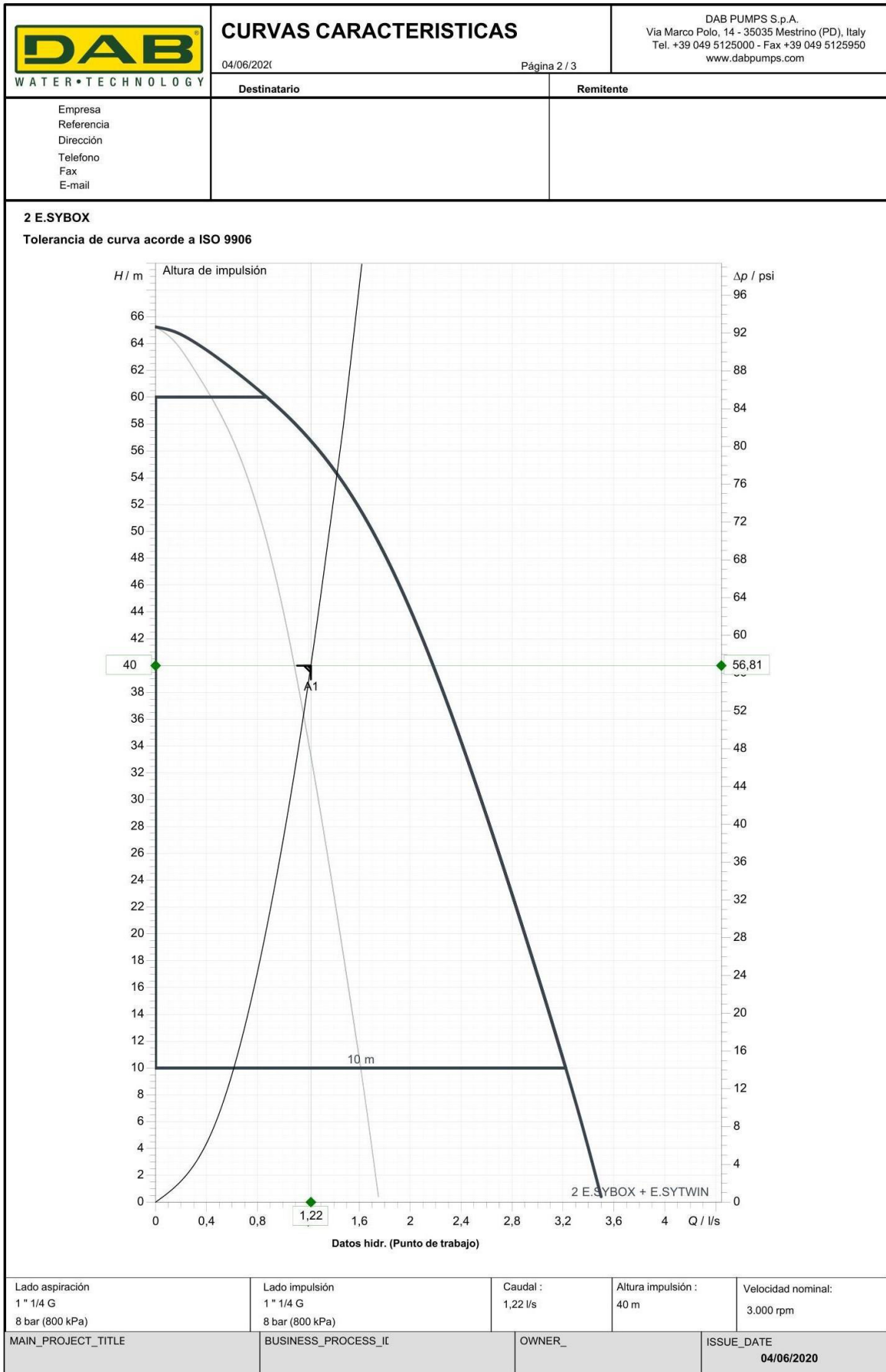
- ✓ Acondicionamiento de la Válvula. Después de 3 años de operación, se recomienda el reemplazo de partes importantes y del diafragma. Remover el actuador, limpiar los sedimentos del cuerpo de la válvula, limpiar los agujeros de la entrada de la tubería de control, instalar un nuevo diafragma y elastómeros.
- ✓ Limpieza De Filtros. El filtro usado en la válvula es un filtro en Y (opcional de discos). El filtro debe ser limpiado manualmente cada vez que se realiza una inspección a la válvula.


