

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“DIAGNÓSTICO DEL CONSUMO Y DEMANDA DE AGUA
POTABLE EN EL CAMPUS DE LA UNALM Y PROPUESTAS DE
COBERTURA”**

Presentado por:

SANDY FIORELLA VASQUEZ PEREZ

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE:
INGENIERO AGRICOLA**

Lima - Perú

2018

DEDICATORIA

Mi tesis se la dedico en primer lugar a Dios, por darme la vida, permitirme culminar mi carrera y haberme otorgado una familia maravillosa a quienes también les dedico el presente documento. Gracias padres, Efraín y Yolanda, escribirle unas líneas es muy poco comparado con todo lo que han hecho por mí, gracias por brindarme su amor y apoyo incondicional, por su paciencia, por sus sabias palabras y enseñarme su inteligente proceder ante cada situación que me pone la vida. Ustedes dan razón a mi vida y todo lo que soy, es gracias a ustedes, los amo demasiado.

A mi hermana Ingrid, por tu ayuda, por enseñarme a ser perseverante, eres el testimonio vivo de seguir luchando y superándonos cada día, eres muy buena en lo que haces, créelo.

A mi hermanito Joel por transmitirme su buen humor, su comprensión y mostrarme que aun siendo adultos, debemos seguir soñando como niños.

Finalmente, a una persona especial, Henry, por ser mi compañero de vida, por saber que puedo contar contigo en cualquier momento. Juntos hemos sabido superar momentos malos, y también disfrutar momentos buenos. Te admiro, respeto y quiero seguir avanzando contigo.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesora de tesis, la Ingeniera Rosa Miglio, gracias por su paciencia, su tiempo y sus enseñanzas, por mostrarme su integridad como ser humano. Es un ejemplo digno de imitar.

A la Unidad de Planeamiento y Proyectos de Inversión-UPPI, por brindarme la información para ejecutar el presente trabajo.

Al Ingeniero Montalvo, por apoyarme en este proceso.

Al Ingeniero Bravo, por sus aportes realizados en el presente trabajo y por su tiempo, estoy muy agradecida por escucharme y mostrarme que no solo es un excelente profesor, sino también un gran amigo.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito realizar un diagnóstico de las deficiencias en el sistema de agua potable de la Universidad Nacional Agraria La Molina – UNALM. Se determinó en el diagnóstico que la baja cobertura del sistema y falta de agua dentro del campus universitario es un problema constante, que se origina a causa del bajo caudal disponible en la fuente, dado que la oferta de agua se basa únicamente en la captación llamada pozo Chino 2. Otra razón es la antigüedad de la red y el estado de las tuberías que generan fugas de agua, así como la baja capacidad de almacenamiento y poco mantenimiento que se le da al Reservorio del pozo Chino 2, el cual es el principal y único almacenamiento de agua. Asimismo, la mala calidad del agua del pozo Chino 2, origina problemas de corrosión en las tuberías, lo cual obliga a los laboratorios, centros de producción, granjas al uso de sistemas de distribución de agua, compra de agua en cisternas y bidones. Finalmente, el crecimiento continuo de la población, aumenta la demanda de agua, lo que genera un déficit hídrico mientras no se implementen otras fuentes de agua. En base a lo anteriormente descrito, se elaboraron propuestas a nivel de calidad, cantidad, innovación y ahorro del agua, tales como la implementación de una Planta de Tratamiento de agua en la captación, instalación de bebederos dentro de la UNALM, instalación de nuevas conexiones a la red, desarrollo de un nuevo estudio hidrogeológico que permita conocer las posibles zonas de explotación, mejora de las condiciones de explotación de la fuente actual, evaluar en su totalidad el sistema de agua, cambio de tuberías deterioradas y concientizar a la población de la UNALM sobre el cuidado del agua.

Palabras claves: diagnóstico, sistema de agua potable, pozo Chino 2, demanda hídrica, calidad del agua, cantidad de agua.

ABSTRACT

The purpose of this research is to diagnose deficiencies in the drinking water system of the National Agrarian University La Molina. The low capacity of the system and lack of water within the University campus is a constant problem, which is caused by the low flow of water available at the source of the resource, because the offer of water is basically collected of the water borehole, which is called "pozo Chino 2". Another reason the age of the water network and the state of the pipes that generates water leakages, as well as, the low storage capacity and low maintenance that is given to the water reservoir of "pozo Chino 2", which is the main and only storage of water. Likewise, the poor water quality of "pozo Chino 2" causes corrosion problems in the pipes, that forces laboratories, production centers are using water distribution systems, water purchases in tanks and drums. Finally, the continuous growth of the population increases the demand for water, which generates a water deficit until other sources of water will be implemented. Based on what has been described above, proposals were developed at the level of quality, quantity, innovation and water saving, such as the implementation of a Water Treatment Plant in the collection, installation of drinking fountains at the UNALM, installation of new connections to the water network, development of a new hydrogeological study that allows to know the possible exploitation zones, improvement of the conditions of exploitation of the current source, to evaluate in its totality the water system, change of deteriorated pipes and raising the population of the UNALM awareness on water care.

Keywords: diagnosis, drinking water system, water borehole pozo Chino 2, water demand, water quality, amount of water.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	3
2.1.1. Diagnóstico.....	3
2.1.2. Consumo de agua.....	3
2.1.3. Demanda de agua.....	4
2.1.4. Dotación de agua	6
2.1.5. Población actual.....	6
2.1.6. Tasa de crecimiento	6
2.1.7. Periodo de diseño.....	7
2.1.8. Población futura o población de diseño.....	7
2.2. SISTEMAS DE AGUA POTABLE	8
2.2.1. Normatividad para Sistemas de agua potable.....	12
2.2.2. Caudales de abastecimiento.....	12
2.2.3. Línea de Conducción.....	14
2.2.4. Reservorio.....	21
2.2.5. Sistemas de distribución de agua.....	24
2.3. FUENTE DE ABASTECIMIENTO.....	27
2.3.1. Tipos de fuentes.....	27
2.3.2. Calidad de agua	30
2.3.3. Tipos de análisis de agua con fines de consumo humano	31
2.4. NORMATIVIDAD PARA AGUA POTABLE.....	34
2.4.1. Parámetros analizados para el consumo de agua potable	34
2.5. FACTURACION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	35
2.5.1. Hidrómetro.....	38

2.5.2.	Detalle de la facturación	38
2.5.3.	Suministro.....	39
2.5.4.	Categoría de usuario	40
2.5.5.	Estructura tarifaria	41
2.6.	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO..	41
2.7.	CUIDADO DEL AGUA.....	44
2.7.1.	Código Técnico de Construcción Sostenible.....	44
2.7.2.	Sistemas separativos	46
2.7.3.	Producción de fertilizantes a partir de las orina humana.....	48
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	51
3.1.	FASE I: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA... 51	
3.1.1.	Recopilación de información sistematizada	52
3.1.2.	Recopilación de información de campo: inspección de la infraestructura existente	52
3.1.3.	Levantamiento de información sobre conexiones existentes y demanda de consumo	53
3.1.4.	Análisis de agua en el pozo Chino 2	55
3.2.	FASE II: FASE DE GABINETE.....	56
3.2.1.	Cálculo de la población futura para el periodo de diseño.....	56
3.2.2.	Aforo del pozo Chino 2	58
3.2.3.	Evaluación del consumo actual de agua en la UNALM.....	58
3.2.4.	Cálculo de la demanda de agua	59
3.2.5.	Calculo de la oferta de agua	59
3.2.6.	Balance oferta - demanda	59
3.2.7.	Evaluación de la calidad del agua.....	59
3.3.	FASE III: FORMULACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA	60
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	61

4.1. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA ACTUAL DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	61
4.1.1. Situación de los componentes del sistema.....	61
4.1.2. Conexiones existentes.....	65
4.1.3. Calidad del agua	65
4.2. CÁLCULO DE LA DEMANDA DE AGUA POBLACIONAL	70
4.2.1. Población futura.....	70
4.2.2. Demanda actual y de diseño	73
4.3. CONSUMO DE AGUA EN LA UNALM	74
4.4. CÁLCULO DE LA OFERTA DE AGUA.....	79
4.4.1. Aforo del pozo Chino 2	79
4.4.2. Oferta actual de agua	80
4.5. BALANCE OFERTA – DEMANDA.....	81
4.5.1. Balance Oferta – Demanda Actual	81
4.6. PROPUESTAS DE MEJORA	82
4.6.1. Disponibilidad de agua	82
4.6.2. Sectorización de servicios de acuerdo a la calidad de agua requerida y mejoras en la red	83
4.6.3. Incluir medidas de ahorro de agua y medidas innovadoras.....	84
4.6.4. Mejoras del servicio.....	90
V. CONCLUSIONES	92
VI. RECOMENDACIONES	94
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
VIII. ANEXOS	104

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Dotación de agua para locales educacionales y residencias estudiantiles.....	6
Tabla 2: Resumen de los sistemas de agua potable	11
Tabla 3: Características del agua superficial y subterránea.....	29
Tabla 4: Ventajas y desventajas del agua superficial y subterránea.....	30
Tabla 5: Clasificación de las clases y categorías	40
Tabla 6: Tratamientos para la potabilización de agua según los contaminantes	43
Tabla 7: Información solicitada a las oficinas de la UNALM.....	53
Tabla 8: Ubicación de las captaciones UNALM	61
Tabla 9: Características de los Suministros	66
Tabla 10: Resultados de los Análisis de agua para consumo Humano	67
Tabla 11: Población al año 2015	70
Tabla 12: Tasa de crecimiento anual de la población de la UNALM	70
Tabla 13: Población total de la universidad.....	71
Tabla 14: Comparación entre el método aritmético y método geométrico	72
Tabla 15: Población de diseño de la UNALM	72
Tabla 16: Demanda actual y de diseño en l/s	73
Tabla 17: Demanda actual y de diseño en m ³ /mes	74
Tabla 18: Consumo de agua generado por el uso del pozo Chino 2	74
Tabla 19: Consumo de agua generado por el uso del suministro ADUNA.....	76
Tabla 20: Consumo de agua generado por uso del suministro del comedor Universitario .	78
Tabla 21: Caudal promedio extraído del Pozo Chino 2.....	80
Tabla 22: Oferta actual de agua en m ³ /mes	80
Tabla 23: Balance Oferta – Demanda 1 en m ³ /mes.....	81
Tabla 24: Balance Oferta – Demanda 2 en m ³ /mes.....	81
Tabla 25: Caudales registrados en el hidrómetro del pozo Chino 2	113
Tabla 26: Población estimada por el método geométrico.....	115

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Consumo de agua por distritos SUNASS.	5
Figura 2: Sistema de agua potable por gravedad sin tratamiento.	8
Figura 3: Sistema de agua potable por gravedad con Planta de Tratamiento.	9
Figura 4: Sistema de agua potable por bombeo sin tratamiento.	10
Figura 5: Conducción por Bombeo con Planta de Tratamiento	10
Figura 6: Carga disponible en la línea de conducción.	16
Figura 7: Esquema del sistema de conducción por Bombeo.	17
Figura 8: Bombas centrífugas horizontales	20
Figura 9: Bomba centrífuga vertical	20
Figura 10: Bombas sumergibles	21
Figura 11: Reservorio de tipo apoyado y elevado	23
Figura 12: Sistema de Distribución directo de agua	25
Figura 13: Sistema de distribución indirecto	26
Figura 14: Sistema de distribución mixto.	27
Figura 15: Medidor instalado por SEDAPAL	36
Figura 16: Recibo mensual emitido por SEDAPAL	37
Figura 17: Hidrómetro modelo Woltman marca ZENNER.	38
Figura 18: Actualización de la Estructura Tarifaria	42
Figura 19: Eficiencia Hídrica en nuevas construcciones.	45
Figura 20: Sistema Unitario.	47
Figura 21: Sistema separativo.	48
Figura 22: Uritrottoir	49
Figura 23: Delimitación del campus de la UNALM	52
Figura 24: Toma de muestras en el Pozo Chino 2	56
Figura 25: Crecimiento de la población total en la UNALM	71
Figura 26: Evolución de la Demanda Hídrica (l/s)	73
Figura 27: Grifería temporizada	85
Figura 28: Grifería con llave electrónica	86
Figura 29: Grifería con llave economizadora	86
Figura 30: Inodoro dual	87
Figura 31: Fluxómetro para inodoros	88

Figura 32: Llave de ducha temporizada	88
Figura 33: Salidas de ducha con kit economizador	89
Figura 34: Urinarios secos marca URI	90
Figura 35: Bebedero publico	91
Figura 36: Llave y tuberías del pozo Chino 2 que llevan el agua al canal exterior.....	105
Figura 37: Tubería que conduce el agua al canal exterior	105
Figura 38: Instalaciones exteriores del pozo Chino 2.....	106
Figura 39: Exterior del pozo Camal	106
Figura 40: Instalaciones interiores de la caseta del pozo Chino 2.....	107
Figura 41: Tablero automático del pozo Chino 2	107
Figura 42: Hidrómetro del pozo Chino 2.....	108
Figura 43: Material sedimentado en el fondo del pozo	108
Figura 44: Tuberías instaladas en el pozo Chino 2.....	109
Figura 45: Medidor del pozo Camal.....	109
Figura 46: Reservorio del pozo Chino 2.....	110
Figura 47: Reservorio del pozo de Camal	110
Figura 48: Conexión de SEDAPAL con el Comedor Universitario.....	111
Figura 49: Estimación de la población por el método geométrico	115

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: PANEL FOTOGRÁFICO	104
ANEXO 2: REGISTRO DE LOS CAUDALES EN EL HIDRÓMETRO UBICADO EN EL POZO CHINO 2	112
ANEXO 3: ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN FUTURA POR EL MÉTODO GEÓMETRICO.....	114
ANEXO 4: LIMITES PERMISIBLES DEL REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO	116
ANEXO 5: RESULTADOS DEL LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO.....	119
ANEXO 6: RESULTADOS DEL LABORATORIO CORPLAB S.A.C.....	122
ANEXO 7: COTIZACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA EN LA CAPTACION – AGUASISTEC	136
ANEXO 8: COTIZACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA EN LA CAPTACION – QUIMTIA	139
ANEXO 9: RECIBO DEL POZO CHINO 2.....	151
ANEXO 10: RECIBO DEL POZO INDDA	153
ANEXO 11: RECIBO DEL COMEDOR UNIVERSITARIO	155
ANEXO 12: RECIBO DE ADUNA.....	157

I. INTRODUCCIÓN

1.1. GENERALIDADES

En los últimos años, el desabastecimiento de agua en la Universidad Nacional Agraria La Molina (en adelante UNALM) y la mala calidad del servicio, se han vuelto problemas constantes afectando, no solo a la población universitaria, sino también a los laboratorios, las salas de investigación y los centros de producción.

Para solucionar este conflicto, la UNALM mediante la Unidad de Planificación y Proyectos de Inversión - UPPI, elaboró el perfil técnico llamado: "Mejoramiento y rehabilitación de los sistemas de agua y saneamiento del campus universitario de la Universidad Nacional Agraria La Molina, La Molina, Lima" al cual se le asignó el código SNIP 312210 en el año 2015 como medida de mejora.

Con el fin de obtener la viabilidad del proyecto, se evaluó su contenido encontrándose datos y documentación incompleta. Como medida de solución, la UPPI, reunió un equipo de trabajo que tuvo como objetivo el levantamiento de observaciones, en donde, la tesista cooperó como asistente del proyecto. La elaboración del presente diagnóstico tomó la información obtenida en la subsanación de observaciones del perfil anteriormente nombrado, identificando las principales razones por las que el sistema de agua de la UNALM es deficiente y por consiguiente, plantea las propuestas que mejoraran el abastecimiento de agua en esta casa de estudios.

1.2. OBJETIVO

General

Realizar el diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua potable en la Universidad Nacional Agraria la Molina y brindar propuestas de mejora en la eficiencia del sistema, en el mediano y largo plazo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

2.1.1. Diagnóstico

Según Vallejos (2008), un diagnóstico es el o los resultados finales que se obtienen luego de un estudio, evaluación o análisis sobre un determinado ámbito u objeto que deseamos conocer. El propósito final de este, es reflejar la situación y/o estado del objeto en estudio para después realizar una acción que pueda ser un tratamiento a partir de los resultados del diagnóstico que se ha llevado a cabo. Señala que es importante mencionar que la explicación y presentación del diagnóstico debe ser no solamente descriptiva, sino explicativa y pronosticativa.

2.1.2. Consumo de agua

CONAGUA (2016) señala que el consumo de agua es el volumen de agua utilizado por habitante en un día para satisfacer sus necesidades. Se expresa por lo general en Litros por habitante por día. (L/hab. x día) y se obtiene de las mediciones en el medidor de la conexión domiciliaria.

Arocha (1978) describe cinco tipos de consumo:

- Consumo Doméstico: volumen de agua usado en el consumo familiar en actividades como lavado de ropa, baño, aseo personal, cocina, limpieza, bebida. Representa el uso predominante para los diseños.
- Comercial o Industrial: este consumo hace referencia al gasto vinculado al área industrial o comercial. Los consumos varían de acuerdo al tipo de industria y comercio que se esté desarrollando. Algunas de las actividades son hoteles, estaciones de gasolina, etc.

- Consumo por pérdida de la red: ocasionado juntas en mal estado, válvulas y conexiones defectuosas. Puede llegar a representar de un 10% - 15% del consumo total.
- Consumo por incendio: consumo usado para combatir incendios. Es importante que en el diseño de sistemas de abastecimiento de agua, sea considerado este componente.

Los tipos de consumo varían de acuerdo a factores sociales, meteorológicos, entre otros.

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud - OMS (2003), la cantidad promedio de consumo es de 100 litros de agua por persona al día para cubrir todas sus necesidades básicas. Sin embargo, SEDAPAL (2017) mediante la Nota de Prensa N°21-2017 dio a conocer que el consumo promedio más elevado lo registra el distrito de San Isidro con un valor de 346 litros de agua potable, tres veces más el consumo promedio. Lima es la segunda ciudad más grande en el mundo ubicada en un desierto y carece de precipitaciones. Por ello, SEDAPAL invoca a la población realizar un uso responsable y solidario del agua potable.

SUNASS en febrero del 2017, publicó una lista actualizada con los consumos por distritos (véase Figura 1) y nuevamente San Isidro ocupó el primer lugar con 447 litros por persona al día. El distrito de Lurigancho Chosica promedia 15.2 litros por persona al día, valor muy por debajo del acceso básico según la OMS.

2.1.3. Demanda de agua

Agüero (1997) define como demanda, la cantidad de agua potable, que se cuantifica como volumen de agua que los habitantes están dispuestos a consumir.

Menciona que la demanda de agua puede ser modificada por factores, económicos, sociales y por el tamaño de la comunidad. Puede variar también en función al clima, la temperatura y a la distribución de lluvias.

Asimismo, indica que la población puede ser rural o urbana y debe considerarse el consumo doméstico, el industrial, el comercial, el público y el consumo por pérdidas.

El MEF (2011) establece que para estimar la demanda total de agua potable se hace uso de la dotación promedio por persona y la población de diseño o población futura. El resultado obtenido es el caudal promedio o el caudal de diseño medido en litros por segundo.



Figura 1: Consumo de agua por distritos SUNASS.

FUENTE: SUNASS, 2017.

2.1.4. Dotación de agua

De acuerdo a la Norma OS. 0100 (MVCS 2006), se define dotación como la cantidad de agua promedio diaria anual por habitante, la cual se fija en base a estudios de consumo técnicamente justificados. Si en caso, no hubiese estudios debidamente sustentados en informaciones estadísticas, se tomarán los valores asignados en la norma IS. 010 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Agüero (1997) menciona que la dotación o también llamada demanda per cápita, es la cantidad de agua que cada persona requiere, la cual se expresa en litros/habitante/día.

La norma IS. 010 (MVCS 2006) establece una dotación de agua de 50 litros por persona en locales educacionales:

Tabla 1: Dotación de agua para locales educacionales y residencias estudiantiles

TIPO DE LOCAL EDUCACIONAL	DOTACIÓN DIARIA
Alumnado y personal no residente	50 L por persona
Alumnado y personal residente	200 L por persona

FUENTE: Norma O.S. 0100 Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria 2006.

2.1.5. Población actual

Los proyectos de saneamiento no se realizan para satisfacer las necesidades del presente, se debe considerar el crecimiento poblacional. Es aquí, donde aparecen conceptos como población final o población de diseño, tasa de crecimiento y periodo de diseño. Estas consideraciones se deben tener en cuenta para realizar perfiles, expedientes o ejecución.

La población actual se define como la cantidad de habitantes establecidos en un lugar. En su estudio de la demanda proyectada de agua potable, el MEF (2011:23) «establece que la población actual se determina a partir de censos de población y proyecciones del INEI».

2.1.6. Tasa de crecimiento

De acuerdo con el CONAGUA (2016:12) la tasa de crecimiento es el « valor índice de la magnitud y velocidad de cambio de una población. Representa el aumento o disminución del número de habitantes durante un cierto período y se expresa en porcentaje».

Para estimar la población futura, se usa la tasa de crecimiento que se estima en razón del crecimiento poblacional en determinado periodo. Para el desarrollo de proyectos de saneamiento se recomienda el uso de la tasa estimada por los censos realizados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI en ciudades, distritos, localidades, universidades, entre otros.

CONAGUA (2016) señala que la tasa de crecimiento por lo general es variable en el tiempo, dado que en cuestiones de población es altamente improbable que se mantenga constante. Puede verse afectada por eventos que influyen notablemente en su valor, aumentándolo o disminuyéndolo. Por ello, se debe conocer la coyuntura del periodo en el cual se determinó.

2.1.7. Periodo de diseño

Agüero (1997) indica que el periodo de diseño se define como el tiempo en el cual el sistema será 100 por ciento eficiente, es decir, tiempo en el cual la infraestructura debe cumplir su función de manera satisfactoria y funcione adecuadamente el sistema. Dichos periodos se fijan de acuerdo a la normativa vigente dada por el sector.

La Guía de Orientación para Elaboración de Expedientes Técnicos de Proyectos de Saneamiento del PNSU (2016, 24) define al periodo óptimo de diseño como el «tiempo en el cual la capacidad de producción de un componente de un sistema de agua potable o alcantarillado, cubre la demanda proyectada». Además, propone un periodo de diseño de acuerdo al sistema y/o componente.

2.1.8. Población futura o población de diseño

CONAGUA (2016) define a la población final como la cantidad de personas que se espera tener en una localidad al finalizar el periodo de diseño.

La población futura se calcula a partir de la población actual y la tasa de crecimiento, considerando el período de diseño.

Agüero (1997) a su vez menciona que para el cálculo de la población futura, existen diversos métodos de cálculos: racional, analítico, comparativo, etc., los cuales van variando de acuerdo a la información existente y el análisis que se desee realizar.

2.2. SISTEMAS DE AGUA POTABLE

El sistema de agua potable se define como el conjunto de estructuras e instalaciones usadas para recepcionar, almacenar, conducir y tratar el agua captada de la fuente. También comprende el tratamiento, almacenamiento, conducción y distribución del agua tratada (MVCS 2004). Es importante mencionar que el agua tratada debe cumplir las normas de calidad para ser distribuida como agua potable y no causar daño alguno.

El sistema de agua potable cuenta con componentes hidráulicos: estructuras de captación, reservorios, planta de tratamiento, línea de conducción, aducción y distribución entre otros.

El Ministerio de Economía y Finanzas (2004) considera el diseño de sistemas de agua potable de acuerdo a la calidad del agua y lo clasifica en dos:

a. Sistemas por gravedad

- Sin tratamiento

Los sistemas de agua potable sin tratamiento se aplican cuando el agua de la captación proviene de manantiales, galerías subterráneas, fuentes que no requieren de un tratamiento previo antes de su consumo. En la Figura 2 se puede observar sus principales componentes.

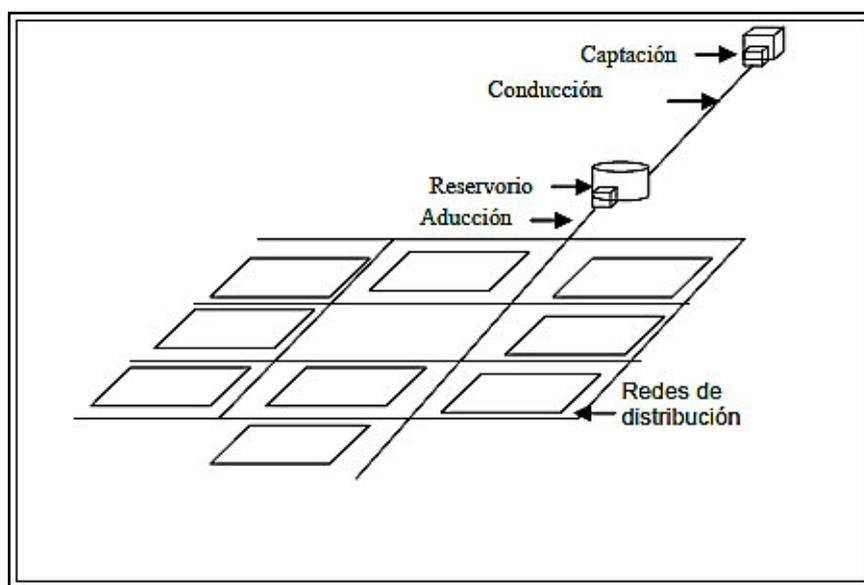


Figura 2: Sistema de agua potable por gravedad sin tratamiento.

FUENTE: MEF, 2004.

- Con tratamiento

El sistema de agua potable con tratamiento se aplica en aguas superficiales captadas de ríos, acequias y requieren de un tratamiento debido a que están expuestas a agentes contaminantes. Proporciona agua segura, sin embargo, demanda un mayor costo en la operación y el mantenimiento. En la Figura 3 se puede apreciar un sistema por gravedad con tratamiento.

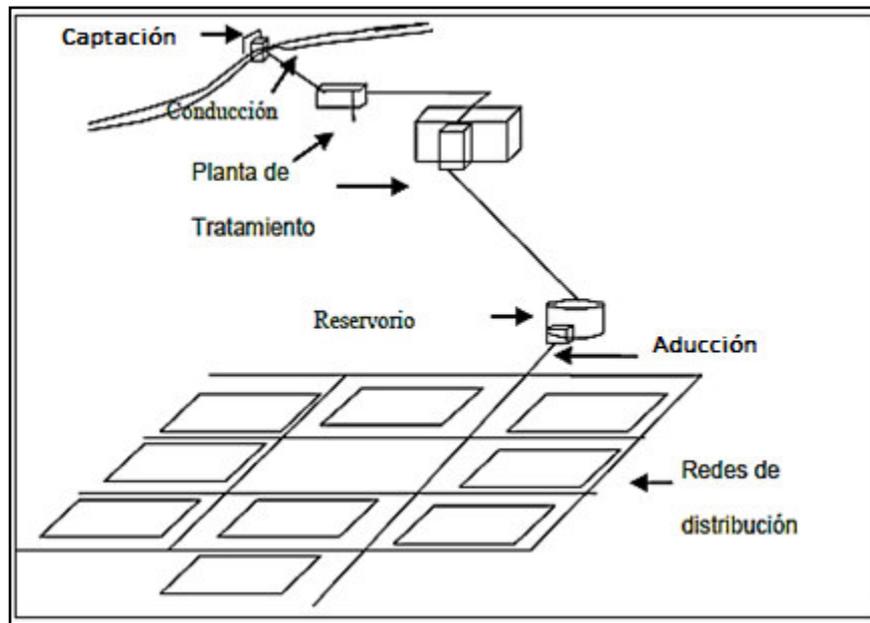


Figura 3: Sistema de agua potable por gravedad con Planta de Tratamiento.

FUENTE: MEF, 2004.

b. Sistema por Bombeo

El Ministerio de Economía y Finanzas (2004) también clasifica el sistema de agua potable por bombeo en dos:

- Bombeo sin tratamiento

Se diseñará un sistema de bombeo sin tratamiento cuando la fuente de abastecimiento sea del tipo subterránea. La cota de la captación se ubica por debajo de la cota mínima de abastecimiento de la localidad beneficiada. Este sistema demanda el uso de un equipo electromecánico para impulsar el agua hasta el nivel deseado (ver Figura 4).

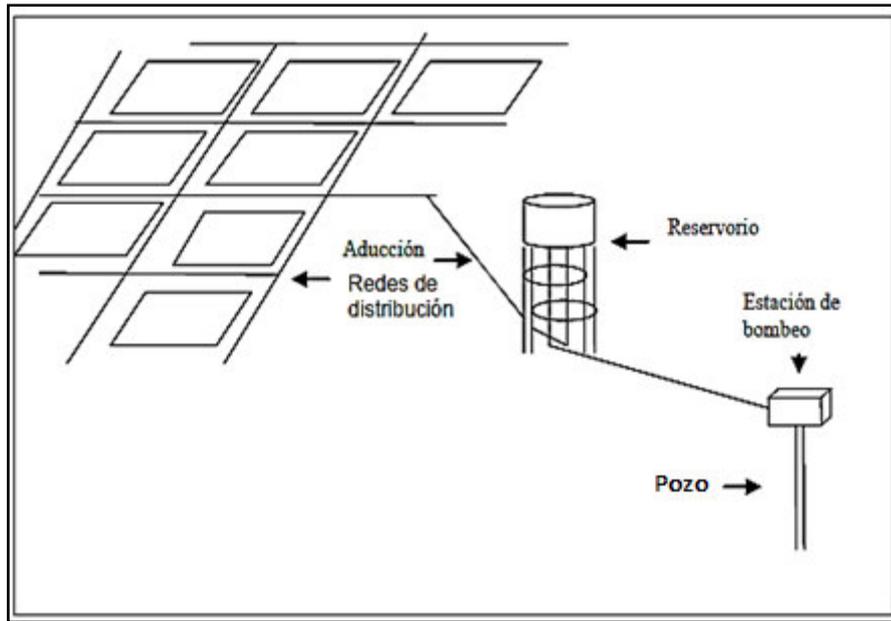


Figura 4: Sistema de agua potable por bombeo sin tratamiento.

FUENTE: MEF, 2004.

- Bombeo con tratamiento

Se hará uso de la planta de tratamiento, cuando la captación sea del tipo agua superficial, ver Figura 5.

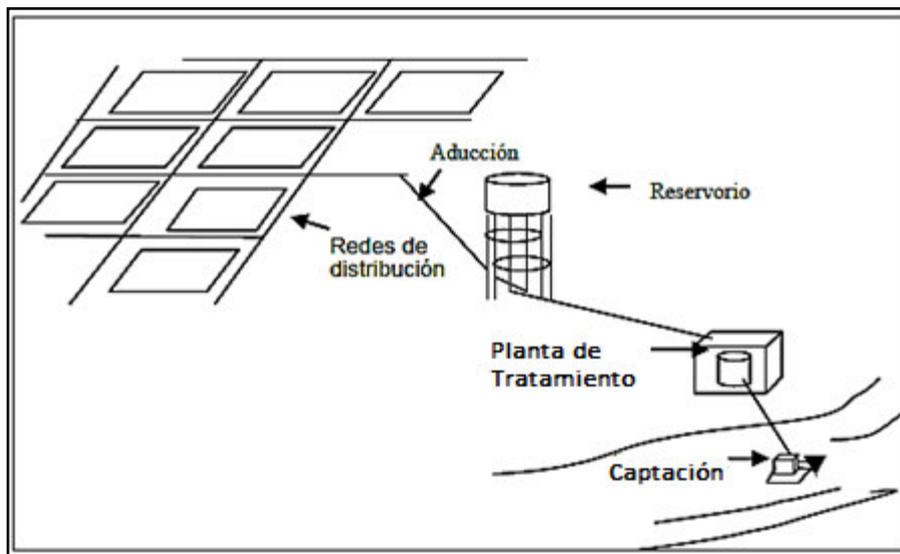


Figura 5: Conducción por Bombeo con Planta de Tratamiento

FUENTE: MEF, 2004.

Cuando la fuente se ubica por debajo del nivel de la localidad beneficiada, se requiere estaciones de bombeo para impulsar el agua.

Lo anteriormente expuesto se resume en la Tabla 2:

Tabla 2: Resumen de los sistemas de agua potable

TIPO	FUENTE	COMPONENTES
Gravedad sin tratamiento	Manantiales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Captación 2. Línea de Conducción 3. Reservorio 4. Red de distribución 5. Conexión domiciliaria
Gravedad con tratamiento	Aguas superficiales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Captación 2. Línea de conducción 3. Planta de tratamiento 4. Reservorio 5. Red de distribución 6. Conexión domiciliaria
Bombeo sin tratamiento	Agua subterránea	<ol style="list-style-type: none"> 1. Equipo de succión y caseta de bombeo 2. Línea de impulsión 3. Reservorio 4. Red de distribución 5. Conexión domiciliaria
Bombeo con tratamiento	Aguas superficiales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Equipo de succión y caseta de bombeo 2. Línea de impulsión 3. Planta de tratamiento 4. Reservorio 5. Red de distribución 6. Conexión domiciliaria

FUENTE: Adaptado del Ministerio de Salud, s.f.

2.2.1. Normatividad para Sistemas de agua potable

La normativa usada para el diseño de Sistemas de agua potable varía de acuerdo al tamaño de la población. La Ley General de Saneamiento (2005) define como ámbito rural a poblaciones menores de 2000 habitantes y denomina como ámbito urbano cuando la población sobrepasa los 2000 habitantes.

El PNSU (2016) señala que para diseños de sistemas de agua potable y alcantarillado en localidades rurales se hará uso de materiales elaborados por el Programa Nacional de Saneamiento Rural-PNSR y los diseños urbanos serán en base a los lineamientos establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones-RNE.

Los sistemas de agua potable están compuestos por la captación, conducción, impulsión, estación de bombeo, reservorio, plantas de tratamiento de agua potable, red de distribución y conexión domiciliaria. El Reglamento Nacional de Edificaciones elabora las normas de Obra de Saneamiento para cada uno de los componentes.

- Norma OS. 010 Captación y conducción de agua para consumo humano.
- Norma OS. 020 Plantas de tratamiento de agua para consumo humano.
- Norma OS. 030 Almacenamiento de agua para consumo humano.
- Norma OS. 040 Estaciones de Bombeo de agua para consumo humano.
- Norma OS. 050 Redes de distribución de agua para consumo humano.
- Norma OS. 060 Drenaje Pluvial urbano

2.2.2. Caudales de abastecimiento

2.2.2.1. Caudal promedio para redes de agua

Roger Agüero (1997:24) define al caudal promedio diario anual «como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del periodo de diseño, expresado en litros por segundo (l/s)». Se determina mediante la siguiente relación:

$$Qp = \frac{Pf \times \text{dotación } (d)}{86,400 \text{ s/día}}$$

Donde:

Qp: Consumo promedio diario (l/s)

Pf: Población futura (hab.)

d: Dotación (l/hab./día)

Arocha (1978) indican que el caudal promedio o consumo medio es la base del diseño que se hará para la población final y el periodo de diseño.

2.2.2.2. Caudal máximo diario

Arocha (1978) consideran que la demanda es variable en el día y también en los meses del año, lo cual se debe a que el comportamiento de la población depende de la estación del año (crece considerablemente el uso del agua en verano) y de actividades o acontecimientos específicos. El dimensionamiento de las obras de captación, conducción y reservorios debe tener capacidad para abastecer sin problemas la máxima demanda de los consumidores.

Se define como la máxima demanda aquella que se da en un día, el cual se le llamará el día crítico que necesariamente debe ser satisfecho para no generar déficit en el sistema.

La norma OS. 010 (MVCS 2006) define al caudal máximo como el caudal más alto en un día, observado en un año, sin tener en cuenta los consumos por incendios, pérdidas, etc.

Agüero (1997) lo define como el día de máximo consumo registrado en todo un año. Considera que para el consumo máximo diario ($Q_{\text{máx. diario}}$) se considera entre el 120 - 150 por ciento del consumo promedio diario anual (Q_p), recomendándose el valor promedio de 130 por ciento.

El cálculo del caudal máximo diario se obtiene de la siguiente manera:

$$Q_{\text{máx. diario}} = Q_p \times k_1$$

Donde:

k1: Factor máximo diario, valor de coeficiente de variación diaria o variación de consumo

La Norma OS. 0100 (MVCS 2006) indica que para sistemas de abastecimiento por conexiones domiciliarias, los coeficientes de las variaciones de consumo referidos al

promedio diario anual de la demanda, deberán ser fijados en base al análisis de información estadística comprobada. En caso, no se contara con esta información, usar el coeficiente: $k_1=1.3$

2.2.2.3. Caudal máximo horario

La demanda tiene un comportamiento variable en el día, es decir en cada hora el sistema tiene requerimientos distintos dependiendo de la actividad de sus pobladores y magnitud de la localidad.

Olivera y Castro (2008) mencionan que la variación de este caudal depende las actividades básicas de la ciudad. De acuerdo a su análisis, el caudal máximo horario puede producirse por las primeras horas de la mañana, al mediodía o en las primeras horas de la noche.

Esta variación es absorbida en parte por el reservorio de regulación y por la capacidad de las redes de distribución. Éstas últimas se diseñan para atender el caudal máximo horario ($Q_{\text{máx.horario}}$) que se determina de la siguiente forma:

$$Q_{\text{máx. horario}} = Q_p \times k_2$$

Donde:

k_2 : Factor Máximo Horario, Valor de Coeficiente de variación horaria o variación de consumo.

La Norma OS. 0100 considera este rango de variación: 1,8 a 2,5.

Olivera y Castro (2008) consideran que el valor del k_2 debe fluctuar entre 1.8 y 5.0 de la demanda promedio anual.

2.2.3. Línea de Conducción

La norma OS. 010 (MVCS 2006) define como conducción a todas las estructuras y elementos encargados de conducir el agua desde la captación hasta el reservorio o planta de tratamiento. El diseño se realiza con el caudal máximo diario. La norma menciona dos formas de conducir el agua: conducción por gravedad y conducción por bombeo.

Agüero (1997) a su vez menciona que la línea de conducción es un conjunto de tuberías, válvulas, accesorios, estructuras y obras de arte encargados de conducir el agua desde la

captación hasta el reservorio. Además, señala que para un adecuado diseño de la línea de conducción es importante tener en consideración los siguientes factores:

- Carga disponible:

La carga disponible se define como la diferencia de elevación dada entre lo captación y el reservorio.

- Gastos de diseño:

Se define como gasto de diseño al gasto máximo diario (Qmd), el cual se halla multiplicando el caudal medio por el factor K1.

2.2.3.1. Conducción por Gravedad

La Comisión Nacional del Agua (2016) establece que una conducción por gravedad se presenta cuando la elevación del agua en la fuente de abastecimiento es mayor a la altura piezométrica requerida o existente en el punto de entrega del agua, el transporte del fluido se logra por la diferencia de energías disponible. Es decir, se hace uso de la topografía existente de manera que la conducción se lleve a cabo sin necesidad de bombeo y se alcanza un nivel aceptable de presión. Algunas ventajas de este esquema son la inexistencia de costos de energía, operación sencilla, bajos costos de mantenimiento y reducidos cambios de presión.

De acuerdo a la norma OS. 010 (MVCS 2006), la Línea de Conducción por Gravedad de puede diseñar de las siguientes formas:

- Canales:

En función al caudal y calidad del agua se determinará el material de construcción del canal. Para evitar depósitos y erosiones, la velocidad del flujo no debe ser menor de 0.60 m/s. Los diseños deben garantizar buenas condiciones de seguridad y un funcionamiento permanente.

- Tuberías:

En el diseño de la línea de conducción por tubería se debe tener en cuenta las condiciones topográficas, clima de la zona y características del suelo. Para evitar depósitos y erosiones,

la velocidad no debe ser menor de 0.60 m/s. De acuerdo al material a usarse, la velocidad máxima admisible en tubos de concreto será de 3m/s, para materiales como asbesto-cemento, acero y PVC se permite una velocidad de 5m/s. Para los cálculos hidráulicos se hará uso de los coeficientes de Manning de acuerdo al tipo de material. Las estructuras complementarias que se usan son las válvulas de aire y las válvulas de purga, las cuales serán diseñadas de acuerdo al caudal, presión y diámetro de la tubería.

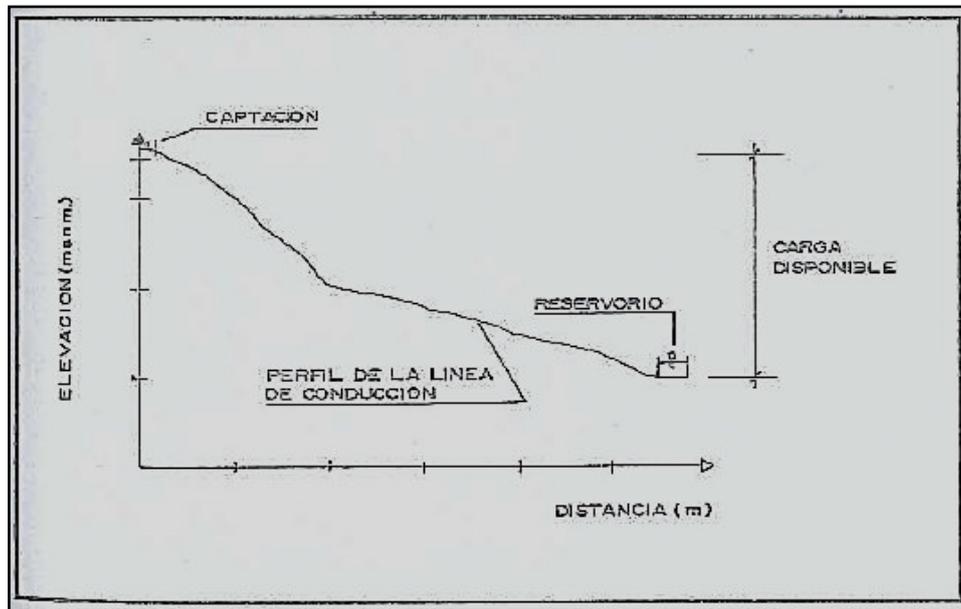


Figura 6: Carga disponible en la línea de conducción.