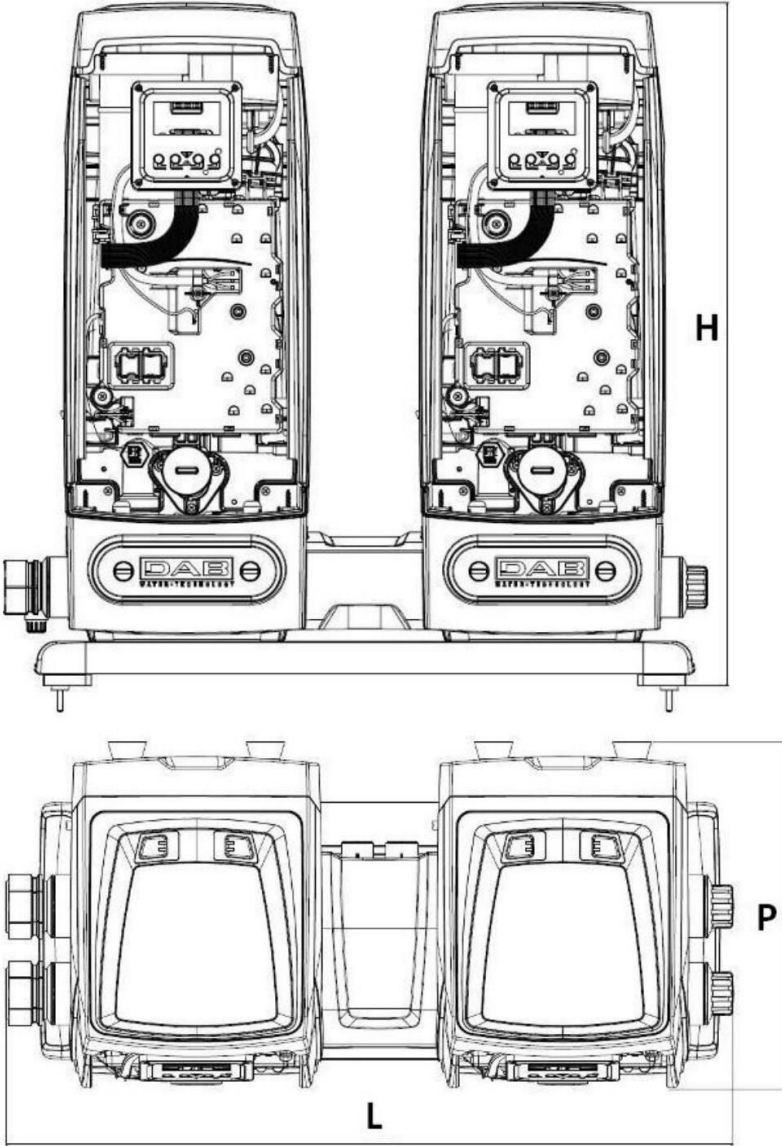
### 1.8 Solución de Fallas

Síntoma	Causa Probable	Acción
<b>Falla de la válvula al abrir</b>	Los conectores del solenoide(S11) están bloqueados.	Revisar y limpiar los conectores.
	El solenoide no hace reacción -“no hace click” o la bobina esta quemada.	Remover la bobina. Inspeccionar que el voltaje de la Nota de poder sea el mismo que el de la bobina del solenoide.
	La solenoide no está energizada.	Energizar el solenoide.
	Falla del suministro de energía.	Revisar/crear suministro de energía.
<b>Falla de la válvula al cerrar</b>	El filtro está bloqueado.	Remover al casquillo del filtro y limpiarla malla (o discos de ser el caso).
	Válvula de bola cerrada.	Abrir la válvula de bola.
	El solenoide permanece energizado.	Desenergizar el solenoide.
	Suciedad atrapada en la válvula principal.	Remover e inspeccionar el ensamble del actuador. Inspeccionar el asiento.
	El diafragma en válvula principal tiene fugas.	Con la válvula principal cerrada y presión en la cámara de control superior, flujo desde el punto de venteo de la cámara de control inferior indica una pérdida o daño en el diafragma. Inspeccionar y reemplazar si fuera necesario.


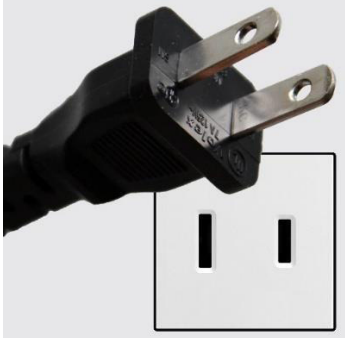


## 2. Bombas de presión cte modelo "e.sybox"

		<b>FICHA TECNICA</b> 04/06/2020 <span style="float: right;">Página 1 / 3</span>		DAB PUMPS S.p.A. Via Marco Polo, 14 - 35035 Mestrino (PD), Italy Tel. +39 049 5125000 - Fax +39 049 5125950 www.dabpumps.com																									
Destinatario			Remitente																										
Empresa Referencia Dirección Telefono Fax E-mail																													
<b>Código artículo :</b>  <b>Artículo:</b> 2 E.SYBOX			<div style="text-align: center;"> <b>Tolerancia de curva acorde a ISO 9906</b> </div> 																										
<b>Datos bomba</b> Presión nominal: 8 bar (800 kPa) SETTABLE CONSTANT PRESSURE FROM 1 TO 6 bar Temperatura mín. fluido: 0 °C Temperatura máx. fluido: 40 °C Temperatura ambiente máx.: 50 °C																													
<b>Datos de servicio requeridos</b> Caudal : 1,22 l/s Altura impulsión : 40,00 m Fluido bombeado : Agua Temperatura fluido: 20 °C Densidad: 62,322 lb/ft³ Viscosidad cinemática: 1,0818E-5 ft²/s Presión del vapor: 2,34 kPa																													
<b>Materiales</b> Brida motor: Tecnopolímero Eje rotor: AISI 303 Motor liner: Acero inoxidable AISI 304 Junta OR: NBR Cierre mecánico: Impregnated carbon-resin/Silicon carbide/EPDM Plugs: Tecnopolímero Cuerpo aspirante: Tecnopolímero Insert: Brass nickel coated Shutter: Tecnopolímero Spring: AISI 303 Difusor: Tecnopolímero Cuerpo difusor: Tecnopolímero Rodete: Tecnopolímero Wear ring: Acero inoxidable AISI 316 Nut: Acero inoxidable AISI 316 Diffuser plug: Tecnopolímero Sintered plate: Acero inoxidable AISI 304 Cuerpo bomba: Tecnopolímero Discharge section: Tecnopolímero Flow switch body: Tecnopolímero Discharge manifold: Tecnopolímero Non-return valve: Technopolymer/Rubber/Steel Tank: Technopolymer/Rubber Pressure sensor body: Tecnopolímero																													
			<b>Datos hidr. (Punto de trabajo)</b> Caudal : 0,61 l/s Altura impulsión : 40 m																										
																													
			<b>Dimensiones exteriores inch</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">H</td> <td style="width: 10%;">28 3/4</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>L</td> <td>29 5/8</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>14 1/8</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			H	28 3/4							L	29 5/8							P	14 1/8						
H	28 3/4																												
L	29 5/8																												
P	14 1/8																												
<b>Datos motor</b> Potencia absorbida P1: 2 x 2,08 hp Velocidad nominal: 3.000 rpm Tensión nominal: 1~ 220-240 V 50 Hz Corriente nominal: 2 x 10 A Grado de protección: IP X4			<b>Peso :</b> 0 lb <b>Conexiones bomba</b> Lado aspiración: 1" 1/4 G / 8 bar (800 kPa) Lado impulsión: 1" 1/4 G / 8 bar (800 kPa)																										



		<b>DIMENSIONES</b>			DAB PUMPS S.p.A. Via Marco Polo, 14 - 35035 Mestrino (PD), Italy Tel. +39 049 5125000 - Fax +39 049 5125950 www.dabpumps.com	
		04/06/2020		Página 3 / 3		
		<b>Destinatario</b>			<b>Remitente</b>	
Empresa Referencia Dirección Telefono Fax E-mail						
<b>2 E.SYBOX</b>						
						
<b>Dimensiones en inch</b>				<b>Conexiones bomba</b>		
1	H	28 3/4				Aspiración 1" 1/4 G 8 bar (800 kPa)  Discharge 1" 1/4 G 8 bar (800 kPa)
2	L	29 5/8				
3	P	14 1/8				
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
MAIN_PROJECT_TITLE		BUSINESS_PROCESS_I		OWNER_		ISSUE_DATE 04/06/2020

### 3. Tomacorrientes

EQUIPO	VOLTAJE	FRECUENCIA	TIPO DE TOMACORRIENTE
<b>BOMBAS DOSIFICADORAS</b>	AC 220V o AC 110V (+/- 10%)	50Hz – 60 Hz	<p><b>Tipo: G</b></p> 
<b>FILTROS</b>	AC 220V	60 Hz	<p><b>Tipo: A</b></p> 
<b>BOMBAS PARA SISTEMA DE FILTRACIÓN</b>	AC 220V – 240V	50Hz – 60 Hz	<p><b>Tipo: B</b></p> 
<b>Punto para máquinas de limpieza para las cámaras</b>	AC 220V	60 Hz	<p><b>Tipo: B</b></p> 