FUENTE: AGÜERO, 1997.

2.2.3.2. Conducción por Bombeo o Línea de Impulsión

La conducción por bombeo es necesaria cuando se requiere adicionar energía para transportar el gasto de diseño. Este tipo de conducción se usa generalmente cuando la elevación del agua en la fuente de abastecimiento es menor a la altura piezométrica requerida en el punto de entrega. El equipo de bombeo proporciona la energía necesaria para lograr el transporte del agua. En ciertos casos cuando aún no se cuenta con un tanque de almacenamiento para la provisión y balance de la demanda de agua, es común que el agua sea bombeada directamente a la red, esto pudiera aparentar una cierta ventaja dado que no se tiene el tanque de regulación respectivo que permita realizar una distribución a gravedad en la red, sin embargo, se deberá instalar en estos casos lo antes posible el tanque respectivo para que cese la operación con entrega directa de bombeo. Durante el tiempo que se pretenda realizar la entrega directa a la red se deberán tomar precauciones

adicionales, como contar con una fuente de poder alternativa en el bombeo, automatizar el mismo en su operación, dar el mantenimiento de manera estricta a los equipos de bombeo, y lo más importante es que la fuente de abastecimiento debe ser capaz de proporcionar el gasto máximo horario que se demande, ya que de lo contrario se tendrá déficit en el suministro. (Comisión Nacional del Agua 2016:15).

La Organización Panamericana de la Salud (2004) define la línea de impulsión como un sistema de bombeo, tramo que conduce el agua desde la caseta de bombeo hasta el reservorio o tratamiento.

La norma OS. 10 (MVCS 2006) recomienda para el cálculo de la línea de conducción por bombeo la fórmula de Hazen y William. Además, se deberá utilizar las recomendaciones dadas para el uso de las válvulas de aire y purga.

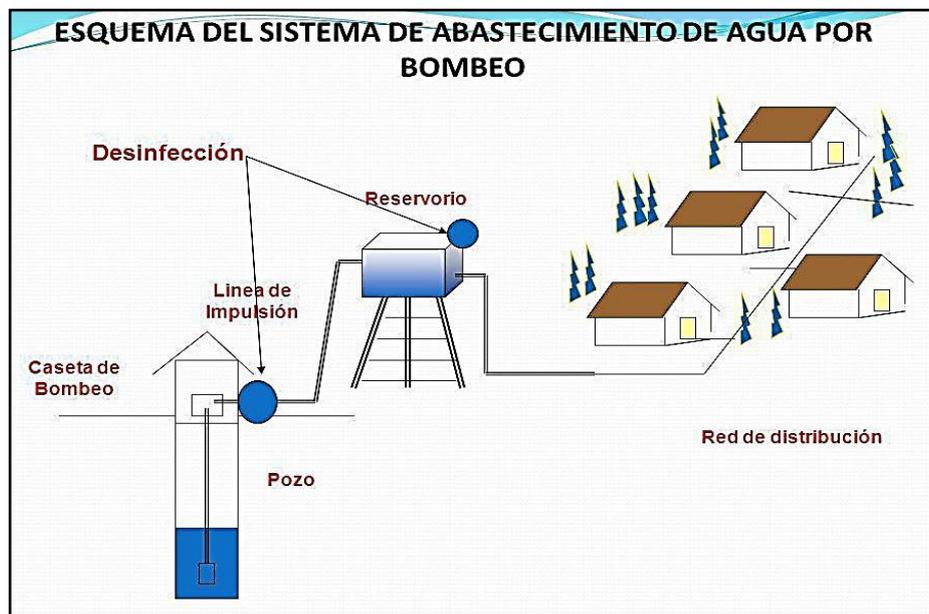


Figura 7: Esquema del sistema de conducción por Bombeo.

FUENTE:<http://slideplayer.es/slide/1639503/6/images/13/ESQUEMA+DEL+SISTEMA+DE+ABASTECIMIENTO+DE+AGUA+POR+BOMBEO.jpg>

2.2.3.3. Estación de Bombeo

La Comisión Nacional del Agua (1997) define la Estación de Bombeo como la obra electromecánica, hidráulica y civil conformada por tuberías, válvulas, equipos de bombes, subestación eléctrica, bombas y accesorios que proporcionan energía y dan las condiciones

energéticas del transporte de agua, desde cotas bajas hasta cotas más altas donde se localiza la población.

La norma OS. 40 (MVCS 2006) establece los requisitos mínimos que deben seguir los sistemas hidráulicos y electromecánicos para el transporte de agua mediante los equipos de bombeo. Los datos básicos con los que debe contar el proyecto son:

- Caudal de bombeo
- Altura dinámica total
- Tipo de energía

Todas las Estaciones de Bombeo deben ubicarse en terrenos de libre disponibilidad, alejado de zonas inundables, deslizamiento u otros riesgos. El caudal de diseño debe satisfacer como mínimo la demanda máxima del lugar. Además, la norma establece considerar los siguientes factores para un buen diseño:

- Caudales de Bombeo
- Altura dinámica total: La altura dinámica es la suma de la carga de succión más la carga de impulsión. La carga de succión es la diferencia de la elevación entre el eje de la bomba y el nivel mínimo del agua en la fuente.
- Tipo de bomba
- Tipo de energía a utilizar
- Número de unidades: Arocha (1978), señala que el número de unidades depende del gasto de bombeo y de sus variaciones, incluyendo también un margen de seguridad que prevé atender las situaciones de emergencia.
- Es importante considerar una bomba de reserva, exceptuando diseños en pozos tubulares.
- La diferencia entre el NPSH requerido y el disponible debe ser de 0.5 metros para evitar la cavitación.

- Considerar a la tubería de succión con un diámetro comercial superior a la tubería de impulsión.
- Disponer de dispositivos de protección contra el golpe de ariete.
- Las válvulas a usarse en la sala de máquinas son: válvula anticipadora de onda, válvulas de interrupción, válvulas de retención, válvula de control de la bomba, válvula de alivio y válvulas de aire y vacío.
- Los dispositivos de control automático de la estación son: manómetros, control de niveles de presión, medidores de caudales del gasto instantáneo, un tablero de control eléctrico para el control automático, válvula de control de llenado en el ingreso de agua.

Por último, las consideraciones finales de diseño en las estaciones de bombeo son implementación del sistema de drenaje, servicios higiénicos e incorporar un sistema para el nivel del ruido (MVCS 2006).

Arocha (1978), describe las estaciones de bombeo como aquellas que captan el agua directa o indirectamente de la fuente y lo elevan al tanque de almacenamiento. Se debe considerar tres aspectos para su diseño: el equipo de bombeo, los accesorios complementarios y las edificaciones.

Para seleccionar un equipo de bombeo, se evaluará el gasto de bombeo, que será considerado como el consumo máximo diario, añadiéndole el tiempo de bombeo. Asimismo, se debe tomar en cuenta la vida útil de los equipos, que generalmente es mucho menor que el del resto de los componentes del sistema.

Las bombas usadas se describen a continuación:

- Bombas centrífugas: se denominan bombas roto dinámicas y se caracterizan por la existencia de un elemento impulsor (o impeller), que es movido por un eje que transmite potencia a dicho elemento (Santayana 2014).

Arocha (1978) clasifica las bombas centrífugas en dos: las bombas centrífugas horizontales son aquellas cuyo eje es horizontal, sirven como apoyo a los impulsores giratorios y permiten ser ubicadas en lugares favorables (ver Figura

8). Las bombas centrífugas verticales o también llamadas turbo bomba o bombas de tipo pozo profundo tiene un eje vertical sobre el cual se apoyan los impulsores que elevan el agua (ver Figura 9). Por lo general, deben ubicarse sobre la captación.

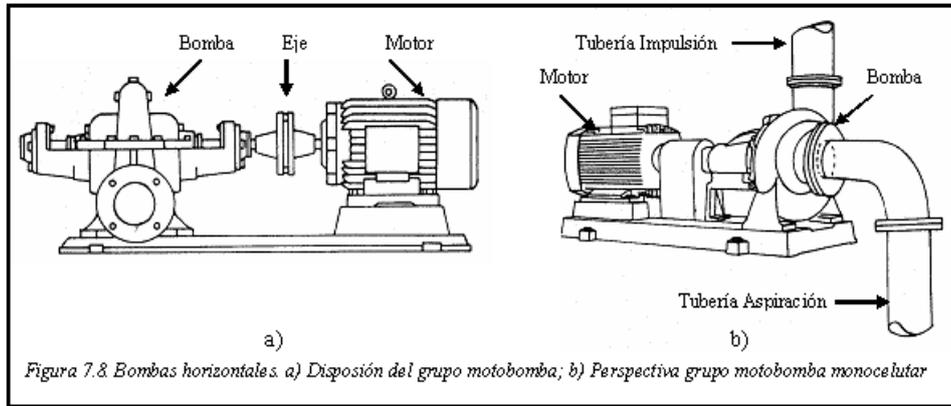


Figura 8: Bombas centrífugas horizontales

FUENTE: <http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%207.%20Bombas/images/pic012.gif>

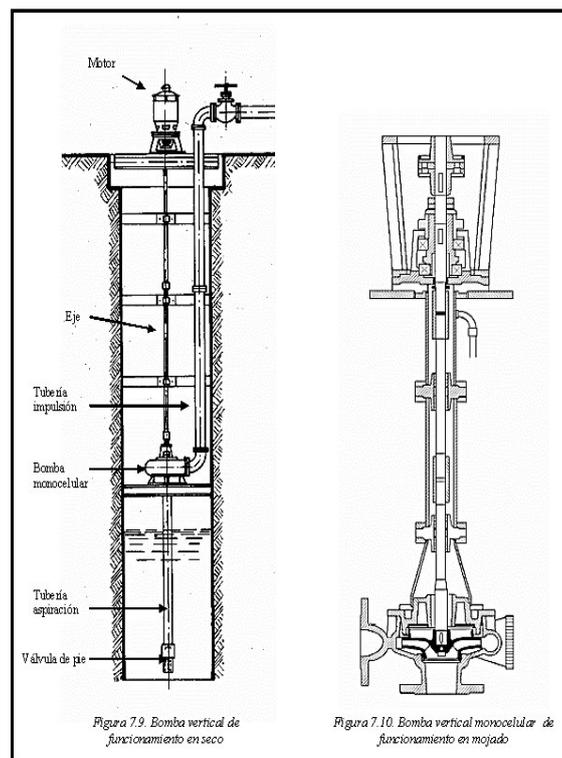


Figura 9: Bomba centrífuga vertical

FUENTE: <http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%207.%20Bombas/images/pic013.gif>

- Bombas sumergibles: su nombre se debe a que la bomba y el motor están sumergidos. Arocha (1987) señala que se usa en pozos profundos (200 metros) y para la selección de los equipos sumergibles se debe considerar que el motor, no se ubique por debajo de los acuíferos. Estas bombas son de alta eficiencia y los diámetros más comunes son de los pozos de 4" (Santayana 2014). En la Figura 10 se observan algunos modelos.



Figura 10: Bombas sumergibles

FUENTE:<http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%207.%20Bombas/images/pic013.gif>

2.2.4. Reservorio

El reservorio es la infraestructura diseñada con el propósito de acumular el agua para el consumo humano, comercial, estatal y social. De acuerdo a su función pueden ser de regulación, reserva, mantenimiento de presión o combinación de las mismas (MVCS 2016).

Agüero (1997) indica que la implementación de un sistema de almacenamiento se debe dar siempre y cuando el rendimiento de la fuente de agua sea menor que el caudal máximo horario, de lo contrario, cuando el rendimiento de la fuente de agua sea mayor al caudal máximo horario, no se debe considerar un sistema de almacenamiento. Menciona también

que la estructura de almacenamiento debe cubrir los requerimientos de consumo de la población.

De acuerdo al PNSR (2012:18) «una estructura de almacenamiento tiene la función de regular las variaciones en el consumo de la población en el transcurso de un día mediante el almacenamiento, antes de su distribución. Estos pueden ser elevados, apoyados o enterrados».

La finalidad del reservorio es suministrar agua para consumo humano a las redes de distribución, con presiones adecuadas y dosis necesaria, considerando las variaciones horarias, las emergencias tales como incendios e interrupciones en la línea de conducción. La norma OS. 030 (MVCS 2006) detalla las condiciones adecuadas que deben cumplir los sistemas de almacenamiento de agua.

2.2.4.1. Criterios de diseño

Los criterios de diseño para almacenamiento son elaborados por la norma OS. 030 (MVCS 2006) y se detallan a continuación:

- El volumen total de almacenamiento del reservorio está conformado por el volumen de regulación, volumen contra incendio y volumen de reserva. Para determinar la capacidad de almacenamiento se deberá usar la gráfica masa correspondiente a las variaciones de la demanda expuesta en la norma; de no existir esta información, se calcula el 25 por ciento del promedio anual de la demanda como capacidad de regulación.
- El volumen contra incendios se determina con la gráfica desarrollada en el reglamento.
- El volumen de reserva es un volumen adicional de reserva.
- El reservorio debe estar provisto de tuberías de entrada, salida, rebose, desagüe y válvulas de interrupción ubicadas convenientemente para un mejor mantenimiento y fácil operación.
- Se ubicará en espacios libres y contará con un cerco perimétrico que impedirá el libre acceso a la instalación.

- La tubería de salida deberá tener como mínimo un diámetro correspondiente al caudal máximo horario y colocarse en dirección opuesta a la tubería de entrada, de esta forma se permite la limpieza en la infraestructura.
- Para llevar un control de los caudales de ingreso, salida y el nivel de agua, se debe adicionar dispositivos de medición.
- Las paredes internas serán lisas y elaboradas de materiales resistentes a la corrosión (MVCS 2006).

2.2.4.2. Tipos de Reservorios

Agüero (1997) señala que los reservorios pueden ser apoyados, elevados y enterrados (ver Figura 11).

- Apoyados: llamados también superficiales debido a que se construyen directamente sobre el suelo y son generalmente de capacidad mediana. Presentan forma rectangular y circular.
- Elevados: se les conoce comúnmente como torres de agua, cuentan con una base por encima del nivel del suelo. Se diseña cuando la población a atender se encuentra a mayor nivel del terreno de la captación. Son soportados por torres, columnas, pilotes y pueden ser de forma esférica, cilíndrica y paralelepípedos.
- Enterrados: conocidos también como cisternas, son de forma rectangular y se construyen por debajo de la superficie.

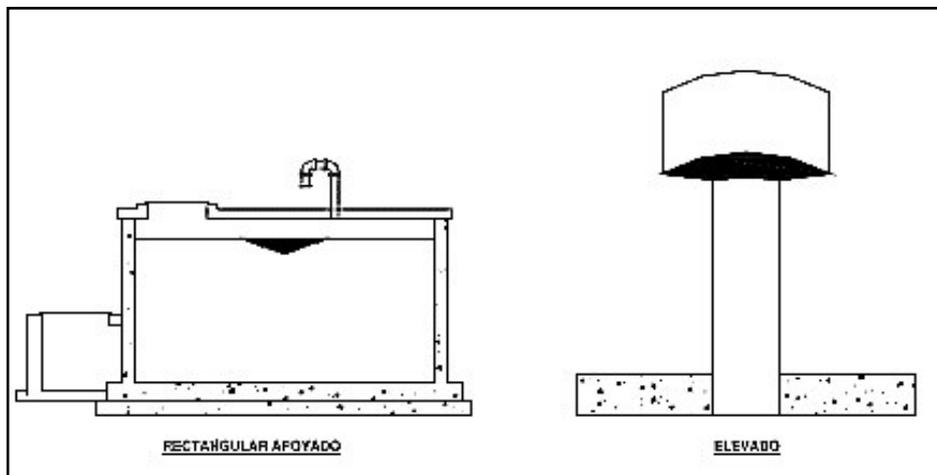


Figura 11: Reservorio de tipo apoyado y elevado

FUENTE: OPS, 2004.

2.2.5. Sistemas de distribución de agua

Sparrow (2014), señala que el diseño de un sistema de abastecimiento de agua depende de tres factores:

- Presión de agua en la red publica
- Altura y forma del edificio
- Presiones interiores necesarias

Puede emplearse cualquier método como: Directo, indirecto y mixto.

2.2.5.1. Sistema directo

Sparrow (2014) define sistema de distribución directo cuando la red pública es suficiente para abastecer a todos los puntos de consumo a cualquier hora del día. Es decir, el suministro de la red pública debe ser permanente para abastecer directamente toda la instalación interna.

Los componentes que integran este sistema son (ver Figura 12):

- Caja porta medidor
- Llaves de paso
- Medidor
- Válvula de compuerta general
- Tubería de aducción de alimentación
- Ramales

Este sistema presenta las siguientes ventajas:

- Existe un menor riesgo a la contaminación de abastecimiento interno de agua.
- Son sistemas económicos.

- Posibilidad de medición de los caudales de consumo, con mucha mayor exactitud.

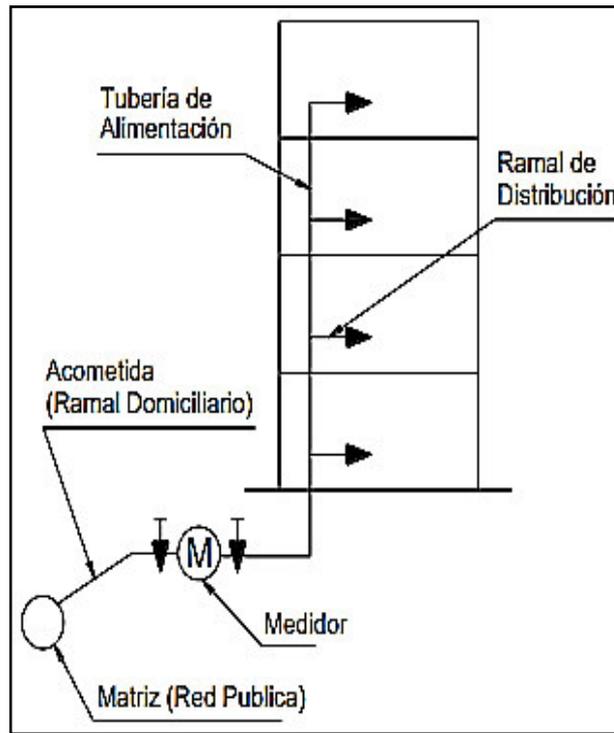


Figura 12: Sistema de Distribución directo de agua

FUENTE: Ministerio de Educación, 2006.

Las desventajas existentes en este sistema son:

- No hay almacenamiento de agua en caso se de una paralización del suministro público de agua.
- Abastecen solo edificios de bajas alturas, de 2 a 3 pisos.
- Requiere de grandes diámetros de tubería para ejecutar grandes instalaciones.
- Existe la posibilidad de que las variaciones horarias afecten el abastecimiento en los puntos de consumo más elevado (Sparrow 2014).

2.2.5.2. Sistema indirecto

El sistema de distribución indirecto (ver Figura 13) se usa cuando la presión en la red pública no es suficiente para dar el servicio a los niveles más altos durante todo el día. Al no garantizar la red pública el servicio continuo, se hace necesario el almacenamiento del

agua en reservorios domiciliarios: tanques y cisternas, para el abastecimiento normal del servicio.

Las ventajas de este sistema son:

- Hay un almacenamiento de agua, si se suspende el servicio.
- Existe una presión constante en cualquier punto de la red interior.
- Elimina los sifonajes, por la separación de la red interna de la externa por los reservorios domiciliarios.
- Las presiones en las redes de agua caliente son más constantes.

Las desventajas son:

- Hay una mayor posibilidad de contaminación del agua dentro del edificio.
- Se requiere de un equipo de bobeo para el transporte del agua.
- Su instalación demanda un mayor costo de construcción y mantenimiento (Sparrow 2014).

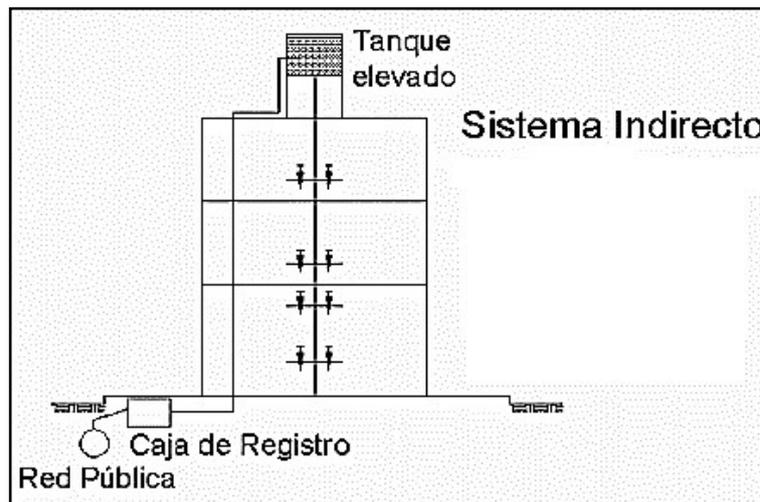


Figura 13: Sistema de distribución indirecto

FUENTE: Ministerio de Educación, 2006.

2.2.5.3. Sistema mixto

Sparrow (2014) define como Sistema Mixto, cuando la presión que se tiene en la red general para el abastecimiento, no es la suficiente y se combinan los sistemas para que

pueda abastecer a los primeros pisos en forma directa y a los superiores en forma indirecta (ver Figura 14).

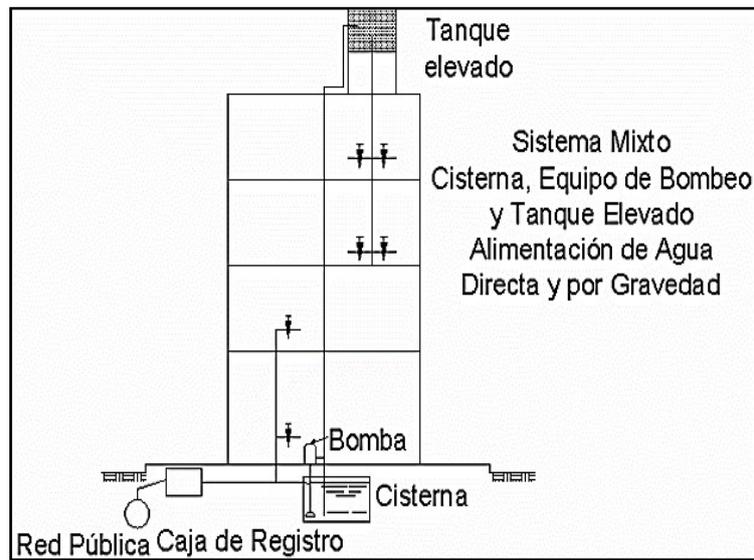


Figura 14: Sistema de distribución mixto

FUENTE: Ministerio de Educación, 2006.

2.3. FUENTE DE ABASTECIMIENTO

Agüero (1997) define que la fuente de abastecimiento es el elemento primordial en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y antes de dar un cualquier paso es necesario definir su ubicación, tipo y cantidad y calidad. Menciona además, que existen tres tipos de fuentes de agua las cuales son: aguas de lluvia, aguas superficiales y aguas subterráneas.

2.3.1. Tipos de fuentes

2.3.1.1. Agua de lluvia

Agüero (2007) señala que el agua de lluvia se usa como fuente de captación cuando no ha sido posible hallar agua superficial ni subterránea de buena calidad. Para su uso se debe tener en cuenta que la precipitación sea considerable.

Rodríguez (2001) señala que, las aguas de lluvia también son llamadas aguas meteóricas y están constituidas por lluvia, nieve o granizo.

Estas aguas cuentan con un bajo índice de contaminación, sin embargo no son fuentes de abastecimiento constante y requieren de una superficie para su captación (Miglio 2016).

2.3.1.2. Aguas superficiales

Agüero (1997) ha descrito a las aguas superficiales como las que discurren de manera natural por la superficie terrestre y están conformadas por: arroyos, ríos, lagos, etc. Al no infiltrarse están expuestas a zonas habitadas o zonas de pastoreo y pueden ser contaminadas, lo que implica tratamientos para su uso poblacional.

2.3.1.3. Aguas subterráneas

Las aguas subterráneas son parte de la precipitación que se infiltra de manera vertical hacia abajo desde la superficie de la tierra hasta el estrato impermeable. A través de manantiales, galerías filtrantes y pozos (excavados y tubulares) se puede captar el agua con fines de consumo humano, según Agüero (1997).

En la Tabla 3 y Tabla 4, Rodríguez (2001) señala las principales características y ventajas y desventajas entre aguas superficiales y aguas subterráneas respectivamente.

Existen diversas formas de captar el agua subterránea: manantiales, galerías filtrantes y pozos. Los pozos usados en la captación de agua son:

- Pozos someros: captan el agua subsuperficial de poca profundidad, hasta los 30 metros y hay dos tipos: los excavados y perforados. Los pozos excavados no requieren de dimensionamiento específico, pero se deben profundizar el pozo al menos 2 metros por debajo del nivel freático. Los pozos perforados someros, se pueden diseñar en base a estudios prospectivos iniciales y pueden ser perforados manualmente o mecánicamente (MVCS2016). Rodríguez (2001) señala que se puede usar estos pozos para uso público, sin embargo dada su cercanía con la superficie, la calidad del agua puede ser deficiente.
- Pozos profundos: captan el agua subterránea a profundidades mayores de 30 metros y su perforación puede ser manual o con máquina. Para perforaciones manuales, los pozos deben ser de diámetros pequeños, se usan equipos simples y los métodos de perforación son por rotación y percusión. La perforación con

máquinas permite captar aguas profundas. Los equipos que se usan deben ser especiales y los métodos de perforación son por percusión, rotación directa o reversa, inyección (MVCS 2016).

Tabla 3: Características del agua superficial y subterránea

CARACTERÍSTICAS	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRÁNEAS
TEMPERATURA	Variable según las estaciones	Relativamente constante
Turbiedad, material en suspensión	Variable a veces elevadas	Bajas o nulas
Mineralización	Variable en función de los terrenos precipitación, vertido, etc.	Sensiblemente constante, mayor que en las aguas superficiales
Hierro y Manganeso	Generalmente ausente	Generalmente ausente
Gas carbónico agresivo	Generalmente ausente	Normalmente ausente
Amoniaco	Presente solo en aguas contaminadas	Presente frecuente sin ser índice de contaminación
Sulfuro de Hidrógeno	Ausente	Normalmente presente
Sílice	Contenido moderado	Contenido normalmente elevado
Nitratos	Muy bajo en general	Contenido a veces elevado
Elementos vivos	Bacterias, virus, plancton	Ferros bacterias
Oxígeno disuelto	Normalmente próximo a la saturación	Normalmente ausente o muy bajo

FUENTE: Tomado de Rodríguez 2001.

2.3.2. Calidad de agua

Como se menciona en la norma OS. 010 (MVCS 2006), el término calidad de agua hace referencia a las características físicas, químicas y bacteriológicas de la fuente de agua que la hacen idóneas para el consumo humano sin causar daño alguno en la salud.

Tabla 4: Ventajas y desventajas del agua superficial y subterránea

SUPERFICIALES		SUBTERRÁNEAS	
VENTAJAS	DESVENTAJAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Disponibilidad	Fácilmente contaminada	Protección	Alto sulfuro de hidrógeno
Visibles	Calidad variable	Bajo color	Alta dureza
Limpiables	Alto color	Baja turbiedad	Relativa
Bajo fierro y manganeso	Alta turbiedad	Calidad constante	No limpiables
Bajo sulfuro de hidrógeno	Olor y color	Baja corrosividad	-
Baja dureza	Alta materia orgánica	Bajo contenido de materia orgánica	-

FUENTE: Tomado de Rodríguez 2001.

La OMS (2006) señala que antes de usarse el agua de la fuente, debe definirse si requiere de un tratamiento y/o acondicionamiento. Estos procesos varían de acuerdo al tipo, por lo general, cuando se trata de una fuente subterránea, la calidad del agua es buena y solo se requiere una desinfección como tratamiento.

Para conocer las medidas de las concentraciones de los elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en los cuerpos de agua, se recurrió al D.S. N° 015 – 2015 – MINAM. Los Estándares de Calidad del Agua – ECA, dispuestos en el documento anteriormente nombrado, son de carácter obligatorio, determinan los usos de los cuerpos de agua y permiten evaluar toda clase de aguas superficiales. Sin embargo, no se aplica par aguas subterráneas.

En el Perú, no existe una normativa para evaluar las aguas subterráneas, por esa razón, se usó el ECA de agua.

2.3.3. Tipos de análisis de agua con fines de consumo humano

Del punto anterior, se desprende usar los criterios de evaluación dispuestos en el ECA, que clasifican los cuerpos de agua de acuerdo al uso. En base al proyecto que se está desarrollando, se clasifica en la Categoría 1, subcategoría A1: aguas superficiales destinadas a la producción de agua que pueden ser potabilizadas con desinfección.

Los parámetros a evaluarse son de tipo físico - químico, inorgánicos, orgánicos, microbiológicos y parasitológicos.

2.3.3.1. Análisis fisicoquímico

La lista completa de todos los parámetros fisicoquímicos se detalla en los anexos. Los principales parámetros para el abastecimiento de agua potable, serán definidos a continuación:

- Turbidez: también llamado turbiedad, es la propiedad óptica de una suspensión que hace que la luz sea remitida y no transmitida por medio de la suspensión. Puede ser ocasionada por una gran variedad de materiales en suspensión que varían en tamaño, entre arcillas, limos, materia orgánica e inorgánica, entre otros.

Romero (2009) menciona que determinar la turbidez para aguas de consumo humano es de suma importancia, ya que mediante estos valores se puede establecer el tratamiento requerido en la fuente

Por otro lado, la OMS (2006) señala que la turbidez es un parámetro operativo importante en el control de los procesos de tratamiento, puesto que puede indicar problemas en la coagulación, sedimentación o filtración. En general, la turbidez en el agua tiene como causa principal la presencia de partículas de materia, que pueden proceder del agua de origen.

- Color: Romero (2009) señala dos tipos de color: el color verdadero, es decir el color verdadero de la muestra después de que se ha removido la turbidez, y el color aparente, que incluye el color de las sustancias en solución, coloides y el color del material suspendido y se determina sobre la muestra original. El término color, se refiere al color verdadero del agua y se suele medir junto con

el pH. Para determinar el color se compara visualmente la muestra con soluciones de concentración de cloro con disco de vidrio de colores calibrados.

La remoción del color es una responsabilidad del tratamiento del agua y se practica para obtener un agua idónea para su debido uso.

La OMS (2006) señala que lo ideal, es que el agua de consumo no presente ningún color apreciable, los consumidores consideran aceptable niveles de color menores que 15 TCU, pero la aceptabilidad puede variar.

- Olor y sabor: Romero (2009) señala que identificar el olor y el sabor en el agua es muy útil para evaluar su calidad y, aceptabilidad de parte del consumidor, además para llevar el control de los procesos de una planta y evaluar la contaminación en la fuente. Ambos parámetros pueden describirse cualitativamente, siendo esto muy útil en caso de reclamos por parte del consumidor. Se ha identificado diferentes métodos cuantitativos para expresar la concentración de olor y sabor. El método más usado es determinar la relación de dilución en donde el olor o sabor son apenas detectables.

La OMS (2006) señala que a través de un cuidadoso proceso de desinfección se puede controlar los sabores y olores.

- Temperatura: Romero (2009) señala que obtener la temperatura exacta es de gran importancia para diferentes procesos de tratamiento y análisis de laboratorio. Determinar la temperatura en estudios de contaminación de ríos e identificación de la fuente de suministro en pozos, es necesario. La temperatura debe tomarse en el sitio de muestreo para obtener mejores resultados.

Por su parte. La OMS (2006) señala que el agua fría, tiene un sabor más agradable que el agua tibia, repercutiendo esto en su aceptabilidad. Menciona también, que las temperaturas altas son medio aptos para la proliferación de microorganismos y pueden generar problemas con el olor, sabor, color y corrosión.

- Sólidos totales disueltos: la OMS (2006) indica que los sólidos totales están compuestos por las sales inorgánicas (calcio, magnesio, potasio, sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos) y pequeñas cantidades de materia orgánica.

Romero (2009) señala que en aguas potables, es muy importante cuantificar este parámetro, puesto que determina los diseños para el tratamiento.

- Cloruro: el cloruro se encuentra frecuentemente en las aguas naturales en concentraciones variadas e ingresan al agua en forma natural, mediante el lavado de agua de lluvia. La concentración de cloruros tiende a ser relativamente baja, salvo haya sido afectadas por eventos antrópicos. Sin embargo, en las aguas subterráneas, en donde la superficie de contacto entre el agua y los materiales del suelo y del subsuelo es mucho mayor, la concentración del cloruro está directamente relacionada con la litología predominante y con el tiempo de permanencia del agua en el acuífero.

La OMS (2006) indican que las altas concentraciones de cloruro le otorgan un sabor salado al agua y las bebidas.

- Conductividad: la conductividad es una expresión numérica que contabiliza la capacidad de transportar corriente eléctrica. Romero (2009) menciona que este parámetro, depende de las concentraciones totales de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura. La unidad de medición utilizada comúnmente es el Siemens/cm (S/cm).
- Dureza: la OMS (2006) describe que la dureza del agua deriva de la presencia de calcio y magnesio, que generalmente se manifiesta por la precipitación de restos de jabón y la necesidad de usar más jabón para alcanzar la limpieza deseada. La aceptabilidad de los consumidores puede variar de acuerdo a las concentraciones de la dureza. Una de los rasgos característicos de las aguas duras, es que al calentarlas forman precipitados de carbonato cálcico. Por otra parte, las aguas blandas son más corrosivas para las tuberías.
- Sulfato: la OMS (2006) señala que los sulfatos están presentes en minerales y tienen un amplio uso en la industria química. Se liberan en el agua procedente de residuos industriales y la precipitación desde la atmosfera. Sin embargo, las concentraciones más altas de sulfato suelen hallarse en aguas subterráneas. La presencia de sulfato en el agua de consumo puede generar un sabor apreciable y en niveles muy altos, provocar un efecto laxante en consumidores no habituados.

2.3.3.2. Análisis microbiológico

Los parámetros microbiológicos más representativos se definen a continuación:

- Coliformes totales: los coliformes totales o también llamados bacterias coliformes están presentes en aguas residuales, aguas naturales. La OMS (2006) las ha definido como una amplia variedad de bacilos aerobios y anaeróbicos facultativos, gramnegativos y no esporulantes capaces de proliferarse en presencia de sales biliares fermentar la lactosa y produciendo ácido aldehído. Estos microorganismos pueden sobrevivir y proliferarse en el agua. Algunas de estas bacterias se excretan en las heces humanas y animales, sin embargo muchos coliformes son heterótrofos y capaces de multiplicarse en medios terrestres y acuáticos. Pueden usarse como indicadores de la eficiencia en los tratamientos y la evaluación de la limpieza de los sistemas de distribución.
- *Escherichia coli*: del grupo de los coliformes totales, el género predominante es *Escherichia*. La *Escherichia coli* se distingue del grupo de bacterias por su capacidad de producción del indol a partir de triptófano o por la producción de la enzima β - glucuronidasa. Se encuentra presente en las heces humanas y animales en concentraciones muy grandes. El microorganismo elegido como indicador de contaminación fecal es *E. coli* (OMS 2006).

2.4. NORMATIVIDAD PARA AGUA POTABLE

El agua potable debe cumplir con las disposiciones legales nacionales, por tal motivo, el Ministerio de Salud - MINSA mediante la Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA publica en el año 2011 el «Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano» aprobado por medio del D. S. N° 031-2010-SA. El documento establece los límites máximos permisibles, de todos los parámetros microbiológicos y parasitológicos, calidad organoléptica, químicos inorgánicos y orgánicos y parámetros radiactivos. Asimismo, todas las normas expuestas en este documento, son de carácter obligatorio, y buscan proteger el bienestar y la salud de la población.

2.4.1. Parámetros analizados para el consumo de agua potable

Para destinar el agua al consumo humano, DIGESA (2011) analiza los siguientes parámetros:

Parámetros microbiológicos y otros organismos: en el Anexo I se establecen los límites permisibles para las bacterias coliformes totales, termotolerantes, *Escherichia coli*, virus, huevos, organismos de vida libre, como algas, protozoarios.

- Parámetros de calidad organoléptica: los valores establecidos se ubican en el Anexo II del Reglamento.
- Parámetros inorgánicos y orgánicos: toda agua destinada al abastecimiento poblacional, no debe excederse de las concentraciones o valores establecidos en el Anexo III del Reglamento.
- Parámetros de control obligatorios: los parámetros incluidos en esta lista son coliformes totales, coliformes termotolerantes, color, turbiedad, residual de desinfectante y pH. En el Reglamento se menciona, que de resultar positiva la prueba de coliformes termotolerantes, se debe ejecutar un análisis extra para confirmar que existe contaminación fecal en el agua.

Es importante señalar, que los valores de los límites permisibles descritos en el Reglamento de Calidad del Agua - DIGESA, tiene los mismos valores del ECA del agua. Además, la descripción de los parámetros evaluados en ambas normas, son los mismos.

2.5. FACTURACION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

La Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento-SUNASS es el organismo regulador que aprueba las tarifas, norma, supervisa y fiscaliza a las Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento - EPS que proporcionan el servicio de agua potable, alcantarillado y tratamiento de agua servidas. El Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima- SEDAPAL S.A. es la EPS encargada de cobrar las tarifas y precios establecidos por la SUNASS en Lima y Callao de acuerdo a la modalidad del servicio prestado.

SUNASS (s. f.) define por facturación al proceso en donde se calcula el monto a facturar y cobrar al cliente por los servicios usados, en base a las lecturas registradas por el medidor, véase Figura 15, que puedan generarse durante el periodo de facturación, y otros servicios. Para registrar los consumos, SEDAPAL instala un medidor que genera una facturación del servicio de agua potable y alcantarillado.

La EPS, se encuentra obligada a emitir y entregar el recibo de agua por los servicios que han sido usados. Los comprobantes de pago o recibos deben incluir los conceptos facturados debidamente diferenciados. De igual forma, debe comprender la siguiente información:

- Razón social, dirección, teléfono y otros datos de la EPS. Esta información se ubica en la parte superior derecha del comprobante.
- Número de comprobante de pago, ubicado también en la parte superior derecha del recibo.
- Nombre o razón social del usuario, situado en el cuadro información general.
- Número de suministro o código de identificación de usuario.
- Fecha de emisión del comprobante.
- El modelo, lectura anterior, lectura actual y consumo en metros cúbicos.
- Categoría y tarifa del usuario.
- El importe a pagar, donde se incluye los servicios prestados: agua potable y alcantarillado, importe por IGV, cargo o abonos autorizados por la SUNASS, saldos no pagados, intereses por moras y el monto total a pagar.

Por último, debe contener los centros autorizados de pago, fecha de vencimiento del recibo, número de recibos sin pagar y probable corte del servicio si no se ha efectuado el pago (SUNASS 1999).

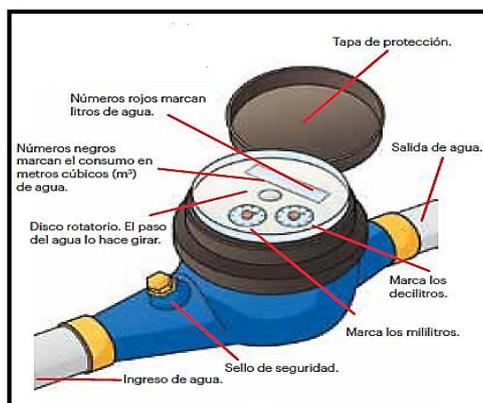


Figura 15: Medidor instalado por SEDAPAL

FUENTE: SUNASS, s.f.

En la Figura 16 se muestra el recibo con sus respectivas partes:

Nombre o razón social del cliente: PEÑA GUEVARA JOSÉ
Dirección del cliente: OF. SECTOR 2 GRUPO 8 Q21
 CERCADO VILLA EL SALVADOR SECTOR 2 GRUPO 8 Sector: 320

Nº de suministro: 2686764-8
Mes facturado: Enero 2013
Periodo de consumo: 09/12/2012 - 04/01/2013
Fecha de emisión: 09/01/2013
Fecha de vencimiento: 24/01/2013

Tipo de facturación: OFICINA COMERCIAL- AV INDUSTRIAL 300 Q.S. SUR

Información general:		Información de pago:	
Título de la factura:	PEÑA GUEVARA BARRAENTO	Número de pago:	26867641735
Detalle del consumo:	OF. SECTOR 2 GRUPO 8 Q21 - CERCADO	Período de consumo:	09/12/2012 - 04/01/2013
Presente de facturación:	Manual	Fecha de emisión:	09/01/2013
Categoría de usuario:	Residencial	Fecha de vencimiento:	24/01/2013

Tipo de medio: Registro del medidor

Medidor	Letras inicio	Letras final	Consumo (l)	Concepto
E11014177	957	100	12	Volumen de Agua Potable

Diferencias de lecturas o volumen consumido: Volumen de Agua Potable: 12.00 m³ (12.22 m³ - 0.22 m³)
 Servicio de Mantenimiento: 4.89
 Cargo Fija: 4.04
 IVA: 2.08
 Total: 26.56

Conceptos facturados: Importe total a pagar: S/*****26.56

Conceptos: Gracias por la puntualidad en sus pagos. Evolución de su consumo de agua (Gráfico de barras).