### ANEXO F. Metrado de Instalaciones Sanitarias

PARTIDA	DESCRIPCION	UND	4to SOTANO	3er SOTANO	2do SOTANO	1er SOTANO	1er PISO	Mezzanine	2do PISO	3er PISO	4to PISO	5to PISO	6to PISO	7mo PISO	8vo PISO	9no PISO	10mo PISO	11vo PISO	12vo PISO	AZOTEA	TOTAL	
<b>01.00.00</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>																					
<b>01.00.00</b>	<b>SISTEMA DE AGUA FRIA</b>																					
<b>01.01.00</b>	<b>SALIDAS PARA PUNTOS DE AGUA FRIA</b>																					
01.01.01	SALIDA DE AGUA FRIA ø 1/2"	PTO	2.00	2.00	2.00	5.00	12.00	25.00	20.00	20.00	20.00	20.00	24.00	20.00	20.00	24.00	20.00	20.00	20.00	20.00	10.00	286.00
<b>01.02.00</b>	<b>REDES DE DISTRIBUCION</b>																					
01.02.01	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 1/2" (COLGANTE)	ML	21.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.11
01.02.02	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 3/4" (COLGANTE)	ML	-	-	11.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00
01.02.03	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 1" (COLGANTE)	ML	-	-	2.00	-	-	4.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.80
01.02.04	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 1 1/4" (COLGANTE)	ML	6.82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.82
01.02.05	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 2" (COLGANTE)	ML	49.95	-	59.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	109.05
01.02.06	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 2 1/2" (COLGANTE)	ML	-	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00
01.02.07	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 1/2"	ML	-	3.00	3.00	18.10	33.00	36.20	28.00	28.00	28.00	28.00	38.10	28.00	28.00	38.10	28.00	28.00	28.00	28.00	15.50	437.00
01.02.08	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 3/4"	ML	-	-	-	-	8.50	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	56.50	12.00	12.00	56.50	12.00	12.00	12.00	2.00	-	243.50
01.02.09	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 1"	ML	-	-	-	-	15.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.00
<b>01.03.00</b>	<b>REDES DE ALIMENTACION</b>																					
01.03.01	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 1"	ML	-	-	0.50	3.00	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-	6.00	12.00	12.00	6.00	4.00	-	55.50
01.03.02	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 1 1/4"	ML	0.25	3.00	3.00	3.00	-	-	-	-	-	3.00	9.00	12.00	12.00	6.00	-	-	-	-	-	51.25
01.03.03	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 1 1/2"	ML	-	-	-	-	3.00	3.00	3.00	3.00	12.00	3.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	30.00
01.03.04	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 2"	ML	0.45	6.00	12.00	12.00	12.00	9.00	6.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60.45
<b>01.04.00</b>	<b>VALVULAS</b>																					
01.04.01	ELECTROVALVULA D=1 1/2"	UND	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00
01.04.02	MEDIDOR	UND	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00
01.04.03	VALVULAS CHECK D = 1 1/2"	UND	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00
01.04.04	VALVULAS CHECK D = 2"	UND	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.00
01.04.05	VALVULAS DE COMPUERTA TIPO BOLA ø 1/2"	UND	2.00	2.00	-	3.00	9.00	10.00	14.00	14.00	14.00	14.00	19.00	14.00	14.00	19.00	15.00	15.00	15.00	10.00	-	203.00
01.04.06	VALVULAS DE COMPUERTA TIPO BOLA ø 1"	UND	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00
01.04.07	VALVULAS DE COMPUERTA TIPO BOLA ø 2"	UND	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.00
<b>01.05.00</b>	<b>EQUIPOS Y OTRAS INSTALACIONES</b>																					
01.05.01	BOMBA TIPO SUMERGIBLE 1 HP (Q=0.44 LPS, HDT=10 M)	UND	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00
01.05.02	BOMBA TIPO CENTRIFUGA 1 HP (Q=0.44 LPS, HDT=30 M)	UND	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00
01.05.03	BOMBA APLICACION DAC-1 (Q=0.40 LPH, POT=32 W, H=7.0 M)	UND	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00
01.05.04	BOMBA APLICACION ART-12 (Q=0.10 LPH, POT=32 W, H=7.0 M)	UND	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00
01.05.05	FILTRO MULTIMEDIA	UND	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00
01.05.06	FILTRO CARBON ACTIVADO	UND	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00
<b>02.00.00</b>	<b>SISTEMA DE DESAGUE</b>																					
<b>02.01.00</b>	<b>SALIDAS DE DESAGUE</b>																					
02.01.01	SALIDAS P/DESAGUE D = 2"	PTO	1.00	1.00	1.00	2.00	5.00	12.00	10.00	10.00	10.00	10.00	13.00	10.00	11.00	13.00	11.00	11.00	13.00	5.00	-	149.00
02.01.02	SALIDAS P/DESAGUE D = 4"	PTO	1.00	1.00	1.00	1.00	6.00	9.00	8.00	8.00	8.00	8.00	10.00	8.00	8.00	10.00	8.00	8.00	10.00	4.00	-	117.00
<b>02.02.00</b>	<b>REDES DE DERIVACION</b>																					
02.02.01	TUBERIA DE PVC - P D=2"	ML	20.70	-	1.20	6.00	6.50	18.30	22.00	22.00	22.00	22.00	29.00	22.00	22.00	29.00	22.00	22.00	29.00	17.70	-	333.40
02.02.02	TUBERIA DE PVC - P D=3"	ML	8.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00
02.02.03	TUBERIA DE PVC - P D=4"	ML	56.70	-	4.50	5.00	6.00	13.70	17.40	17.40	17.40	17.40	19.60	17.40	17.40	19.60	17.40	17.40	19.60	9.00	-	292.90
02.02.04	TUBERIA DE PVC - P D=2" (COLGADO)	ML	-	-	-	10.00	10.00	10.00	11.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41.50
02.02.05	TUBERIA DE PVC - P D=3" (COLGADO)	ML	-	-	-	21.50	3.00	4.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29.20
02.02.06	TUBERIA DE PVC - P D=4" (COLGADO)	ML	7.70	-	-	-	23.20	9.70	11.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52.10
<b>02.03.00</b>	<b>REDES COLECTORAS</b>																					
02.03.01	TUBERIA DE PVC - P D = 2"	ML	3.00	6.00	6.00	9.00	18.00	36.00	30.00	30.00	27.00	27.00	30.00	27.00	27.00	30.00	27.00	27.00	30.00	30.00	30.00	420.00
02.03.02	TUBERIA DE PVC - P D = 3"	ML	9.00	9.00	9.00	12.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	6.00	9.00	9.00	6.00	9.00	9.00	6.00	6.00	6.00	153.00
02.03.03	TUBERIA DE PVC - P D = 4"	ML	6.00	9.00	9.00	9.00	-	-	16.50	16.50	16.50	16.50	16.50	16.50	16.50	16.50	16.50	16.50	16.50	16.50	16.50	231.00
<b>02.04.00</b>	<b>REGISTROS</b>																					
02.04.01	REGISTROS ROSCADO DE BRONCE D = 2"	UND	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	7.00	4.00	5.00	7.00	5.00	5.00	7.00	2.00	-	69.00
02.04.02	REGISTROS ROSCADO DE BRONCE D = 3"	UND	1.00	-	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00
02.04.03	REGISTROS ROSCADO DE BRONCE D = 4"	UND	4.00	1.00	1.00	1.00	7.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	3.00	5.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	1.00	-	63.00
02.04.04	CAJA DE REGISTRO DE 12"x24"	UND	6.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00
02.04.02	SUMIDERO DE BRONCE D=2"	UND	-	-	-	1.00	3.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	3.00	-	67.00