Reservado para la oficina de cobro: OFICINA COMERCIAL- AV INDUSTRIAL 300 Q.S. SUR

Para Consultas Suministro Nº: 2686764-8
RECIBO Nº: 00130307-1421201301

Figura 16: Recibo mensual emitido por SEDAPAL

FUENTE: SUNASS, s.f.

2.5.1. Hidrómetro

El hidrómetro es un contador que sirve para cuantificar volúmenes extraídos de agua en fuentes subterráneas en metros cúbicos. Puede usarse para caudales a partir de los 15m³/h. Como se aprecia en la Figura 17, este medidor cuenta con un eje de turbina horizontal recomendado para instalarse en reservorios, redes, pozos y plantas de tratamiento. Asegura una pérdida de carga baja y cuenta con una estabilidad a largo plazo en los resultados de medición (ZENNER s. f.).



Figura 17: Hidrómetro modelo Woltman marca ZENNER

FUENTE: ZENNER, s.f.

2.5.2. Detalle de la facturación

Cuando se detalló en el ítem 2.5, el cobro que realiza SEDAPAL no solamente es por el servicio de agua potable y alcantarillado, sino también comprende otros conceptos como cargo fijo, moras, abonos, IGV, entre otros.

Para entender el detalle de facturación, la Norma de facturación (s. f.:7) menciona que «el consumo se determina sobre la base del volumen de los servicios de agua potable y alcantarillado prestados al predio, mediante las respectivas conexiones domiciliarias, en un periodo determinado».

De acuerdo a la SUNASS (1999) se establece que el importe a facturar solamente será de acuerdo al servicio prestado. Si el usuario cuenta uno de los servicios básicos (agua potable y desagüe), solo se recaudará el monto por el servicio usado.

La Norma de facturación s. f. describe dos formas de cuantificar el volumen a facturar:

- La diferencia entre las últimas lecturas del medidor instalado en el predio, es decir, de la lectura actual y la lectura anterior del medidor.
- El promedio de las seis últimas diferencias de lecturas registradas en el medidor.

Si no se puede realizar el cobro por ninguna de estas dos formas, la EPS hará uso de las Asignaciones Máximas de Consumo de acuerdo a las normas y límites establecidos por la Superintendencia.

Para el cálculo del importe a facturar por agua potable, en primer lugar se toma el dato del volumen de agua registrado en el medidor y se multiplica por su respectiva tarifa de acuerdo a la categoría. En el caso que la estructura tarifaria considere tarifas diferentes para distintos rangos de consumo, al volumen comprendido dentro del primer rango, se le aplicará la tarifa correspondiente a dicho rango; al volumen comprendido dentro del segundo rango de consumo se aplicará la tarifa correspondiente a ese rango; y así de manera sucesiva. De esta forma se determina el importe a facturar por agua potable. Como segundo paso se calculará el importe para el alcantarillado y para esto se multiplica al volumen registrado en el medidor por la tarifa correspondiente. Si los predios cuentan con fuente propia de agua y sólo se utilice el servicio de alcantarillado, la EPS solamente facturará por este servicio, determinando previamente, mediante un medidor instalado en la fuente (hidrómetro) o mediante el aforo de ésta, el volumen que es utilizado por dicho usuario. Finalmente, el importe total será la suma del importe de agua potable y de alcantarillado más otros conceptos como cargo fijo, intereses, entre otros. A este subtotal se le aplica el IGV (18%). Si existieran otros conceptos como moras, intereses serán sumados y finalmente se obtendrá el monto final. (SUNASS 1999).

2.5.3. Suministro

También llamado código de identificación del usuario, el número de suministro es el código de siete dígitos correspondiente al titular del servicio. Se ubica en la parte superior del recibo.

2.5.4. Categoría de usuario

Para adquirir la categoría del usuario, se clasifican las unidades de uso a las que se presta el servicio. De esta manera la SUNASS (1999:12) menciona lo siguiente «la clasificación de las unidades de uso se realizará por Clases y categorías, de acuerdo a un código de unidad de uso del servicio y en función de la actividad que se realiza en ellas» (Tabla 5).

De acuerdo a la Clasificación de las Unidades de Uso – CUU, existen dos clases: la Clase Residencial que está conformada por la Categoría Social y Categoría Doméstica. Y por último, la Clase No Residencial está integrada por la Categoría Comercial, Industrial, Estatal y Otros (SUNASS 1999).

Tabla 5: Clasificación de las clases y categorías

Clasificación de las Unidades de Uso -C.U.U.	CLASE/Categoría
100	Clase Residencial
101	Categoría Social
102	Categoría Doméstica
200	Clase No Residencial
201	Categoría Comercial
202	Categoría Industrial
203	Categoría Estatal y Otros

FUENTE: Tomado de SUNASS 1999.

Se considera como Clase Residencial a todas las unidades que sean usadas como viviendas o casa habitación. Como se mencionó, está conformada por la categoría Social y Doméstica. La Categoría Social se aplica a los asilos, albergues, iglesias, viviendas con órdenes religiosas, estaciones de bomberos, lugares de actividades de asistencia social tal como comedores populares, club de madres y a las conexiones de agua potable que se encuentran en la vía pública y sirven para el abastecimiento de agua para sectores de población con escasos recursos. La Categoría Doméstica considera como unidades a las viviendas y legaciones extranjeras, que son las viviendas usadas para el personal de diplomático del Ministerio de Relaciones Exteriores.

La Clase no Residencial incluye a todas las unidades que estén dedicadas a la realización de actividades diferentes al servicio de vivienda o casa habitación. Las categorías a tratar

son: Comercial, Industrial, Estatal y Otros. Se aplica a Categoría Comercial a todas las unidades en cuyo interior se desarrollen actividades de compra y venta de bienes, se puede citar por ejemplo a panaderías, pastelerías, hoteles, mercados, restaurantes, instituciones de enseñanza particulares, servicios sociales y de salud particulares, cementerios particulares. Las unidades en cuyo interior se desarrollan actividades de fabricación y/o transformación física y química de materiales en productos nuevos se le designan la Categoría Industrial. En este rubro se considera los usuarios que realizan pesca, agricultura, industrias manufactureras, construcción, agricultura, ganadería, caza y silvicultura entre otras actividades industriales. Por último, se llamará Categoría Estatal a todas las unidades que son designadas al funcionamiento de entidades del Gobierno Central, Regional y Local. Entre los usuarios que están dentro de esta categoría son los centros de rehabilitación social, hospitales y centros de salud estatal, centros educativos, universidades e institutos superiores estatales, bibliotecas, museos culturales, cementerios entre otros (SUNASS 1999).

2.5.5. Estructura tarifaria

Para determinar el importe total en la facturación se hace uso de las tarifas, que son aplicadas de acuerdo a la categoría y uso de la unidad.

En la Figura 18 se detalla la última actualización de la estructura tarifaria publicada por el diario El Peruano el domingo 6 de agosto del 2017.

2.6. PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

El sistema encargado de la remoción de los contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos del agua se llama Sistema de tratamiento de agua para consumo humano. Comprende un conjunto de procesos que tienen como finalidad remover en su totalidad todos los contaminantes microbiológicos y fisicoquímicos presentes en el agua, mejorando su calidad antes de ser entregada como apta para el consumo humano, según el MINAM (2009).

El Reglamento Nacional de Edificaciones contiene la norma OS. 020 (MVCS 2006), donde se detallan los procesos considerados para obtener el agua potable.

Romero (1999) señala que los tratamientos requeridos varían de acuerdo al tipo de fuente y dependen de la calidad de agua y grado de complejidad. Para el diseño de una Planta de

Tratamiento se deben llevar a cabo estudios basados en la calidad de la fuente y seleccionar adecuadamente los tratamientos más adecuados y económicos que permitan obtener un agua de calidad.

La Comisión Nacional del Agua (2007) detalla en la Tabla 6 las tecnologías a usarse de acuerdo a la presencia del contaminante.

			
SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LIMA - SEDAPAL S.A.			
ESTRUCTURA TARIFARIA			
Por los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado			
1. CARGO FIJO (S/ / Mes)		5,042	
2. CARGO POR VOLUMEN			
CLASE CATEGORIA	RANGOS DE CONSUMOS m ³ /mes	Tarifa (S/ / m³)	
		Agua Potable	Alcantarillado ⁽¹⁾
RESIDENCIAL			
Social	0 a más	1,227	0,544
	Doméstico Subsidiado	0 - 10	1,227
Doméstico No Subsidiado	10 - 20	1,368	0,632
	20 - 50	1,445	0,853
	50 a más	5,239	2,365
	0 - 20	1,445	0,853
	20 - 50	2,051	1,194
	50 a más	5,239	2,365
NO RESIDENCIAL			
Comercial	0 a 1000	5,239	2,365
	1000 a más	5,621	2,536
Industrial	0 a más	5,621	2,536
Estatal	0 a más	3,445	1,506

⁽¹⁾ Incluye los servicios de recolección y tratamiento de aguas residuales.

Notas:

A.- No incluye I.G.V.

B.- De acuerdo a lo establecido en:

- Resolución de Consejo Directivo N° 022-2015-SUNASS-CD, Anexo N° 3, numeral 2.
- Resolución de Consejo Directivo N° 021-2017-SUNASS-CD, que revocó en parte la Resolución de Consejo Directivo N° 022-2015-SUNASS-CD.

C.- La presente Estructura Tarifaria ha sido verificada por la Gerencia de Supervisión y Fiscalización de SUNASS según el Oficio N° 492-2017/SUNASS-120.

D.- La presente Estructura Tarifaria se aplicará a partir del primer ciclo de facturación posterior al inicio del tercer año regulatorio.

Gerencia de Desarrollo e Investigación

005-1549728-1

Figura 18: Actualización de la Estructura Tarifaria

FUENTE: SEDAPAL, 2017.

Tabla 6: Tratamientos para la potabilización de agua según los contaminantes

CONTAMINANTES	TRATAMIENTOS
Contaminación microbiológica (Bacterias, helmintos, protozoarios y virus).	Cloro, compuestos de cloro, yodo, ozono, luz ultravioleta; plata iónica o coloidal; coagulación-sedimentación-filtración.
Características físicas y organolépticas (Color, olor, sabor y turbiedad).	Oxidación-coagulación-floculación-sedimentación-filtración; adsorción en carbón activado.
Arsénico	Coagulación-floculación-sedimentación-filtración; intercambio iónico u ósmosis inversa.
Aluminio, bario, cadmio, cianuros, cobre, cromo total y plomo.	Coagulación-floculación-sedimentación-filtración; intercambio iónico u ósmosis inversa.
Cloruros	Intercambio iónico, ósmosis inversa o evaporación.
Dureza	Ablandamiento químico o intercambio iónico.
Fenoles o compuestos fenólicos	Oxidación-filtración, intercambio iónico u ósmosis inversa.
Fluoruros	Alúmina activada, carbón de hueso u ósmosis inversa.
Hidrocarburos aromáticos	Oxidación-filtración o adsorción en carbón activado.
Mercurio	Coagulación-floculación-sedimentación-filtración; adsorción en carbón activado granular u ósmosis inversa, adsorción en carbón activado.
Nitratos y nitritos	Intercambio iónico o coagulación-floculación-sedimentación filtración.
Nitrógeno amoniacal	Coagulación-floculación-sedimentación-filtración, desgasificación o desorción en columna.
pH	Neutralización.
Sodio	Intercambio iónico
Sólidos disueltos totales	Coagulación-floculación-sedimentación-filtración y/o intercambio iónico.
Sulfatos.	Intercambio iónico u ósmosis inversa.
Trihalometanos	Oxidación con aireación u ozono y adsorción en carbón activado granular.
Zinc	Evaporación o intercambio iónico.

FUENTE: Tomado de Comisión Nacional del Agua 2007:24.

2.7. CUIDADO DEL AGUA

El agua, después de pasar por las Plantas Potabilizadoras, llega a las viviendas cumpliendo las condiciones adecuadas para ser usada. Es importante señalar, que es un recurso limitado, y como tal, se le daba dar la importancia debida. Por esta razón, en el presente capítulo, se detalla el Código Técnico de Construcción Sostenible y algunas medidas de innovación que permiten cuidar el agua.

2.7.1. Código Técnico de Construcción Sostenible

El Código Técnico de Construcción Sostenible tiene como objetivo mejorar los criterios técnicos para el diseño y construcción de edificaciones, a fin de disminuir el uso desmedido de los recursos naturales, haciendo énfasis en el recurso hídrico y uso de energía. El agua es un recurso limitado y su escasez es un tema crítico para el país, por esta razón, el código considera prioritario el uso racional del agua para el consumo humano a través del ahorro en las edificaciones así como también el reúso de las aguas residuales.

Se denomina Eficiencia Hídrica al ahorro de agua y reúso de aguas residuales domesticas tratadas. Usando ambas condiciones en 100000 viviendas, se podría ahorra la suficiente cantidad de agua para 40000 viviendas adicionales (ver Figura 19).

2.7.1.1. Ahorro de agua

La Norma determina los requisitos técnicos que aseguran el uso racional del agua para el consumo humano en las construcciones, mediante griferías, aparatos sanitarios ahorradores e instalaciones sanitarias para el aprovechamiento de aguas. Señala que toda edificación nueva debe ser entregada al propietario con aparatos sanitarios que incluyan tecnología de ahorro de agua.

2.7.1.1.1. Equipos ahorradores de agua

El cuidado de agua incluye varias medidas, entre ellas está el uso de equipos ahorradores. Los equipos convencionales no permiten controlar el flujo de agua y ocasionan consumos altos. En razón de ello, la norma señala el uso de equipos ahorradores en los inodoros, griferías, lavaderos, lavatorios y duchas. El beneficio que otorgan estos dispositivos es la reducción del consumo de agua en un 30 por ciento.

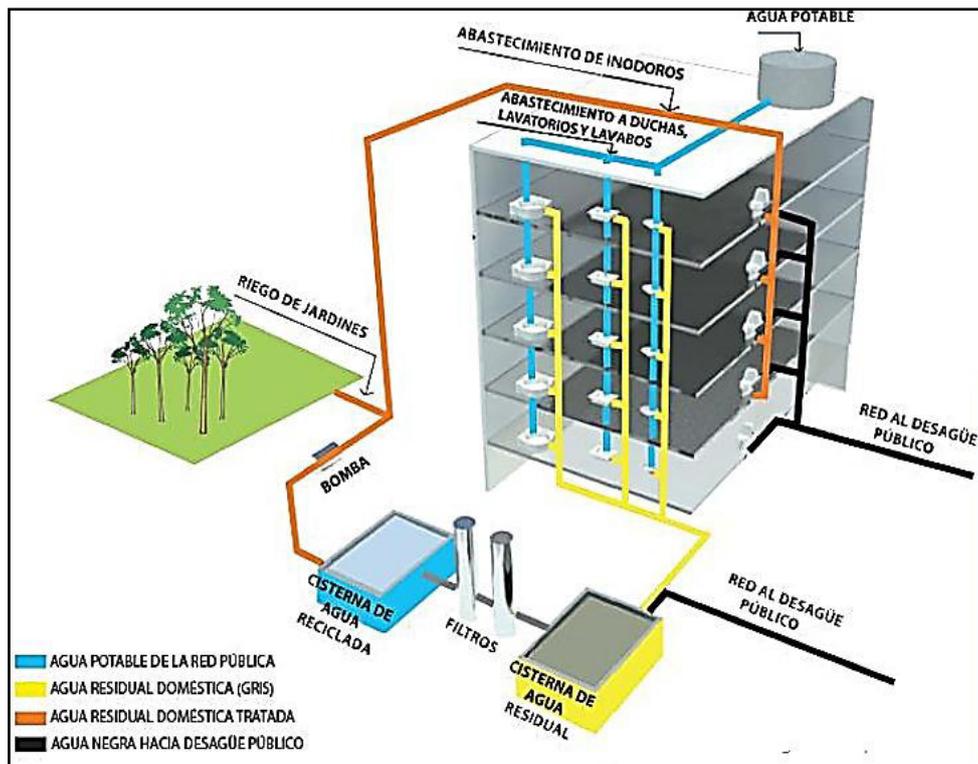


Figura 19: Eficiencia Hídrica en nuevas construcciones

FUENTE: MVCS, 2016.

SEDAPAL incorpora una marca a los productos ahorradores llamada «Sello del Producto Ahorrador de Agua SEDAPAL» la cual busca contribuir con el código. Esta marca se le otorga a las empresas que fabrican o importen estos productos; para obtenerla se deberá demostrar que los productos generen un ahorro mínimo de agua de 30 por ciento en comparación de los productos convencionales, lo que beneficia en la economía familiar, al reducir los gastos por consumos de agua.

2.7.1.2. Reúso de aguas residuales domésticas tratadas

El Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos define a las aguas domésticas como aquellas de origen residencial, comercial e institucional que comprende desechos fisiológicos y otros provenientes de la actividad humana, sea consumo doméstico, aseo personal, lavandería, limpieza de casa, etc.

Miglio (2014) señala que las aguas residuales frescas, se presentan como un líquido turbio, de color gris o amarillento, con olor séptico. Sobre ellas, van suspendidas partículas de diverso tamaño, heces, residuos vegetales, papel, plásticos, etc. También, contienen bacterias, virus y otros microorganismos patógenos, y una gran variedad de sustancias

químicas orgánicas e inorgánicas. El Código define las aguas domesticas tratadas como las aguas residuales domesticas luego de pasar por un tratamiento, cumpliendo todos las condiciones establecidas por la Organización Mundial de la Salud.

De acuerdo a la norma, las construcciones deben ser entregadas con instalaciones sanitarias que permitan el uso de las aguas residuales domésticas tratadas. Las condiciones son las siguientes:

- Las aguas residuales domésticas provenientes de lavatorios, lavaderos, duchas y tinas serán tratadas para su reúso, de tal forma que no se generen conexiones cruzadas o interferencias con los sistemas de agua de consumo humano.
- La instalación sanitaria para agua residual doméstica tratada para dos usos: el riego de todos los jardines (privados y de áreas comunes) y para el llenado de todos los tanques de los inodoros de la(s) edificación(es). En el caso de los jardines, junto a las llaves de salida de agua residual tratada (grifería u otro) debe colocarse el siguiente aviso: “PELIGRO: EL AGUA DE ESTA GRIFERÍA NO ES APTA PARA EL CONSUMO DE PERSONAS NI DE ANIMALES”.

Con esta medida, el ahorro previsto es de 40 por ciento del volumen de agua potable consumido en la vivienda y del 25 por ciento sobre el costo del servicio de agua potable.

2.7.2. Sistemas separativos

La Ley General de Servicios de Saneamiento (2005) define al sistema de alcantarillado como un conjunto de instalaciones, infraestructura, maquinarias y equipos usados para la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales.

La norma OS. 060 (MVCS 2006) divide los sistemas de alcantarillado según el tipo de agua que transporta:

- Sistema de Alcantarillado Sanitario: red compuesta de tuberías, a través de la cual se evacuan las aguas las aguas residuales domésticas e industriales.
- Sistema de alcantarillado Pluvial: sistema que capta y conduce aguas de lluvias para su disposición final.

- Sistema de Alcantarillado combinado: este sistema, combina las aguas sanitarias (domésticas e industriales) con las aguas pluviales.

En función de la procedencia y de la evacuación conjunta o no de las aguas domésticas, de lluvia, puede establecerse una clasificación en sistemas de alcantarillado.

- Sistema unitario: se denomina sistemas unitarios cuando las aguas residuales y pluviales se transportan por el mismo conducto (ver Figura 20). Es el sistema más utilizado, su construcción es más económica, ya que solo se debe construir una red. Además, es de fácil instalación y el mantenimiento es más económico, dado que el agua pluvial tiene un efecto de auto limpieza.
- Sin embargo, al combinar las aguas residuales con las pluviales, se dificulta el tratamiento posterior, lo que puede generar puntos de contaminación al verterse en los cuerpos de agua.

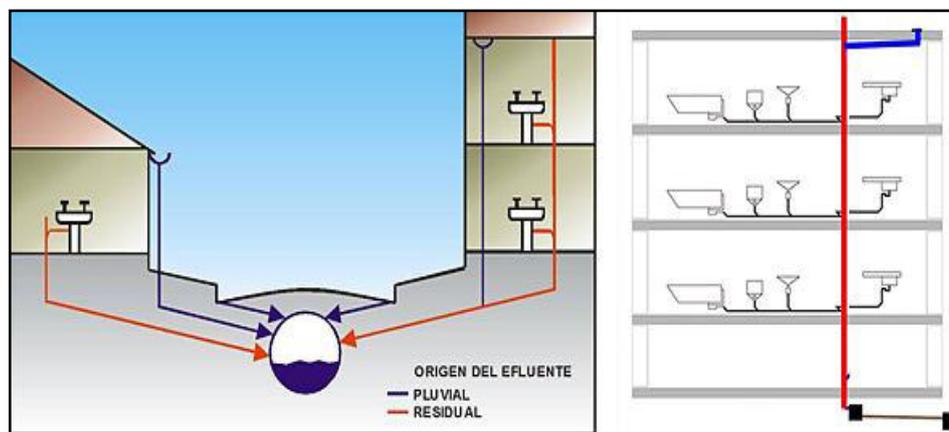


Figura 20: Sistema Unitario

FUENTE: <http://blogplastics.com/wp-content/uploads/2013/12/72b.jpg>

- Sistema separativo: este sistema usa dos redes separadas las cuales recogen de forma independiente las aguas pluviales y residuales, de manera que no hay vertidos de aguas contaminadas porque no se mezclan entre ellas. El régimen de limpieza es más regular, pues no se altera por las lluvias. Desde el punto de vista económico, demanda mayor inversión de construcción, limpieza y mantenimiento de la red (ver Figura 21).