**ANEXO G. Metrado de Estructura**

**RESUMEN DE METRADOS DE ESTRUCTURAS**

**PROPIETARIO:** REUTILIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL EDIFICIO PARA OFICINAS “EL METROPOLITANO”  
**EUPEG:** DOCTORADO EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE  
**DESARROLLO:** LUIS ALBERTO AVILA LLACSAGUANCA  
**UBICACIÓN:** JR. CUSCO 286 - CERCADO DE LIMA

<b>PARTIDA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND</b>	<b>METRADO</b>
<b>01</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>		
<b>01.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
<b>01.01.01</b>	<b>EXCAVACIONES</b>		
01.01.01.01	EXCAVACIONES MASIVAS	M3	126.27
01.01.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	157.84
<b>01.02</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>		
<b>01.02.01</b>	<b>CISTERNA</b>		
01.02.01.01	CONCRETO F'C = 210 KG/CM2	M3	47.19
01.02.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	300.41
01.02.01.03	ACERO Fy=4200 KG/CM2	KG	3,775.20
<b>02</b>	<b>ARQUITECTURA</b>		
<b>02.01</b>	<b>REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>		
02.01.01	TARRAJEO IMPERMEABILIZADO	M2	300.41



Presupuesto	1002001	REUTILIZACION DE LAS AGUAS GRISAS DEL EDIFICIO PARA OFICINAS "EL METROPOLITANO"					
Subpresupuesto	001	01 ESTRUCTURAS					
Partida	01.02.01.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 240.0000	EQ. 240.0000	Costo unitario directo por : kg			4.88
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0333	23.36	0.78	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0667	18.45	1.23	
<b>2.01</b>							
<b>Materiales</b>							
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0300	3.23	0.10	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0300	2.59	2.67	
<b>2.77</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	2.01	0.10	
<b>0.10</b>							
Partida	02.01.01	TARRAJEO IMPERMEABILIZADO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m2			51.96
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	23.36	18.69	
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.4000	16.68	6.67	
<b>25.36</b>							
<b>Materiales</b>							
0207020001	ARENA	m3		0.0237	50.00	1.19	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1683	25.00	4.21	
02130200020001	CAL HIDRATADA BOLSA 14 kg	bol		0.1045	1.50	0.16	
0222030002	SIKA 1 (balde de 20 kg)	bal		0.1431	141.60	20.26	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.1330	5.80	0.77	
<b>26.59</b>							
<b>Equipos</b>							
03010600020001	REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"	und		0.0020	5.63	0.01	
<b>0.01</b>							
Partida	03.01.01.01	SALIDA DE AGUA FRIA TUBERIA PVC C-10 ø=1/2"					
Rendimiento	pto/DIA	MO. 3.5000	EQ. 3.5000	Costo unitario directo por : pto			122.24
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2286	30.37	6.94	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	2.2857	23.36	53.39	
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.2857	16.68	38.13	
<b>98.46</b>							
<b>Materiales</b>							
02050700020002	TUBERIA PVC-SAP C-10 S/P DE 1/2" X 5 m	m		3.0000	3.40	10.20	
02050900020001	CODO PVC-SAP C/R 1/2" X 90°	und		2.1000	2.50	5.25	
02051000010001	CODO PVC SAP S/P 1/2" X 45°	und		0.1400	3.50	0.49	
02051100010001	TEE PVC-SAP S/P 1/2"	und		0.5200	2.50	1.30	
0241030001	CINTA TEFLON	und		0.2000	2.50	0.50	
02490200010002	CODO FIERRO GALVANIZADO DE 1/2" X 90°	und		1.0300	3.00	3.09	
<b>20.83</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	98.46	2.95	
<b>2.95</b>							

Presupuesto	1002001	REUTILIZACION DE LAS AGUAS GRISAS DEL EDIFICIO PARA OFICINAS "EL METROPOLITANO"					
Subpresupuesto	001	01 ESTRUCTURAS					
Partida	03.01.02.01	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 1/2" (COLGANTE)					
Rendimiento	m/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m			44.75
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	30.37	0.97	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	23.36	7.48	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	18.45	5.90	
							<b>14.35</b>
<b>Materiales</b>							
0204240030	COLGADORES PARA TUBOS 1/2"	und		0.2500	11.50	2.88	
02050700020024	TUBERIA PVC SAP C-10 S/P DE 1/2" X 5 m	m		1.1000	20.00	22.00	
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0400	120.00	4.80	
							<b>29.68</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	14.35	0.72	
							<b>0.72</b>
Partida	03.01.02.02	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 3/4" (COLGANTE)					
Rendimiento	m/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m			30.04
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	30.37	0.97	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	23.36	7.48	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	18.45	5.90	
							<b>14.35</b>
<b>Materiales</b>							
0204240031	COLGADORES PARA TUBOS 3/4"	und		0.2500	12.50	3.13	
02050700020025	TUBERIA PVC SAP C-10 S/P DE 3/4" X 5 m	m		1.1000	6.40	7.04	
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0400	120.00	4.80	
							<b>14.97</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	14.35	0.72	
							<b>0.72</b>
Partida	03.01.02.03	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 1" (COLGANTE)					
Rendimiento	m/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m			31.54
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	30.37	0.97	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	23.36	7.48	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	18.45	5.90	
							<b>14.35</b>
<b>Materiales</b>							
0204240032	COLGADORES PARA TUBOS 1"	und		0.2500	15.00	3.75	
02050700020006	TUBERIA PVC SAP C-10 S/P DE 1" X 5 m	m		1.1000	7.20	7.92	
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0400	120.00	4.80	
							<b>16.47</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	14.35	0.72	
							<b>0.72</b>
Partida	03.01.02.04	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 1 1/4" (COLGANTE)					
Rendimiento	m/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m			33.03
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	30.37	0.97	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	23.36	7.48	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	18.45	5.90	
							<b>14.35</b>
<b>Materiales</b>							
0204240033	COLGADORES PARA TUBOS 1 1/4"	und		0.2500	15.00	3.75	
02050700020026	TUBERIA PVC SAP C-10 S/P DE 1 1/4" X 5 m	m		1.1000	8.55	9.41	
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0400	120.00	4.80	
							<b>17.96</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	14.35	0.72	
							<b>0.72</b>