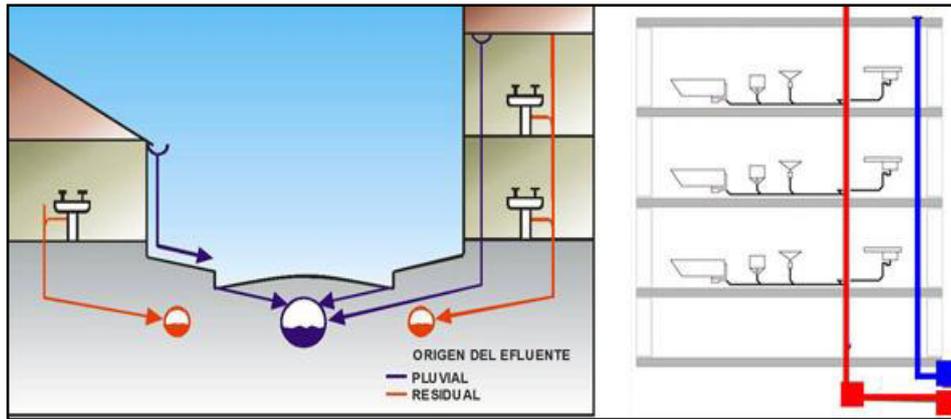


Figura 21: Sistema separativo

FUENTE:http://aulavirtual.usal.es/aulavirtual/demos/simulacion/modulos/Curso/uni_03/images/U3C3S305.gif

2.7.3. Producción de fertilizantes a partir de las orina humana

De acuerdo a Mamani et al. (2015), la orina humana desde tiempos muy remotos ha sido usada para diversos propósitos, recientemente empezó a ganar popularidad por presentar altas concentraciones de nutrientes para las plantas: el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Utilizarla como fertilizante alternativo disminuiría el impacto medioambiental de los abonos químicos convencionales, además, es una forma de saneamiento sostenible. Otro beneficio que otorga es que puede contribuir en la mitigación de la pobreza y la desnutrición, mejorando la balanza comercial de los países importadores de fertilizantes químicos.

Arroyo (2005) señala que las descargas de las aguas residuales, contamina y eutrofiza los cuerpos de agua, lo cual significa que algas y plantas acuáticas crezcan causando diferentes problemas en los ecosistemas acuáticos. Además de la eutrofización por nutrientes, la orina contamina con hormonas y fármacos y eso puede causar muchos problemas en los organismos acuáticos que los ingieren. Se han encontrado peces con problemas endocrinos y agua contaminada con residuos de fármacos. Estas sustancias, que ocasionan daños a mares, ríos, puede ser de gran utilidad para el sector agricultura. El reciclaje de los nutrientes de las aguas residuales como fertilizantes reduce la producción de fertilizantes químicos y también reduce las descargas de aguas con alto contenido en nutrientes a los cuerpos de agua.

Höglund, citado por Mamani et al. (2015), indican que la orina es estéril al momento de abandonar el cuerpo, pero hay varias formas de contaminación, por ejemplo, microorganismos patógenos presentes en la materia fecal, infección urinaria u otras enfermedades, por esta razón, debe tener un tratamiento previo a su uso que garantice la inocuidad necesaria para emplearla en los cultivos.

El uso de la orina como fertilizante se practica en varios países, en Francia existe un plan piloto llamado Uritrottoir, mini urinarios portátiles capaces de convertir la orina en abono. Son atractivos, de fácil instalación y no genera malos olores; además cuenta con macetas decorativas en la parte superior lo que le da un buen aspecto (ver Figura 22). Es una solución inodora inteligente, económica y respetuosa con el medio ambiente, su uso se está extendiendo en Nantes y París. Sin embargo, este modelo, solo es de uso masculino, es muy difícil diseñar un modelo que se adapte a la forma de orinar de la mujer.

Arroyo (2005) señala que en el periodo de un mes, se espera la reducción del nivel de riesgo y en combinación con otras barreras de la estrategia de barreras múltiples, el resultado será un riesgo para las bacterias patógenas, virus y protozoos parásitos será muy bajo. El tratamiento recomendado para poder utilizar la orina en la agricultura es el almacenamiento, dado que no se necesita mucha energía para su funcionamiento ni instrumentos para su procesamiento y se ha mostrado que los productos obtenidos de este tratamiento son altamente recomendados para su utilización en la agricultura.



Figura 22: Uritrottoir

FUENTE:<http://estaticos.expansion.com/assets/multimedia/imagenes/2017/02/10/14867189761680.jpg>

- Uso de la estruvita como fertilizante

Hidalgo (2014) señala que diariamente se producen cantidades enormes de residuos como restos de podas, lodos de depuradoras, fracción orgánica de residuos domésticos, efluentes de industrias alimentarias, mataderos, etc. que son considerados como problemas, tanto para quien los genera y la sociedad. Estos residuos pasan por un tratamiento como materias primas para la elaboración de fertilizantes y son amigables con el medio ambiente. Las aguas residuales que llegan a las plantas de tratamiento contienen elevadas concentraciones de fósforo y nitrógeno. Estos nutrientes se pierden tras la depuración, pero existe la posibilidad de recuperarlos gracias al mineral llamado estruvita, que se puede obtener de forma controlada. Pastor (2008) indica que la estruvita fue identificada por primera vez en una planta de tratamiento de aguas residuales en el año 1939. En 1960, se describen los problemas ocasionados por la formación de estruvita en la planta de tratamiento de aguas residuales de Hyperion, Los Ángeles. Actualmente, la formación de estruvita es un problema en depósitos y tuberías de las PTAR.

Hidalgo (2014) define a la estruvita como la combinación de magnesio, fosfato y amonio. Para Pastor (2008), es un cristal que puede emplearse como fertilizante sobre nuestros campos de cultivo ya que sus propiedades han sido demostradas desde los años 60. La estruvita, constituye un buen fertilizante de liberación lenta, aporta nutrientes fundamentales de manera paulatina como magnesio, nitrógeno y fósforo para la agricultura, presenta una baja concentración en metales pesados comparado con la roca fosfórica usualmente empleada en la fabricación de fertilizantes sintético y no produce ningún daño al cultivo. Su aplicación es efectiva en el período de crecimiento de los cultivos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El perfil técnico del proyecto "Mejoramiento y rehabilitación de los sistemas de agua y saneamiento del campus universitario de la Universidad Nacional Agraria La Molina, La Molina, Lima" con código SNIP 312210 fue elaborado por el Consorcio Grupo ICON y se presentó a fines del año 2015 a la Unidad de Planeamiento y Proyectos de Inversión-UPPI perteneciente a la Oficina de Planificación. El objetivo del proyecto fue mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado de la UNALM. ICON actualizó los planos del Sistema de Agua Potable, realizó un diagnóstico de la situación del sistema de Saneamiento y planteó algunas alternativas para su mejora. Sin embargo, no se logró obtener la viabilidad del proyecto, debido a que se encontraron observaciones, las cuales debían ser subsanadas. Este trabajo fue asumido por la tesista, quien cooperó en el levantamiento de observaciones, actuando como asistente del proyecto. De acuerdo a la consulta realizada en el portal del Ministerio de Economía y Finanzas-MEF, actualmente el proyecto está inactivo, esto quiere decir que hasta la fecha no se ha presentado el informe respectivo.

La investigación se ejecutó en la UNALM ubicada en el distrito La Molina (ver Figura 23). El diagnóstico se concentró principalmente en las zonas donde se ubican las principales infraestructuras del Sistema de Agua Potable y se realizó en tres etapas: diagnóstico de la situación del servicio, fase de gabinete y formulación de las propuestas de mejora.

3.1. FASE I: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA

En la primera fase de la investigación, se recolectó la información existente en la oficina de la UPPI y demás oficinas de la UNALM: Servicios Generales, facultades, oficinas académicas y administrativas, admisión.



Figura 23: Delimitación del campus de la UNALM

FUENTE: Google Earth.

3.1.1. Recopilación de información sistematizada

En la Tabla 7 se detalla el tipo de información sistematizada solicitada a cada oficina.

Otra fuente de información fue AQUANET, sitio web perteneciente a SEDAPAL donde el usuario puede conocer sus consumos mensuales, saldos, revisar recibos anteriores, formular consultas, entre otros. Para acceder solo se necesita el número de suministro y las referencias de cobro de dos recibos.

3.1.2. Recopilación de información de campo: inspección de la infraestructura existente

En esta etapa se identificaron y ubicaron los componentes del Sistema de Agua Potable de la UNALM: captaciones, reservorios, línea de impulsión y línea de distribución. Los datos del Sistema de Agua Potable fueron obtenidos en la Oficina de Servicios Generales. El técnico Alejandro Fernández, principal encargado del Sistema de Agua Potable de la UNALM, detalló que ante la escasez de fuentes superficiales a lo largo de los años, se recurrió a la explotación de las aguas subterráneas. También se recolectó información relacionada a las condiciones de operación, funcionamiento, estado de las estructuras.

Tabla 7: Información solicitada a las oficinas de la UNALM

Nombre de la oficina	Información brindada
Unidad de Planeamiento y Proyectos de Inversión – UPPI	Información del proyecto SNIP
Unidad de Racionalización y Estadística	Población total en los últimos años de la UNALM
Servicios Generales	- Información del Sistema de Agua Potable UNALM (planos, antigüedad, entre otros). - Suministros
ADUNA	Recibos de agua de ADUNA
Comedor universitario	Recibos de agua del comedor
Oficina de Economía - Patrimonio	Antigüedad de las infraestructuras existentes en la UNALM
Oficina de Economía – Abastecimiento	Recibos de agua de la UNALM
Infraestructura Física	Planos de las principales estructuras y del Sistema de Agua Potable

3.1.3. Levantamiento de información sobre conexiones existentes y demanda de consumo

En el año 2011, la oficina de Servicios Generales evaluó la calidad del agua extraída del pozo Chino 2 y los resultados demostraron que el agua no era apta para el consumo humano, solo apta para los servicios higiénicos y limpieza. Por esta razón, diversos laboratorios y restaurantes ubicados en el campus se abastecen de sistemas de distribución directos e indirectos de agua.

A continuación se detalla las visitas que se planificaron a las principales áreas de la UNALM:

a. Visita al comedor

Los encargados del Comedor Universitario evaluaron en dos ocasiones la calidad del agua proveniente de la fuente principal. El primer análisis se realizó en el año 2010 y el segundo en el 2011; se tomaron muestras de un grifo ubicado en el Comedor conectado a la red principal y se analizaron parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, los dos resultados demostraron que el agua sobrepasaba varios de los límites establecidos. Se concluyó que el agua no era apta para la preparación de alimentos.

Ante esta situación, se instaló una conexión independiente de agua, un sistema de distribución indirecto que usa el agua de la red pública y la almacena en una cisterna ubicada al lado izquierdo de la entrada vehicular de la UNALM.

b. Visita ADUNA

El local de la Asociación de Docentes de la UNALM – ADUNA se ubica al costado de la Oficina de Admisión de la universidad y posee en su interior un restaurant. Con los antecedentes encontrados en el agua del Comedor, no se usa el agua de la captación para preparar alimentos, sino que se ha instalado una conexión a la red principal con un sistema de distribución directo.

c. Visita a los Laboratorios

La UNALM cuenta con 65 laboratorios, 19 pertenecen a la facultad de Agronomía, 11 a la facultad de Ciencias, 4 son de Ciencias Forestales, 11 laboratorios corresponden a Ingeniería Agrícola, 3 laboratorios de Industrias Alimentarias, 7 laboratorios de Pesquería y 10 de Zootecnia. Cada uno de estos, desempeñan funciones de producción, investigación y análisis. En vista de la mala calidad de agua en la fuente, los laboratorios evitan usarla en sus procesos y recurren a distintas formas de obtener agua idónea para los procesos que requieran.

d. Visita a los restaurantes

Se procedió a visitar los restaurantes en funcionamiento dentro del campus universitario y la información obtenida fue la siguiente: el Huerequeque usa el agua de la tubería que abastece al Comedor. El Gato y SUTUNA traen agua de otros lugares para la cocción de los alimentos, solo usan el agua del pozo Chino 2 para el lavado de utensilios.

3.1.4. Análisis de agua en el pozo Chino 2

Se realizó el análisis de agua en la fuente principal tomando dos muestras puntuales. La fuente cuenta con dos llaves importantes que regulan el paso del agua, una permite el paso del agua por las redes de la UNALM, y la otra permite la salida del agua hacia una tubería que descarga en un canal ubicado en la parte posterior de la caseta de la fuente, en este punto se tomaron las muestras (ANEXO 1 Figura 36 Figura 37).

La primera muestra se sometió a un análisis físico químico y se realizó en el Laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertilización de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la UNALM. Se tomó 1 litro de muestra simple los parámetros evaluados fueron:

- Turbiedad
- Sólidos Totales
- Hierro
- Plomo
- Cobre
- Cadmio
- Manganeso
- Zinc
- Boro
- Magnesio
- Sulfatos
- Cloruros
- Dureza Total
- Alcalinidad Total
- pH
- Nitratos
- Sodio.

La segunda muestra se tomó en el pozo Chino 2, su evaluación incluyó:

- Análisis Físicoquímico: los principales parámetros evaluados fueron conductividad, pH, temperatura, turbidez, cloruros, dureza total, fluoruros, nitratos, nitritos, sólidos totales disueltos, sulfatos.

- Análisis organolépticos: olor, sabor.
- Análisis por cromatografía: aldicard, aniones, compuestos orgánicos volátiles, hidrocarburos aromáticos policíclicos, pesticidas organoclorados, SVOCs, trihalometanos, VOC'S.
- Análisis de metales
- Análisis microbiológicos: virus, huevos de helmintos, organismos de vida libre.

El muestreo y análisis estuvo a cargo del laboratorio CORPORACION LABORATORIOS AMBIENTALES DEL PERU S.A.C. – ALS CORPLAB S.A.C., acreditado por el Instituto Nacional de Calidad – INACAL (ver Figura 24).



Figura 24: Toma de muestras en el Pozo Chino 2

3.2. FASE II: FASE DE GABINETE

Después de la recopilación de información, se procedió al ordenamiento y procesamiento de los datos.

3.2.1. Cálculo de la población futura para el periodo de diseño

Se realizó considerando:

- Población actual: los datos de la población actual fueron tomados del Boletín Estadístico UNALM, publicado en la página web de la oficina de Planificación. Para un cálculo más ordenado, se dividió la población total de la universidad en cuatro grupos: los alumnos de pregrado, los alumnos de postgrado, los docentes y el personal administrativo.

Se denominó población de pregrado a los alumnos pertenecientes a las 12 carreras de la UNALM: Agronomía, Biología, Ingeniería Ambiental, Meteorología, Ingeniería Forestal, Economía, Estadística e Informática, Gestión Empresarial, Industrias Alimentarias, Ingeniería Agrícola, Pesquería y Zootecnia. Se llamó población de postgrado a los alumnos pertenecientes a las 29 especialidades de la Escuela de Postgrado. Se denominan docentes a la población que imparte las clases a nivel de pregrado y postgrado. Finalmente, designaremos como personal administrativo a las personas ubicadas en las oficinas encargadas del manejo de la universidad.

- Periodo de crecimiento: el periodo de crecimiento se estableció en base a las disposiciones dadas en la Guía de Orientación para Elaboración de Expedientes Técnicos de Proyectos de Saneamiento del PNSU (2016), que determina el periodo óptimo de acuerdo a la estructura y/o diseño del sistema de agua potable y alcantarillado. Para el proyecto, el periodo de crecimiento es de 20 años.
- Tasa de crecimiento: el II Censo Nacional Universitario 2010 – II CENAUN 2010, determinó las tasas de crecimiento en la UNALM para los siguientes grupos: alumnos de pregrado, los alumnos de postgrado, los docentes y el personal administrativo. Sin embargo, antes de aplicar estos valores, se analizó el crecimiento de la población en los últimos 13 años, con el objetivo de seleccionar el método de cálculo que más apropiado.
- Dotación: la dotación se define como la cantidad de agua promedio diaria anual por habitante. Para el proyecto, la dotación asumida de acuerdo a la norma IS. 010 (MVCS 2006) es de 50 litros por persona en locales educacionales sin residencia.

3.2.2. Aforo del pozo Chino 2

Dado que la fuente de captación es el pozo Chino 2, de tipo subterránea, se consideró como aforo, el volumen extraído del pozo, el cual se registra diariamente en un medidor instalado en el pozo. La información fue proporcionada por la Oficina de Servicios Generales.

Estos aforos serán considerados posteriormente como la Oferta porque no existen estudios hidrogeológicos recientes, el último estudio realizado data del año 1990.

3.2.3. Evaluación del consumo actual de agua en la UNALM

El uso del agua dentro de la UNALM es variado, puede ir desde los servicios higiénicos hasta el aseo de los estudiantes. Con el fin de evaluar el consumo del agua en la universidad, se realizó una Sectorización. Se dividió la población en tres sectores: Sector 1, Sector 2 y Sector 3.

- Sector 1: se denominó Sector 1 a todos los usuarios que hacen uso solamente del agua extraída del Pozo Chino 2, es decir, aquellos que usan el agua de la red de distribución principal de la UNALM. Las áreas pertenecientes a este sector son el área Académica - Aulas y el área Administrativa. Llamaremos usuarios de la zona Académica – Aulas, a los alumnos de pregrado, postgrado y maestros, que usan el agua en los servicios higiénicos. El área administrativa son todas las oficinas encargadas de la dirección, gestión, conducción y manejo ubicadas dentro de la universidad, que están conectadas a la red de principal y también usan el agua solo en los baños y servicios. Los consumos de este sector, se registran en el suministro 2401182.
- Sector 2: en el Sector 2 se ubicaron los suministros citados en la Tabla 9 a excepción del suministro 2401182 perteneciente al pozo Chino 2. En referencia al análisis de la fuente principal en el sector 1, se incluyó al Comedor, ADUNA y pozo Camal en este sector. El pozo Camal también es una fuente de agua subterránea, los consumos se registran mediante su propio suministro. El Comedor Universitario y ADUNA, cuentan con una

conexión independiente de agua, esta medida se implementó a causa de la mala calidad del agua.

- Sector 3: El Sector 3 son aquellos usuarios que no pueden hacer uso directamente del agua de la fuente por su mala calidad. Adquieren el agua mediante la compra de bidones de agua destilada, carros cisternas y también usan tanques de almacenamiento y cisternas. En este sector, se ubican las Áreas Productivas, zonas encargadas de producir algún bien o servicio y está conformado por las granjas, Planta de Leche, Laboratorio de Panificación, Embutidos, los restaurantes como el Gato, SUTUNA que traen agua de otros lugares para la preparación de sus alimentos. A esta lista, también se suman los Laboratorio de las facultades, que disponen de ablandadores de agua para ejecutar sus trabajos y solo usan el agua del pozo para el lavado de sus equipos.

Para obtener el consumo de cada sector, se recepcionaron los recibos de agua de cada conexión y la plataforma AQUANET.

3.2.4. Cálculo de la demanda de agua

Se calculó la demanda actual y proyectada a partir de la población futura y la dotación.

3.2.5. Calculo de la oferta de agua

Con la información recopilada de los aforos del pozo Chino 2, recibos de consumo de agua, se calculó la oferta actual disponible para la UNALM.

3.2.6. Balance oferta - demanda

Se realizó el análisis de oferta y demanda de agua para evaluar la cobertura del sistema actual.

3.2.7. Evaluación de la calidad del agua

Se compararon los resultados del muestreo con el Reglamento de la Calidad del Agua para consumo humano de la Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA publicada en el año 2011.

3.3. FASE III: FORMULACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA

Las propuestas se formularon para mejorar la calidad y cantidad del agua considerando criterios de ahorro, innovación, recuperación, recuperación y reciclaje.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA ACTUAL DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

4.1.1. Situación de los componentes del sistema

4.1.1.1. Captación

La UNALM cuenta con tres captaciones de agua subterráneas: Pozo Chino 2 (PZ CH2) y Pozo Camal, ubicados en el campus universitario y Pozo del INDDA localizado en el Instituto de Desarrollo Agroindustrial (INDDA) frente a la universidad. En la Tabla 8 se detallan las coordenadas de las captaciones de la UNALM y en ANEXO 1 Figura 38, Figura 39, Figura 40 y Figura 41 se muestran sus instalaciones.