Presupuesto	1002001	REUTILIZACION DE LAS AGUAS GRISAS DEL EDIFICIO PARA OFICINAS "EL METROPOLITANO"					
Subpresupuesto	001	01 ESTRUCTURAS					
Partida	03.01.02.09	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 1"					
Rendimiento	m/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m			27.79
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	30.37	0.97	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	23.36	7.48	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	18.45	5.90	
							<b>14.35</b>
<b>Materiales</b>							
02050700020006	TUBERIA PVC SAP C-10 S/P DE 1" X 5 m	m		1.1000	7.20	7.92	
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0400	120.00	4.80	
							<b>12.72</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	14.35	0.72	
							<b>0.72</b>
<hr/>							
Partida	03.01.03.01	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 1"					
Rendimiento	m/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m			27.79
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	30.37	0.97	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	23.36	7.48	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	18.45	5.90	
							<b>14.35</b>
<b>Materiales</b>							
02050700020006	TUBERIA PVC SAP C-10 S/P DE 1" X 5 m	m		1.1000	7.20	7.92	
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0400	120.00	4.80	
							<b>12.72</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	14.35	0.72	
							<b>0.72</b>
<hr/>							
Partida	03.01.03.02	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 1 1/4"					
Rendimiento	m/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m			29.28
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	30.37	0.97	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	23.36	7.48	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	18.45	5.90	
							<b>14.35</b>
<b>Materiales</b>							
02050700020026	TUBERIA PVC SAP C-10 S/P DE 1 1/4" X 5 m	m		1.1000	8.55	9.41	
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0400	120.00	4.80	
							<b>14.21</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	14.35	0.72	
							<b>0.72</b>
<hr/>							
Partida	03.01.03.03	TUBERIA DE PVC CL-10 D = 1 1/2"					
Rendimiento	m/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m			33.49
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	30.37	0.97	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	23.36	7.48	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	18.45	5.90	
							<b>14.35</b>
<b>Materiales</b>							
02050700020028	TUBERIA PVC SAP C-10 S/P DE 1 1/2" X 5 m	m		1.1000	12.38	13.62	
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0400	120.00	4.80	
							<b>18.42</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	14.35	0.72	
							<b>0.72</b>



Presupuesto	1002001	REUTILIZACION DE LAS AGUAS GRISAS DEL EDIFICIO PARA OFICINAS "EL METROPOLITANO"					
Subpresupuesto	001	01 ESTRUCTURAS					
Partida	03.01.04.04	VALVULA CHECK DE BRONCE DE 2"					
Rendimiento	und/DIA	MO. 4.0000	EQ. 4.0000	Costo unitario directo por : und			463.86
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	2.0000	23.36	46.72	
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.0000	16.68	33.36	
<b>80.08</b>							
<b>Materiales</b>							
02051900020006	ADAPTADOR PVC-SAP S/P 2"	und		2.0000	9.90	19.80	
02490300050002	NIPLE DE FIERRO GALVANIZADO DE 2" x 3"	und		2.0000	9.90	19.80	
02490600010006	UNION UNIVERSAL DE FIERRO GALVANIZADO DE 2"	und		2.0000	70.00	140.00	
0253020006	VALVULA CHECK 2"	und		1.0300	195.90	201.78	
<b>381.38</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	80.08	2.40	
<b>2.40</b>							
Partida	03.01.04.05	VALVULA COMPUERTA DE 1/2"					
Rendimiento	und/DIA	MO. 6.0000	EQ. 6.0000	Costo unitario directo por : und			164.29
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.3333	23.36	31.15	
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.3333	16.68	22.24	
<b>53.39</b>							
<b>Materiales</b>							
02490600010001	UNION UNIVERSAL DE FIERRO GALVANIZADO DE 1/2"	und		2.0000	17.00	34.00	
0253180001	VALVULA COMPUERTA DE 1/2"	und		1.0000	76.90	76.90	
<b>110.90</b>							
Partida	03.01.04.06	VALVULA COMPUERTA DE 1"					
Rendimiento	und/DIA	MO. 6.0000	EQ. 6.0000	Costo unitario directo por : und			185.09
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.3333	23.36	31.15	
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.3333	16.68	22.24	
<b>53.39</b>							
<b>Materiales</b>							
02490600010003	UNION UNIVERSAL DE FIERRO GALVANIZADO DE 1"	und		2.0000	24.90	49.80	
0253180003	VALVULA COMPUERTA DE 1"	und		1.0000	81.90	81.90	
<b>131.70</b>							
Partida	03.01.04.07	VALVULA COMPUERTA DE 2"					
Rendimiento	und/DIA	MO. 4.0000	EQ. 4.0000	Costo unitario directo por : und			421.73
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	2.0000	23.36	46.72	
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.0000	16.68	33.36	
<b>80.08</b>							
<b>Materiales</b>							
02051900020006	ADAPTADOR PVC-SAP S/P 2"	und		2.0000	9.90	19.80	
02490300050002	NIPLE DE FIERRO GALVANIZADO DE 2" x 3"	und		2.0000	9.90	19.80	
02490600010006	UNION UNIVERSAL DE FIERRO GALVANIZADO DE 2"	und		2.0000	70.00	140.00	
0253180006	VALVULA COMPUERTA DE 2"	und		1.0300	155.00	159.65	
<b>339.25</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	80.08	2.40	
<b>2.40</b>							