Tabla 8: Ubicación de las captaciones UNALM

Captación	Norte	Este	Elevación
Pozo Chino 2	8663566.00	288602.00	241.00
Pozo Camal	8663570.00	288298.00	243.00
Pozo INDDA	8663964.00	287700.00	239.00

A continuación se detalla las tres captaciones de la UNALM:

Pozo Chino 2:

En el año 1990, se elaboró la tesis “El acuífero de la Molina una alternativa para el abastecimiento de agua a la UNALM” (Echevarría, N) donde se mencionó que el acuífero de La Molina, presenta condiciones adecuadas para la perforación de un pozo, mediante estudios hidrogeológicos, se determinó como apta para la extracción, la zona de “El Huerto”. Culminada la investigación, en el año 1993 entró en operación el pozo Chino 2, como la principal fuente de abastecimiento de agua en la universidad.

El pozo de 119 metros de profundidad presenta una bomba sumergible ubicada a 80 metros aproximadamente y cuenta con una capacidad de extracción de hasta 36 litros por segundo. El rango del caudal varía entre 20 - 25 l/s, estabilizándose en 20 l/s. Cuenta con dos tuberías; una tubería externa de fierro es la tubería ciega y tiene una longitud de 105 metros; la tubería interna es de PVC clase 10 y soporta componentes agresivos del agua.

Inicialmente, se consideró que el agua que el agua extraída del pozo serviría también para regar las áreas verdes de la universidad y se instaló en la caseta el cabezal de un sistema de riego. Actualmente está en desuso porque la calidad de agua no es apta para el sistema de riego, por lo que la UNALM ha ejecutado un proyecto de riego tecnificado abastecido por la Junta de Usuarios del distrito de Riego Lurín – Chilca, el cual es operado por la Unidad de Riego Tecnificado-URT.

Las labores de mantenimiento se realizan cada dos años y medio. El pozo además cuenta con un tablero automático donde se programan los dos turnos de funcionamiento:

1er. turno: 12:00 a.m. – 8:00 a.m. donde se extraen 600 m³ aproximadamente

2do. turno: 1:00 p.m. – 6:00 p.m. donde se extraen 300 m³ aproximadamente

El caudal de extracción se registra a través de un hidrómetro y la lectura es controlada por la Oficina de Servicios Generales.

A inicios del año 2014, el pozo presentó problemas en su funcionamiento, lo que originó el desabastecimiento de agua en la UNALM. El consorcio grupo ICON se encargó de monitorear el problema y para solucionarlo ejecuto las siguientes medidas:

- Instaló una nueva bomba sumergible de 50 HP y diámetro nominal de 6" para una descarga de 20 lps a una altura de 111 metros.
- Retiró del material sedimentado en el fondo del pozo.
- Instaló un nuevo encamisado con tubos de PVC. Se modificó el diámetro de 14 pulgadas a 10 pulgadas. Estos tubos fueron ranurados en su totalidad menos en las partes ciegas de la bomba sumergida y en la parte inicial del pozo.

Pozo Camal:

El pozo Camal está ubicado frente al Programa de Carnes de la Facultad de Zootecnia. Se usa cuando la fuente principal está en mantenimiento o existe algún desperfecto.

En el informe realizado por el Consorcio Grupo ICON se describen algunas características del pozo: fue perforado en 1963, tiene una profundidad de 53 m y posee 24 m de filtro ranurado. Inicialmente el nivel freático estuvo ubicado a diez metros y ofreció un caudal de 30 l/s, sin embargo, el crecimiento urbano y la reducción de áreas de riego en la zona originó el descenso del nivel freático, actualmente más del 80 por ciento de la tubería de extracción se ubica por encima del nivel freático dificultando la obtención de agua.

Pozo INDDA:

El pozo INDDA se ubica frente a la UNALM, en las instalaciones del Instituto de Desarrollo Agroindustrial. Tiene una profundidad de 150 metros y la perforación se realizó en el año 1991, posee una tubería ciega de 14 pulgadas.

En el año 2014, cuando el pozo Chino 2 presentó problemas en su funcionamiento, un sector de la universidad fue abastecida por el pozo INDDA.

4.1.1.2. Impulsión

La principal Línea de Impulsión conduce el agua desde el pozo Chino 2 hasta el reservorio. Cuenta con tuberías antiguas que reciben poco mantenimiento, lo que reduce la eficiencia de conducción. Tiene una longitud total de 589 metros, solo trabaja en los dos turnos de bombeo.

No se cuenta con información relacionada a las fechas en las que se realiza el mantenimiento a la línea de impulsión.

4.1.1.3. Reservorios

La universidad cuenta con dos reservorios: el reservorio del pozo Chino 2 y el reservorio del pozo Camal.

- Reservorio del pozo Chino 2: está ubicado a 589 metros del pozo Chino 2 en el área de CEMTRAR; recibe el agua bombeada desde el pozo. Fue construido de

concreto, con forma cilíndrica y cuenta con una capacidad de almacenamiento de 600 m³, abasteciendo a la universidad por horas. Con el transcurrir del tiempo, las instalaciones interiores y exteriores se han ido deteriorando, las condiciones en las que opera el reservorio son malas, cuenta con sedimentos depositados en el fondo de la estructura disminuyendo su capacidad de almacenamiento. El mantenimiento se realizaba cada seis meses, sin embargo, dado el bajo presupuesto actualmente se realiza ocasionalmente.

- Reservorio del pozo Camal: está ubicado en la torre del camal, el agua bombeada desde el pozo del Camal, su capacidad es de 300 m³. Con el transcurrir de los años, la infraestructura no ha recibido adecuado mantenimiento y ha sufrido daños estructurales, por esa razón, el reservorio actualmente está inoperativo.

4.1.1.4. Sistema de Distribución de agua

El Reservorio del pozo Chino 2 distribuye el agua a la red que se extiende por todo el campus universitario. Las tuberías instaladas son de fierro galvanizado, fierro fundido y PVC, con diámetros de 3, 4, 6, 8 pulgadas. Actualmente gran parte de las tuberías están deterioradas debido a la antigüedad y falta de mantenimiento, lo que ocasiona el ingreso de agentes contaminantes a la red. La distribución se encuentra registrada en los planos del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado elaborados por el Consorcio Grupo ICON.

De acuerdo al diagnóstico realizado, se observa que el sistema de agua potable está en mal estado. La ineficiencia y ausencia del recurso en el campus, se debe a las malas condiciones de operación de cada componente del sistema, además de la antigüedad del sistema. El pozo necesita mayor mantenimiento, revisión de las tuberías, equipos, bombas que se encuentren en buen estado; para la línea de impulsión y red de distribución, se debe realizar una renovación de la red, un cambio en las zonas donde las tuberías estén en mal estado. Por su parte, el reservorio requiere una limpieza, mejoramiento de la estructura. Se debe realizar un mantenimiento constante a todos los componentes del sistema de agua para así evitar los cortes de agua. La renovación de la red, mejoramiento y/o cambio de la infraestructura de acuerdo a su estado, resolverían el problema del agua de la universidad.

4.1.2. Conexiones existentes

A través de la oficina Servicios Generales, se levantó información sobre las conexiones o suministros de agua existentes en la UNALM y que son facturados por SEDAPAL, estas se listan en la Tabla 9.

Sin embargo, las conexiones al Centro Ecuestre (administrado por Proyección Social) y Centro de Engorde (administrado por la facultad de Zootecnia) dejaron de funcionar hace unos años y actualmente hacen uso del agua proporcionada por el pozo Chino 2. El suministro al que se denominó nuevo medidor se usó solamente a inicios del 2011 para una actividad de boys scouts desarrollada en el Campo Ferial de la UNALM.

Los consumos generados por las conexiones del Vivero Forestal y Centro de Ventas son asumidos por la facultad de Ciencias Forestales y ambas se ubican en los exteriores de la universidad. El INDDA cuenta con un suministro para el Pozo INDDA y tres conexiones independientes que usan el agua para la preparación de alimentos.

Las conexiones ubicadas fuera de la universidad como el caso de INDDA y Centro de Ventas no han sido consideradas en el ámbito de trabajo porque el consumo generado por ambas no influye a la población en estudio.

Se organizaron las visitas a cada una de estas conexiones, además se evaluó el sistema de distribución de agua en algunos laboratorios y restaurantes, que no están registrados en la Tabla 9.

4.1.3. Calidad del agua

Los informes completos de los análisis ejecutados en el pozo Chino 2 se muestran en el ANEXO 5 y ANEXO 6. Haciendo uso del Reglamento de la Calidad del Agua para consumo Humano (DIGESA) se evaluaron los resultados del primer y segundo informe, se comprobó que los parámetros que están en exceso, coinciden en ambos resultados. En la Tabla 10 se observan todos los parámetros evaluados, aquellos que están resaltados, sobrepasan los límites permisibles.

Tabla 9: Características de los Suministros

Lugar	Categoría	Suministro	Ubicación	Fuente
Pozo Chino 2	No residencial	2401182	Camino al Observatorio meteorológico Von Humboldt - UNALM	Pozo Chino 2
Pozo Camal	No residencial	2401184	Espalda del Laboratorio de Panificación - UNALM	Pozo Camal
INDDA (Pozo)	No residencial	2401226-2	INDDA (Exterior de la UNALM)	Pozo INDDA
Comedor Universitario	No residencial	5504545-4	Entrada vehicular de la UNALM	Red SEDAPAL
ADUNA	-	5354982-0	Al costado de ADUNA (exteriores de la UNALM)	Red SEDAPAL
INDDA	No residencial	5760244-3	Exteriores del INDDA	Red SEPAPAL
	No residencial	5756546-7	Exteriores del INDDA	
	No residencial	5756519-4	Exteriores del INDDA	
Centro de Ventas	Comercial	5087142	Centro de Ventas (Exterior de la UNALM)	Red SEDAPAL

Leyenda:

	Pozos de agua subterránea
	Sistema de distribución indirecto
	Sistema de distribución directo

Tabla 10: Resultados de los Análisis de agua para consumo Humano

Parámetros evaluados	Resultados del laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertilirriego	Resultados de Corporación laboratorios ambientales del Perú S.A.C. – CORPLAB	Límites Máximos Permisibles de acuerdo al Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano
PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICO			
Turbiedad	1.49 NTU	1.0 NTU	5 NTU
Sólidos Totales	2779.50 mg/L	2264 mg/L	1000 mg/L
Hierro	0.29 mg/L	0.192 mg/L	0.3 mg/L
Plomo	0.00 mg/L	<0.0001 mg/L	0.010 mg/L
Cobre	<0.035 mg/L	0.0008 mg/L	2.0 mg/L
Cadmio	0.01 mg/L	<0.00003 mg/L	0.003 mg/L
Manganeso	<0.03	0.0015 mg/L	0.4 mg/L
Zinc	0.01 mg/L	<0.003 mg/L	3.0 mg/L
Boro	0.32 mg/L	0.3686 mg/L	1.5 mg/L
Magnesio	59.28 mg/L	57.74 mg/L	-
Sulfatos	707.16 mg/L	605.9 mg/L	250 mg/L
Cloruros	753.36 mg/L	679.1 mg/L	250 mg/L
Dureza Total	1119.23 mg/CaCO ₃ /L	1108 mg/CaCO ₃ /L	500 mg/CaCO ₃ /L
Alcalinidad Total	65.58 mg/CaCO ₃ /L	-	-
pH	7.52	7.42	6.5- 8.5
Nitratos	14.79 mg/L	15.93 mg/L	50 mg/L
Sodio	350 mg/L	297.7 mg/L	200 mg/L
Conductividad	3610 µS/cm	3610 µS/cm	1500 µS/cm
PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS			
Bacterias Heterotróficas	-	<1 NMP/100mL	500 UFC/mL
Coliformes Fecales	-	<1.8 NMP/100mL	0 UFC/mL
Coliformes Totales	-	<1.8 NMP/100mL	0 UFC/mL
<i>Escherichia coli</i>	-	<1.8 NMP/100mL	0 UFC/mL
Huevos y larvas de helmintos	-	<1 NMP/100mL	0 N° org/L
Virus	-	<1	0 N° org/L

Continuación

Parámetros evaluados	Resultados del laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego	Resultados de Corporación laboratorios ambientales del Perú S.A.C. – CORPLAB	Límites Máximos Permisibles de acuerdo al Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano
PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS			
Organismos de vida libre como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estados evolutivos.	-	<1 NMP/100mL	0 N° org/L

FUENTE: Elaborado en base a los resultados de los análisis.

En la Tabla 10, se aprecia que la Turbiedad, concentración del Plomo, Cobre, Cadmio, Manganeseo, Zinc, Boro, pH y, Nitratos no sobrepasan los límites permisibles del reglamento de DIGESA. Sin embargo, los Sólidos Totales superan el límite aceptable de 1000 mg/L; la OMS considera que altas concentraciones de Sólidos Totales pueden generar incrustaciones en las tuberías, los calentadores, las calderas y los electrodomésticos, además de un sabor desagradable para los consumidores. La concentración de Hierro está al límite del permitido en el Reglamento que es de 0.30 mg/L, la Organización Mundial de la Salud - OMS (2006) señala que es un problema frecuente hallar valores altos de Hierro en el agua y la causa principal es la corrosión en las tuberías. No se cuenta con información fiable sobre posibles daños ocasionados por la ingesta de agua con exceso de este parámetro, sin embargo, el consumo de agua con concentraciones altas de Hierro, genera un sabor desagradable; en el caso del agua del Pozo Chino 2, los índices de Hierro están al límite, debido a la corrosión de la tubería de metal colocada junto con la tubería de PVC que sirven para la extracción del agua subterránea. El tercer parámetro, cuyo valor está en exceso es el Sulfato, la Guía de la calidad del agua potable

de la OMS (2006) señala que las fuentes de agua subterránea, presentan altas concentraciones de Sulfatos; señala también que el consumo diario de sulfato es necesario y básico en la alimentación, no obstante, existen reportes donde indican que el consumo de agua con elevadas concentraciones de sulfatos causa efectos gastrointestinales, como diarreas, en consumidores no acostumbrados. El Reglamento de Calidad de Agua Potable establece no sobrepasar los 200 mg/L de Cloruros, sin embargo, en ambos análisis se sobrepasó este valor, la OMS menciona que altas concentraciones de cloruro en el agua, proporcionan un sabor salado, y no existen reportes sobre efectos negativos que pueda causar en la salud del consumidor. De igual forma para el análisis de la Dureza Total, ambos valores, duplican la concentración máxima permisible de 500 mg/CaCO₃/L. La OMS señala, que valores altos de Dureza pueden afectar la aceptabilidad por parte del consumidor en lo que se refiere al sabor y originan la formación de incrustaciones en el sistema de distribución. En cuanto a la concentración de Sodio también se supera el límite de 200 mg/L. Las altas concentraciones del Sodio en el agua potable, de acuerdo a la OMS, no son perjudiciales para la salud, sin embargo genera un sabor inaceptable en el agua. Finalmente, de acuerdo a DIGESA, la Conductividad no debe exceder el LMP 1,500.00 µS/cm, este límite ha sido superado en ambos análisis.

En relación a los análisis microbiológicos, se puede observar en la Tabla 10 que todos los parámetros analizados están dentro de los límites establecidos en el reglamento, sin embargo no se realiza cloración en el reservorio y es probable una contaminación en la red.

De los resultados anteriores, se concluye que los componentes del sistema de agua potable están en mal estado; esto se debe básicamente a la poca atención que recibe por parte de las autoridades, los años de operación, falta de mantenimiento y revisión permanente, infraestructura muy antigua, estado de la infraestructura, actualización de la información, condición de operación, entre otros. Se propone que la universidad contrate una empresa que realice la evaluación integral del sistema de agua potable de la UNALM, desde la captación hasta las tuberías de la red de distribución. Para las estructuras de concreto se debe realizar una evaluación estructural a fin de determinar su operatividad; en el caso de las tuberías, se deben identificar las zonas de rotura en la red para su posterior cambio, en la captación se debe evaluar la capacidad de la bomba, nivel freático, tuberías; y en el reservorio, su capacidad de almacenamiento, estructuras.

4.2. CÁLCULO DE LA DEMANDA DE AGUA POBLACIONAL

4.2.1. Población futura

Población actual: la población actual de la universidad, al año 2015, es de 7416 personas. La población total se dividió en cuatro grupos: alumnos de pregrado, alumnos de postgrado, docentes y personal administrativo (ver Tabla 11).

Tabla 11: Población al año 2015

VARIABLE	POBLACIÓN
Alumnos de Pregrado	5152
Alumnos de Postgrado	1270
Docentes	509
Personal Administrativo	485
TOTAL	7416

FUENTE: Elaborado en base al Boletín Estadístico.

- Periodo de crecimiento: de acuerdo Guía de Orientación para Elaboración de Expedientes Técnicos de Proyectos de Saneamiento del PNSU (2016), el periodo de crecimiento o también llamado periodo de diseño para el diseño de un Sistema de Agua Potable y Alcantarillado es de 20 años.

t: 20 años

- Tasa de crecimiento: las tasas de crecimiento de acuerdo al II Censo Nacional Universitario 2010 – II CENAUN 2010, para la universidad son mostradas en la Tabla 12:

Tabla 12: Tasa de crecimiento anual de la población de la UNALM

	Alumnos de Pregrado	Alumnos de Postgrado	Docentes	Personal administrativo
UNALM	3.00 %	9.70 %	-0.10 %	3.50 %

FUENTE: Elaborado en base al II – CENAUN 2010.

Como se puede observar en la Tabla 12, las tasas de crecimiento para los alumnos de pregrado y el personal administrativo son valores promedio aceptables. Los docentes registran una tasa de crecimiento anual negativa de -0.10%, y es notable el valor alto de la tasa de crecimiento para los alumnos de postgrado.

Por esta razón, se hallaron las tasas de crecimiento más reales, con los datos históricos de la población total en un rango de 13 años.

Tabla 13: Población total de la universidad

POBLACIÓN TOTAL UNALM														
Grupo	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Pregrado	4537	4485	4514	4486	4594	4436	4789	4972	5096	5181	5231	5168	5157	5152
Postgrado	694	796	810	867	833	852	858	922	1103	1034	1159	1200	1207	1270
Docentes	470	306	473	469	476	473	474	478	475	475	477	510	496	509
Administrativo	482	480	465	469	472	481	482	482	477	444	452	476	480	485
TOTAL	6183	6067	6262	6291	6375	6242	6603	6854	7151	7134	7319	7354	7340	7416

FUENTE: Elaborado en base al Boletín Estadístico.

Tal como se puede apreciar en la Tabla 13, en los últimos años, la población total pasa de 6183 habitantes en 2002 a un total de 7416 habitantes en el 2015 (ver Figura 25). Los estudiantes de pregrado conforman la mayor parte de la población y registran un crecimiento paulatino, sin embargo los docentes presentan un descenso en su población. A su vez, el personal administrativo mantiene constante su población en el periodo de referencia. En el lapso de 13 años (2002 al 2015), los alumnos de postgrado, registran un acelerado crecimiento en su población, pasando de 694 a 1270 personas.

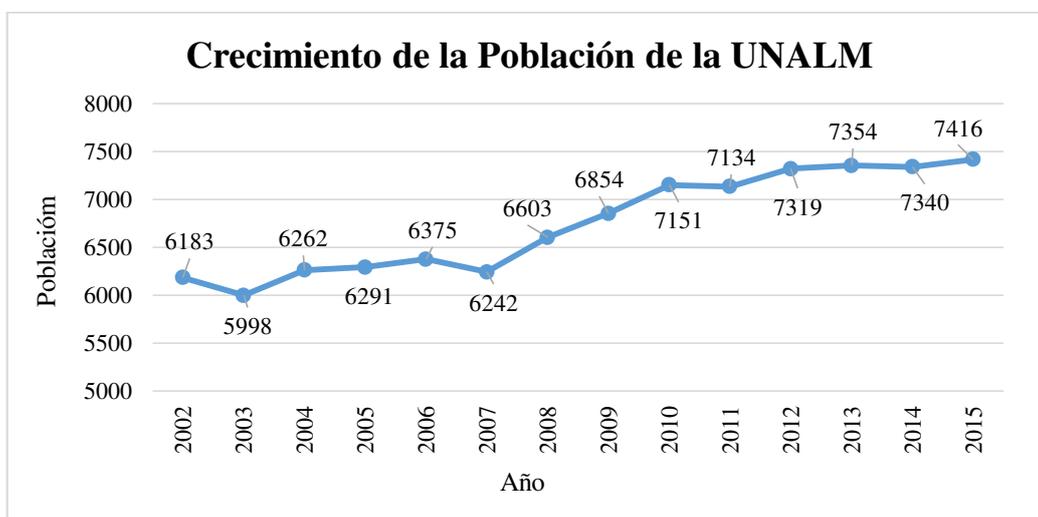


Figura 25: Crecimiento de la población total en la UNALM

Para seleccionar el método de cálculo más adecuado, se hallaron las tasas de crecimiento para los dos métodos más usados: aritmético y geométrico. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 14: Comparación entre el método aritmético y método geométrico

Grupo	MÉTODO ARIMÉTICO		MÉTODO GEÓMETRICO	
	Tasa de Crecimiento	Población final	Tasa de Crecimiento	Población final
Pregrado	1.04 %	6226	0.98 %	6265
Postgrado	6.38 %	2892	4.76%	3218
Docentes	0.64 %	574	0.62 %	575
Administrativo	0.05 %	490	0.05 %	490

Como se observa en la Tabla 14, las tasas de crecimiento obtenidas mediante el método aritmético, para los grupos de pregrado, postgrado y docentes son más altas que las tasas obtenidas mediante el método geométrico. Además, el valor de las tasas de crecimiento obtenidas mediante el método geométrico y aritmético para el grupo administrativo, dan del mismo valor.