Presupuesto	1002001	REUTILIZACION DE LAS AGUAS GRISES DEL EDIFICIO PARA OFICINAS "EL METROPOLITANO"					
Subpresupuesto	001	01 ESTRUCTURAS					
Partida	03.01.05.05	FILTRO MULTIMEDIA					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und			3,387.36
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	1.6000	30.37	48.59	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	23.36	186.88	
0101010005	PEON	hh	1.0000	8.0000	16.68	133.44	
							<b>368.91</b>
<b>Materiales</b>							
0258040023	FILTRO MULTIMEDIA	und		1.0000	2,500.00	2,500.00	
0270010287	MATERIALES ELECTRICOS	glb		1.0000	500.00	500.00	
							<b>3,000.00</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	368.91	18.45	
							<b>18.45</b>
<hr/>							
Partida	03.01.05.06	FILTRO CARBON ACTIVADO					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und			4,387.36
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	1.6000	30.37	48.59	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	23.36	186.88	
0101010005	PEON	hh	1.0000	8.0000	16.68	133.44	
							<b>368.91</b>
<b>Materiales</b>							
0258040024	FILTRO CARBON ACTIVADO	und		1.0000	3,500.00	3,500.00	
0270010287	MATERIALES ELECTRICOS	glb		1.0000	500.00	500.00	
							<b>4,000.00</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	368.91	18.45	
							<b>18.45</b>
<hr/>							
Partida	03.02.01.01	SALIDA DESAGUE DE PVC SAL 2"					
Rendimiento	pto/DIA	MO. 24.0000	EQ. 24.0000	Costo unitario directo por : pto			37.94
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3333	23.36	7.79	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.3333	16.68	5.56	
							<b>13.35</b>
<b>Materiales</b>							
02060100010003	TUBERIA PVC-SAL 2" X 3 m	m		1.0500	6.00	6.30	
02060200030001	CODO PVC-SAL 2" X 90°	und		0.3200	26.30	8.42	
02060700010001	TEE SANITARIA PVC-SAL DE 2"	und		0.3900	13.00	5.07	
02061700010001	YEE PVC SAL SIMPLE DE 2"	und		0.1600	14.40	2.30	
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0175	120.00	2.10	
							<b>24.19</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	13.35	0.40	
							<b>0.40</b>
<hr/>							
Partida	03.02.01.02	SALIDA DESAGUE DE PVC-SAL 4"					
Rendimiento	pto/DIA	MO. 6.0000	EQ. 6.0000	Costo unitario directo por : pto			103.67
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.3333	23.36	31.15	
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.3333	16.68	22.24	
							<b>53.39</b>
<b>Materiales</b>							
02060100010007	TUBERIA PVC-SAL 4" X 3 m	m		2.6000	10.00	26.00	
02060700010003	TEE SANITARIA PVC-SAL DE 4"	und		0.6000	24.30	14.58	
02061400010002	REDUCCION PVC-SAL DE 4" A 2"	und		0.6000	9.50	5.70	
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0200	120.00	2.40	
							<b>48.68</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	53.39	1.60	
							<b>1.60</b>

Presupuesto	1002001	REUTILIZACION DE LAS AGUAS GRISAS DEL EDIFICIO PARA OFICINAS "EL METROPOLITANO"					
Subpresupuesto	001	01 ESTRUCTURAS					
Partida	03.02.02.01	TUBERIA DE PVC-SAL 2"					
Rendimiento	m/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m			31.49
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0320	30.37	0.97
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.3200	23.36	7.48
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.6400	16.68	10.68
							<b>19.13</b>
<b>Materiales</b>							
02060100010003	TUBERIA PVC-SAL 2" X 3 m		m		1.1000	6.00	6.60
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC		gal		0.0400	120.00	4.80
							<b>11.40</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	19.13	0.96
							<b>0.96</b>
Partida	03.02.02.02	TUBERIA DE PVC-SAL 3"					
Rendimiento	m/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m			34.79
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0320	30.37	0.97
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.3200	23.36	7.48
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.6400	16.68	10.68
							<b>19.13</b>
<b>Materiales</b>							
02060100010004	TUBERIA PVC-SAL 3" X 3 m		und		1.1000	9.00	9.90
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC		gal		0.0400	120.00	4.80
							<b>14.70</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	19.13	0.96
							<b>0.96</b>
Partida	03.02.02.03	TUBERIA DE PVC-SAL 4"					
Rendimiento	m/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m			35.89
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0320	30.37	0.97
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.3200	23.36	7.48
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.6400	16.68	10.68
							<b>19.13</b>
<b>Materiales</b>							
02060100010007	TUBERIA PVC-SAL 4" X 3 m		m		1.1000	10.00	11.00
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC		gal		0.0400	120.00	4.80
							<b>15.80</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	19.13	0.96
							<b>0.96</b>
Partida	03.02.02.04	TUBERIA DE PVC-SAL 2" (COLGADO)					
Rendimiento	m/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m			34.59
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0320	30.37	0.97
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.3200	23.36	7.48
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.6400	16.68	10.68
							<b>19.13</b>
<b>Materiales</b>							
0204240034	COLGADORES PARA TUBOS 2"		und		0.2000	15.50	3.10
02060100010003	TUBERIA PVC-SAL 2" X 3 m		m		1.1000	6.00	6.60
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC		gal		0.0400	120.00	4.80
							<b>14.50</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	19.13	0.96
							<b>0.96</b>



Presupuesto	1002001	REUTILIZACION DE LAS AGUAS GRISAS DEL EDIFICIO PARA OFICINAS "EL METROPOLITANO"						
Subpresupuesto	001	01 ESTRUCTURAS				Fecha	30/06/2022	
Partida	03.02.03.03	TUBERIA DE PVC-SAL 4"						
Rendimiento	m/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000			Costo unitario directo por : m	35.89	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>								
0101010002	CAPATAZ			hh	0.1000	0.0320	30.37	0.97
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.3200	23.36	7.48
0101010005	PEON			hh	2.0000	0.6400	16.68	10.68
<b>19.13</b>								
<b>Materiales</b>								
02060100010007	TUBERIA PVC-SAL 4" X 3 m			m		1.1000	10.00	11.00
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC			gal		0.0400	120.00	4.80
<b>15.80</b>								
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	19.13	0.96
<b>0.96</b>								
<hr/>								
Partida	03.02.04.01	REGISTRO DE BRONCE 2"						
Rendimiento	und/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000			Costo unitario directo por : und	47.59	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>								
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.6667	23.36	15.57
0101010005	PEON			hh	1.0000	0.6667	16.68	11.12
<b>26.69</b>								
<b>Materiales</b>								
02461200030001	REGISTRO DE BRONCE DE 2"			und		1.0000	20.90	20.90
<b>20.90</b>								
<hr/>								
Partida	03.02.04.02	REGISTRO DE BRONCE 3"						
Rendimiento	und/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000			Costo unitario directo por : und	59.93	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>								
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.8000	23.36	18.69
0101010005	PEON			hh	1.0000	0.8000	16.68	13.34
<b>32.03</b>								
<b>Materiales</b>								
02461200030002	REGISTRO DE BRONCE DE 3"			und		1.0000	27.90	27.90
<b>27.90</b>								
<hr/>								
Partida	03.02.04.03	REGISTRO DE BRONCE 4"						
Rendimiento	und/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000			Costo unitario directo por : und	69.93	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>								
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.8000	23.36	18.69
0101010005	PEON			hh	1.0000	0.8000	16.68	13.34
<b>32.03</b>								
<b>Materiales</b>								
02461200030003	REGISTRO DE BRONCE DE 4"			und		1.0000	37.90	37.90
<b>37.90</b>								
<hr/>								
Partida	03.02.04.04	SUMIDERO DE BRONCE ROSCADO 2"						
Rendimiento	und/DIA	MO. 2.6700	EQ. 2.6700			Costo unitario directo por : und	148.77	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>								
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	2.9963	23.36	69.99
0101010005	PEON			hh	1.0000	2.9963	16.68	49.98
<b>119.97</b>								
<b>Materiales</b>								
02061200010002	TRAMPA "P" PVC SAL DE 2"			und		1.0000	17.90	17.90
02460200020001	SUMIDERO DE BRONCE DE 2"			und		1.0000	10.90	10.90
<b>28.80</b>								

## ANEXO I. Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>MANO DE OBRA</b>					
0101010002	CAPATAZ	hh	186.6510	30.37	5,668.59
0101010004	OFICIAL	hh	1,416.2821	18.45	26,130.40
01010100060001	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	6.3136	24.28	153.29
0101010003	OPERARIO	hh	3,261.3770	23.36	76,185.77
0101010005	PEON	hh	2,780.9733	16.88	46,386.63
					<b>154,524.68</b>
<b>MATERIALES</b>					
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	3,888.4560	2.59	10,071.10
02051900020005	ADAPTADOR PVC-SAP S/P 1 1/2"	und	6.0000	8.60	51.60
02051900020006	ADAPTADOR PVC-SAP S/P 2"	und	12.0000	9.90	118.80
02221400020001	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS	gal	6.0082	17.50	105.14
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3	8.7773	5.00	43.89
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kq	113.2560	3.23	365.82
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kq	60.0820	3.23	194.06
0207020001	ARENA	m3	7.1197	50.00	355.99
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	24.5388	45.00	1,104.25
0258040022	BOMBA APLICACIÓN ART-12 (Q=0.10 LPH, POT=32 W, H=7.0 M)	und	2.0000	5,600.00	11,200.00
0258040021	BOMBA APLICACIÓN DAC-1 (Q=0.40 LPH, POT=32 W, H=7.0 M)	und	2.0000	5,600.00	11,200.00
0258040020	BOMBA TIPO CENTRIFUGA 1 HP (Q=0.44 LPS, HDT=30 M)	und	2.0000	8,500.00	17,000.00
0258040019	BOMBA TIPO SUMERGIBLE 1 HP (Q=0.44 LPS, HDT=10 M)	und	2.0000	7,500.00	15,000.00
02130200020001	CAL HIDRATADA BOLSA 14 kg	bol	31.3928	1.50	47.09
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	475.2690	25.00	11,881.73
0241030001	CINTA TEFLON	und	57.2000	2.50	143.00
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	30.0410	4.50	135.18
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg	30.0410	4.70	141.19
02490200010002	CODO FIERRO GALVANIZADO DE 1/2" X 90°	und	294.5800	3.00	883.74
02051000010001	CODO PVC SAP S/P 1/2" X 45°	und	40.0400	3.50	140.14
02060200030001	CODO PVC-SAL 2" X 90°	und	47.6800	26.30	1,253.98
02050900020001	CODO PVC-SAP C/R 1/2" X 90°	und	600.6000	2.50	1,501.50
0204240033	COLGADORES PARA TUBOS 1 1/4"	und	170.5000	15.00	2,557.50
0204240032	COLGADORES PARA TUBOS 1"	und	1.7000	15.00	25.50
0204240030	COLGADORES PARA TUBOS 1/2"	und	5.2775	11.50	60.69
0204240035	COLGADORES PARA TUBOS 2 1/2"	und	1.5000	17.00	25.50
0204240034	COLGADORES PARA TUBOS 2"	und	35.5625	15.50	551.22
0204240036	COLGADORES PARA TUBOS 3"	und	5.8400	18.00	105.12
0204240031	COLGADORES PARA TUBOS 3/4"	und	2.7500	12.50	34.38
0204240037	COLGADORES PARA TUBOS 4"	und	10.4200	20.00	208.40
0253020027	ELECTROVALVULA D=1 1/2"	und	1.0000	850.00	850.00
0258040024	FILTRO CARBON ACTIVADO	und	1.0000	3,500.00	3,500.00
0258040023	FILTRO MULTIMEDIA	und	1.0000	2,500.00	2,500.00
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	885.0334	5.80	5,133.19
0270010287	MATERIALES ELECTRICOS	glb	10.0000	500.00	5,000.00
0253020028	MEDIDOR	und	1.0000	1,200.00	1,200.00
02490300050002	NIPLE DE FIERRO GALVANIZADO DE 2" x 3"	und	12.0000	9.90	118.80
02490300040003	NIPLE DE FIERRO GALVANIZADO DE 1 1/2" x 2 1/2"	und	4.0000	6.90	27.60
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC	gal	136.5379	120.00	16,384.55
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3	25.0107	55.00	1,375.59
02061400010002	REDUCCION PVC-SAL DE 4" A 2"	und	70.2000	9.50	666.90
02461200030001	REGISTRO DE BRONCE DE 2"	und	69.0000	20.90	1,442.10
02461200030002	REGISTRO DE BRONCE DE 3"	und	4.0000	27.90	111.60
02461200030003	REGISTRO DE BRONCE DE 4"	und	63.0000	37.90	2,387.70
0222030002	SIKA 1 (balde de 20 kg)	bal	42.9887	141.60	6,087.20
02460200020001	SUMIDERO DE BRONCE DE 2"	und	67.0000	10.90	730.30
02051100010001	TEE PVC-SAP S/P 1/2"	und	148.7200	2.50	371.80
02060700010001	TEE SANITARIA PVC-SAL DE 2"	und	58.1100	13.00	755.43
02060700010003	TEE SANITARIA PVC-SAL DE 4"	und	70.2000	24.30	1,705.86
02061200010002	TRAMPA "P" PVC SAL DE 2"	und	67.0000	17.90	1,199.30
02310500010004	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 19 mm	pln	26.0756	84.00	2,190.35
02050700020028	TUBERIA PVC SAP C-10 S/P DE 1 1/2" X 5 m	m	33.0000	12.38	408.54
02050700020026	TUBERIA PVC SAP C-10 S/P DE 1 1/4" X 5 m	m	806.5750	8.55	6,896.22
02050700020006	TUBERIA PVC SAP C-10 S/P DE 1" X 5 m	m	85.0300	7.20	612.22
02050700020024	TUBERIA PVC SAP C-10 S/P DE 1/2" X 5 m	m	503.9210	20.00	10,078.42
02050700020027	TUBERIA PVC SAP C-10 S/P DE 2" X 5 m	m	193.0498	35.74	6,899.60
02050700020025	TUBERIA PVC SAP C-10 S/P DE 3/4" X 5 m	m	279.9500	6.40	1,791.68
02060100010003	TUBERIA PVC-SAL 2" X 3 m	m	1,030.8400	6.00	6,185.04
02060100010004	TUBERIA PVC-SAL 3" X 3 m	und	209.2200	9.00	1,882.98
02060100010007	TUBERIA PVC-SAL 4" X 3 m	m	937.8000	10.00	9,378.00
02050700020002	TUBERIA PVC-SAP C-10 S/P DE 1/2" X 5 m	m	858.0000	3.40	2,917.20
02490600010003	UNION UNIVERSAL DE FIERRO GALVANIZADO DE 1"	und	2.0000	24.90	49.80

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
02490600010001	UNION UNIVERSAL DE FIERRO GALVANIZADO DE 1/2"	und	406.0000	17.00	6,902.00
02490600010005	UNION UNIVERSAL DE FIERRO GALVANIZADO DE 1½"	und	6.0000	45.00	270.00
02490600010006	UNION UNIVERSAL DE FIERRO GALVANIZADO DE 2"	und	12.0000	70.00	840.00
0253020005	VALVULA CHECK 1 1/2"	und	2.0600	82.90	170.77
0253020006	VALVULA CHECK 2"	und	3.0900	195.90	605.33
0253180003	VALVULA COMPUERTA DE 1"	und	1.0000	81.90	81.90
0253180001	VALVULA COMPUERTA DE 1/2"	und	203.0000	76.90	15,610.70
0253180006	VALVULA COMPUERTA DE 2"	und	3.0900	155.00	478.95
02061700010001	YEE PVC SAL SIMPLE DE 2"	und	23.8400	14.40	343.30
					<b>212,647.43</b>
EQUIPOS					
0301340001	ANDAMIO METALICO	dia	1.3119	5.00	6.56
0301220004	CAMION VOLQUETE	hm	2.5254	250.00	631.35
03011700010001	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP	hm	8.3339	273.66	2,280.66
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			5,338.80
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	10.4856	11.94	125.20
03010600020001	REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"	und	0.6008	5.63	3.38
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA	dia	1.3119	5.60	7.35
					<b>8,393.30</b>
<b>Total</b>				<b>S/.</b>	<b>375,565.41</b>

### ANEXO J. Planos del Diseño del Proyecto

#### Anexo J.1. Instalaciones sanitarias de agua Planta 4° sótano y 3° sótano

**PLANTA 4° SOTANO**  
INSTALACIONES SANITARIAS - AGUA

**PLANTA 3° SOTANO**  
INSTALACIONES SANITARIAS - AGUA

**DETALLE DE COLGADOR DE TUBERIA**

**ESPECIFICACIONES DE AGUA**

**ESPECIFICACIONES DE EQUIPO DE PRESION CONSTANTE Y VELOCIDAD VARIABLE AGUA TRATADA**

**SEÑALES DE INSTALACION**

**PROYECTO:** REUTILIZACION DE LAS AGUAS GRISES DEL EDIFICIO PARA OFICINAS "EL METROPOLITANO"

**PROYECTISTA:** Universidad Nacional Federico Villarreal

**PROFESOR:** DOCTORADO EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

**PROFESOR:** LUIS ALBERTO AVILA LLACSAHUANCA

**DIRECCION:** Jr. CUSCO N° 286 CERCADO DE LIMA

**PLANO:** INSTALACIONES DE AGUA PLANTA 4° SOTANO Y 3° SOTANO

**ESCALA:** 1:50

**FECHA:** ABRIL 2022

**NUMERO:** IS-01 DE 19

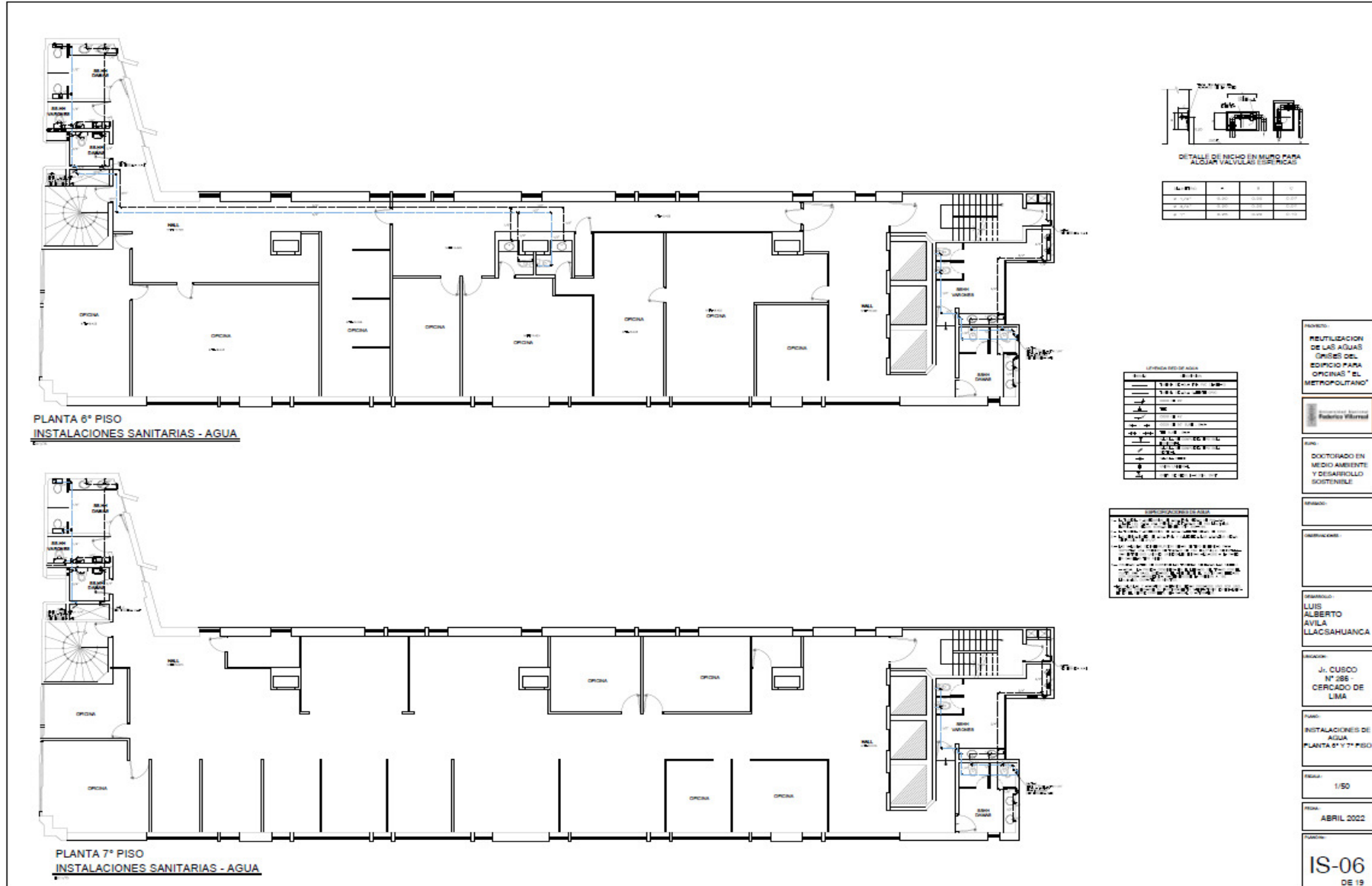








Anexo J.6. Instalaciones sanitarias de agua Planta 6° y 7° piso















Anexo J.13. Instalaciones sanitarias de desagüe Planta 2° y 3° piso