Comparando las tasas de crecimiento del CENAUN con el valor de las tasas de crecimiento obtenidas con el rango de datos históricos, se concluye que estas últimas, se ajustan más al crecimiento poblacional de los grupos en la universidad.

Finalmente, la población para los grupos de la universidad, de acuerdo al periodo de diseño fue de (ver Tabla 15):

Tabla 15: Población de diseño de la UNALM

POBLACIÓN DE DISEÑO	
Pregrado	6265
Postgrado	3218
Docentes	575
Administrativo	490
TOTAL	10548

4.2.2. Demanda actual y de diseño

Aplicando las fórmulas y metodología descritas anteriormente, la demanda total calculada para el año base (2015) y para el periodo de diseño (2035) se muestran en la Tabla 16.

La proyección de la demanda total del servicio va en aumento, tal como puede apreciarse en la Figura 26:

Tabla 16: Demanda actual y de diseño en l/s

Parámetro	Actual (2015)	Diseño (2035)
Qp	4.3 l/s	6.1 l/s
Q máx. diario	5.6 l/s	7.9 l/s
Q máx. horario	6.3 l/s	8.1 l/s
Q de contribución al alcantarillado	5.0 l/s	6.5 l/s

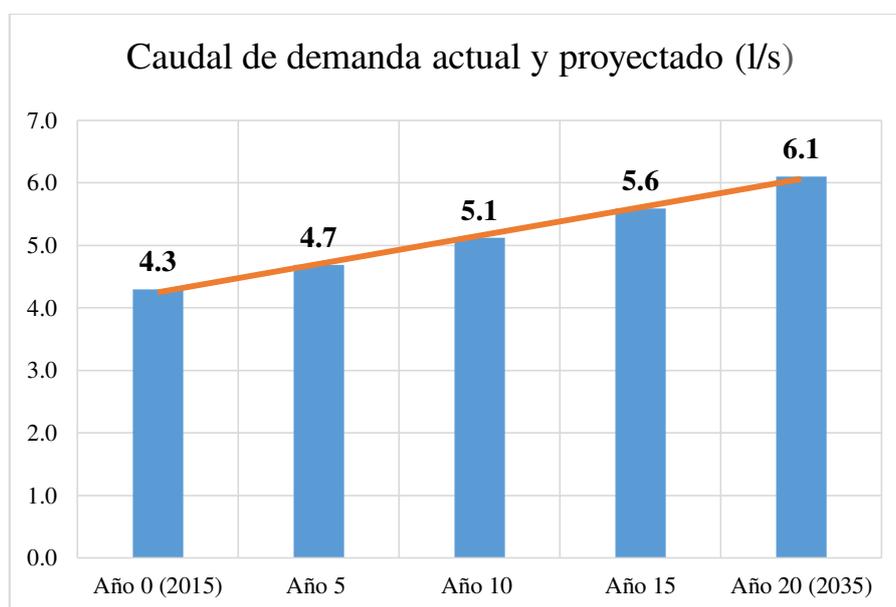


Figura 26: Evolución de la Demanda Hídrica (l/s)

Para el balance Oferta – Demanda, se usó el caudal promedio en m³/mes. El resumen se muestra en la Tabla 17:

Tabla 17: Demanda actual y de diseño en m³/mes

Demanda actual m³/mes	Demanda de diseño m³/mes
11145.6	15811.2

Al comparar la tasa aritmética y geométrica, se concluye que la tasa geométrica se ajusta más a los datos históricos de la población en la UNALM, asimismo, resulta claro que la población aumentara con el transcurrir de los años. Por consiguiente, la demanda aumentara como consecuencia de la relación directamente proporcional que tiene con la población, ya que la dotación es un valor fijo establecido por el Reglamento. Es importante señalar que el caudal hallado como demanda es un valor teórico que solo considera una parte de la población. Para el cálculo de la demanda real se deben incluir los laboratorios, centros de producción, granjas.

4.3. CONSUMO DE AGUA EN LA UNALM

Después de obtener los recibos del consumo de agua por medio de las oficinas y la plataforma AQUANET, se procedió a separarlos y ordenarlos de acuerdo al sector que pertenece. Los resultados por sector, se presentan a continuación:

- Sector 1: en el Sector 1 se consideró los consumos mensuales registrados en los recibos del pozo Chino 2 (ver Tabla 18). El rango de los datos va desde enero 2015 hasta agosto del 2017. La oficina de Abastecimiento proporcionó los recibos del consumo de agua de diciembre del 2014 a febrero 2015. Los meses restantes, se obtuvieron de la plataforma virtual AQUANET. Para un mejor análisis, se agrupo los meses por año para obtener un el promedio anual. El consumo promedio para el pozo Chino 2 es de 25837.3 m³/mensual.

Tabla 18: Consumo de agua generado por el uso del pozo Chino 2

AÑO	CONSUMO (m³/mes)
2015	22342.6
2016	27867.0
2017	28034.9

Como se observa, los consumos aumentan cada año, lo cual se justifica con el aumento de la población, ya que como se mencionó anteriormente, las horas de funcionamiento no han variado.

La Resolución de Consejo Directivo N° 026-2010-SUNASS en el punto 3.95 indica que para el cálculo del volumen de alcantarillado se multiplique el volumen total de agua consumido por la respectiva tarifa de alcantarillado. La segunda Disposición Complementaria Transitoria de la Resolución de Consejo Directivo N° 016-2016-SUNASS reafirma lo anteriormente dicho y menciona además que no procederá ni aprobará ningún estudio técnico que no contemple el factor de descarga que es del 80 por ciento. También indica que para determinar el importe a facturar por el alcantarillado para usuarios con fuente propia que solo utilicen dicho servicio, la EPS considerara como volumen a facturar - VAF, la lectura registrada en el medidor de agua instalado en la fuente y se usa el factor de contribución para el cálculo del monto total. Este enunciado es afirmativo, y se reafirma con la visita realizada a la fuente en donde se verificó la presencia de un medidor de agua que es monitoreado mensualmente por SEDAPAL, en donde se registra y toma nota del volumen consumido.

Lo descrito anteriormente, se aplica para las tres fuentes propias de agua que son el pozo Chino 2, el pozo Camal y el pozo INDDA.

A continuación se cita un ejemplo del cálculo del importe a facturar de las fuentes propias, haciendo uso de las últimas tarifas dadas por SEDAPAL con su categoría correspondiente.

Ejemplo 1: Volumen de consumo registrado: 10 m³

- a. Cálculo del importe a facturar por alcantarillado en instalación con fuente propia.

Tarifa: ESTATAL

Rango de consumos	Tarifa S/ m ³ /mes		m ³	S/. m ³ total
	Agua Potable	Alcantarillado		
m ³ /mes				
0 a más	3.445	1.506	10	
Total			10*0.8=8	12.05

En el ejemplo, se multiplica el volumen de agua registrado por 80 por ciento que es el factor de contribución al alcantarillado. Al valor obtenido nuevamente se le multiplica por el costo en m³ unitario del alcantarillado obteniéndose el importe a facturar por el servicio del alcantarillado, en este caso S/. 12.05.

Como se trata de una fuente de agua propia, solo se calcula el importe de uso de red de desagüe. Se le adiciona el cargo fijo y el IGV, obteniéndose un total de S/ 20.17 por mes.

ESTRUCTURA TARIFARIA			DETALLE DE FACTURACIÓN	
Rangos	Agua S/ m ³	Alcantarillado S/ m ³	Concepto	Importe
0 a más	3.445	1.506	Servicio de Alcantarillado	12.05
			Cargo Fijo	5.04
			IGV	3.08
			Total (S/.)	20.17

El ejemplo anterior fue elaborado en base a las últimas tarifas dadas por SEDAPAL para usuarios con fuente propia de categoría ESTATAL, sin embargo, no se está considerando el concepto Monitoreo y Gestión del agua subterránea que se implementó desde julio del 2017, que puede incrementar el costo hasta en un 80 por ciento.

- Sector 2: todos los consumos del pozo Camal registrados en el periodo de análisis fueron cero, a excepción del mes junio y julio del 2015 en donde sí se registran consumos de 1 m³/mes y 926 m³/mes respectivamente. Esta lectura alta se originó porque la fuente principal entró en mantenimiento y al no existir otras fuentes de agua, se dispuso el uso del pozo Camal. La Resolución de Consejo Directivo N° 026-2010-SUNASS y la segunda Disposición Complementaria Transitoria de la Resolución de Consejo Directivo N° 016-2016-SUNASS, mencionadas en el Sector 1, son aplicables en el cobro de este suministro.

ADUNA solo otorgó los consumos de los cuatro primeros meses del año 2016. Si bien se recurrió a la plataforma AQUANET para averiguar los demás meses, no se logró acceder con éxito.

De acuerdo a la Tabla 19, se observa que el consumo promedio para el año 2016 es de 50.5 m³/mes.

Tabla 19: Consumo de agua generado por el uso del suministro ADUNA

AÑO	CONSUMO (m ³ /mes)
2016	50.5

Al disponer ADUNA de un sistema de distribución directo, los cobros que se realizan están sujetos al Artículo 89 y 91 de la Resolución de Consejo Directivo N° 016-2016-SUNASS, que señalan que el monto total es la suma del volumen a facturar – VAF por la tarifa de agua potable de acuerdo a su categoría correspondiente más el VAF por la tarifa de alcantarillado. En el siguiente ejemplo se explica cómo se calcula el importe total.

- b. Cálculo del importe a facturar por agua y alcantarillado en instalación con conexión a red de alcantarillado.

Tarifa: ESTATAL

Rango de consumos	Tarifa S/ m ³ /mes		m ³	S/. m ³ total
	Agua Potable	Alcantarillado		
0 a más	3.445	1.506	10	
Total	10*3.445= 34.45	10*1.506= 15.06	10	34.45+15.06= 49.51

Como se observa, el volumen a facturar es de 10 m³, dicho valor se multiplica por la tarifa de agua potable que es de S/. 3.445 m³/mes y por la del alcantarillado, S/. 1.506 m³/mes para obtener el subtotal. Aquí se aplica el 100 por ciento de descarga.

A los importes de agua y alcantarillado, se le adicionan el cargo fijo más el IGV y se obtiene el monto total del recibo. Todos los recibos de ADUNA son calculados como el ejemplo anterior.

ESTRUCTURA TARIFARIA			DETALLE DE FACTURACIÓN	
Rangos	Agua S/ m ³	Alcantarillado S/ m ³	Concepto	Importe
0 a más	3.445	1.506	Servicio de Agua Potable	34.45
			Servicio de Alcantarillado	15.06
			Cargo Fijo	5.04
			IGV	9.82
			Total (S/.)	64.37

Basándose en las referencias existentes de la mala calidad del agua extraída de la fuente, el Comedor implementó una conexión independiente de la red a la universidad para la preparación de alimentos.

Los recibos proporcionados por el Comedor Universitario de agua van desde agosto del 2013 hasta marzo 2016, los datos faltantes se obtuvieron de la plataforma AQUANET. En la Tabla 20, se muestra el consumo del Comedor Universitario:

Tabla 20: Consumo de agua generado por uso del suministro del comedor Universitario

AÑO	CONSUMO (m3/mes)
2015	475.6
2016	582.1
2017	608.8

El consumo promedio es de 548.8 m3/mes. Con el transcurrir de los años, los consumos se han incrementado como consecuencia directa del incremento de la población.

El Artículo 89 y 91 de la Resolución de Consejo Directivo N° 016-2016-SUNASS es aplicable también para el Comedor Universitario, diferenciándose en que se usa la tarifa de categoría COMERCIAL.

- Sector 3: Los consumos en este sector se registran por el número de bidones de agua adquiridos, la compra de agua en camiones cisternas y uso de ablandadores de agua. El trabajo en este sector, fue complicado, recopilar el consumo mensual de cada laboratorio o área productiva, resultó difícil porque la gran mayoría no cuentan con un historial de consumo en SEDAPAL ni registran sus consumos por cuenta propia. Se citará algunos casos: el laboratorio de Agua, Suelos y Medioambiente de la facultad de Ingeniería Agrícola consume 32 bidones de 8 litros de agua destilada al mes, el laboratorio de Mecánica de Suelos de Agrícola compra 5 bidones de agua al mes, el Laboratorio de Nematología de la facultad de Agronomía adquiere el agua mediante carros cisterna, el Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral consumen alrededor de 40 m³ de agua mensualmente, el Laboratorio de Fitopatología consume 2 m³ al mes, el laboratorio de Química mediante los ablandadores, destila aproximadamente 600 l mensualmente. El restaurant el

Huerequeque usa el agua de la red que abastece al Comedor; el Gato y SUTUNA compran y traen bidones de agua de otros lugares para la cocción de los alimentos, solo usan el agua del pozo Chino 2 para el lavado de utensilios. El costo por consumo de agua es asumido directamente por cada área.

Existen diversas áreas de la universidad que almacenan el agua en tanques ubicados en la parte superior de sus edificaciones, podemos citar como ejemplo al laboratorio de Suelos y Medioambiente de la facultad de Ingeniería Agrícola, Laboratorio de Silvicultura de Ciencias Forestales, entre otros.

De acuerdo a la Sectorización realizada, el Sector 1 registra un consumo de agua promedio de 25831.3 m³/mes, siendo este el consumo más alto porque aquí se ubica la mayor cantidad de beneficiarios. Por otro lado, el consumo del Sector 3, tiene como fuente de abastecimiento a Proveedores de servicios en condiciones especiales, es decir, obtienen el agua mediante camiones cisternas. Algunos de los laboratorios, usan equipos ablandadores de agua y también compran bidones de agua.

El único consumo asumido por la universidad es el del Comedor Universitario, cuyo servicio atiende la población universitaria. Los otros consumos son asumidos directamente por cada área, que de manera independiente lleva el control de sus recibos, sin embargo, al llevar el manejo de manera autónoma, no cuentan con un registro de los gastos generados por consumo de agua. Esto perjudica el análisis realizado, ya que no se pudo obtener los consumos de las granjas, centros de producción, laboratorios, entre otros.

4.4. CÁLCULO DE LA OFERTA DE AGUA

Determinar la oferta actual y proyectada del pozo implicaría realizar un estudio hidrogeológico, sin embargo, no se contó con un presupuesto que permita ejecutarlo, por esta razón, se consideró los consumos registrados en el pozo Chino 2 como oferta, dado que es el caudal de la fuente disponible para la población.

4.4.1. Aforo del pozo Chino 2

El historial de aforos de la fuente de agua se registra diariamente en el hidrómetro instalado en el pozo Chino 2. Se agrupó los datos por año y los resultados se muestran en la Tabla 21:

Tabla 21: Caudal promedio extraído del Pozo Chino 2

PROMEDIO	
AÑO	m ³ /mes
2015	25184.8
2016	28052.9

El caudal promedio extraído de todos los datos es de 25934.9 m³/mes. Como se observa en la Tabla 21, el promedio para el año 2015 fue de 25184.8 m³/mes y en el 2016, de 28052.9 m³/mes. Se verifica además, que el caudal extraído en la fuente aumenta cada año. De acuerdo a la Oficina de Servicios Generales, SEDAPAL visita a fin de mes las instalaciones del pozo y toma la lectura del hidrómetro como consumo mensual, es decir, el volumen de agua registrado en los recibos, es un caudal instantáneo tomado un día puntual.

4.4.2. Oferta actual de agua

Como se mencionó anteriormente, existe similitud entre el promedio de los aforos de la fuente y los consumos registrado en el recibo del pozo Chino 2. Por esta razón, se realizó dos cálculos: Oferta actual 1, en la cual se agrupó el promedio del aforo del pozo Chino 2 y promedio de los recibos de consumo de ADUNA y Comedor Universitario, y la Oferta actual 2 que incluyó los consumos de agua del pozo Chino 2, ADUNA y Comedor Universitario registrados en los recibos. En la Tabla 22 se observa ambos cálculos.

Tabla 22: Oferta actual de agua en m³/mes

OFERTA ACTUAL			
OFERTA 1 (m ³ /mes)		OFERTA 2 (m ³ /mes)	
Aforo pozo Chino 2	25934.9	Recibos pozo Chino 2	25837.3
ADUNA	50.5	Recibos ADUNA	50.5
Comedor	548.8	Recibos Comedor	548.8
TOTAL	26534.2	TOTAL	26436.6

El valor de la Oferta actual 1 y 2 son cercanos, esto se debe a que ambos usan las lecturas del hidrómetro ubicado en la fuente. La diferencia consiste en que en el primer caso, la oferta es el promedio de los volúmenes extraídos diariamente en un determinado periodo de tiempo; en el segundo caso el volumen registrado en el recibo es una lectura puntual

tomada a fin de mes por un personal de SEDAPAL, es decir, es un caudal instantáneo que será tomado como el consumo mensual de dicho mes.

En cuanto al cálculo de la oferta proyectada, no se puede cuantificar este valor dado que no se cuenta con un estudio hidrológico actual.

4.5. BALANCE OFERTA – DEMANDA

4.5.1. Balance Oferta – Demanda Actual

En este capítulo, solo se determinó el balance Oferta – Demanda actual porque no se cuenta con información de la oferta proyectada.

En la Tabla 23 se muestra el primer balance considerando como Oferta los aforos del pozo Chino 2, los consumos del Comedor y ADUNA. A su vez en la Tabla 24 se calcula la Oferta como la suma de los consumos del pozo Chino 2, Comedor Universitario y ADUNA.

Tabla 23: Balance Oferta – Demanda 1 en m³/mes

OFERTA	DEMANDA	BALANCE HÍDRICO (m³/mes)
26534.2	11145.6	15388.6

Tabla 24: Balance Oferta – Demanda 2 en m³/mes

OFERTA	DEMANDA	BALANCE HÍDRICO m³/mes)
26436.6	11145.6	15291.0

El valor de la demanda actual de agua es de 11145.6 m³/mes y la demanda proyectada es de 15811.2 m³/mes. En ambas situaciones el Balance arrojó un valor positivo, o sea, no existe un déficit hídrico en la universidad, sin embargo, en la realidad se verifica la falta de agua en el campus. Existen diversos factores que no se están considerando en el cálculo de la Oferta ni de la Demanda; por ejemplo, en el cálculo de la Demanda no se están considerando la demanda de riego, de los laboratorios, granjas, centros de producción. Hay que mencionar, además que estos valores han sido calculados en base a una dotación de 50 litros por persona sugerida por el Reglamento Nacional de Edificaciones. Para obtener cálculos más reales, se debe ejecutar un estudio en la universidad que permita determinar

la dotación real de cada sector de la población, de esta forma se podrá determinar la demanda real actual y proyectada.

4.6. PROPUESTAS DE MEJORA

Las propuestas de mejora fueron elaboradas en base a toda la información hallada y son las siguientes:

4.6.1. Disponibilidad de agua

Sobre la disponibilidad de agua se proponen dos opciones:

4.6.1.1. Cambio de fuente: Gestión con SEDAPAL

Se propone la ejecución de un estudio económico financiero que permitan evaluar la factibilidad de contar con una conexión o más conexiones a la red pública SEDAPAL, esta medida permitiría disponer de una mayor cantidad de agua, de buena calidad y abastecimiento constante. Se tendría que evaluar la cantidad de conexiones necesarias en función a la sectorización propuesta en el capítulo de resultados. Debería darse prioridad a las áreas que integran el Sector 1 (pozo Chino 2) y el Sector 3 (laboratorios, centros de producción, plantas productoras, granjas, etc.), las cuales requieren consumir agua de buena calidad, en ese sentido, se debe cuantificar el caudal requerido e implementar una conexión. Es necesario señalar, que esta propuesta, cooperará con el avance y crecimiento de la universidad.

4.6.1.2. Incrementar disponibilidad de agua en el pozo y mejora de calidad y operación del sistema

Se propone realizar un estudio económico financiero que permitan evaluar la disponibilidad de agua del pozo Chino 2 y la mejora de su calidad con la instalación de una Planta de Tratamiento de Agua Potable.

El caudal ofrecido en la fuente se debe confirmar mediante un estudio hidrogeológico, que permitiría conocer la variación del nivel freático y la proyección de disponibilidad de la fuente.

Basándonos en los resultados de los análisis de calidad del agua, se concluye que esta fuente tiene mala calidad y se plantea la construcción de Planta de Tratamiento de Agua

Potable en la captación - PTAP. De acuerdo a Romero (1999), para aguas con concentraciones elevadas de dureza, se requiere como tratamiento el ablandamiento; sin embargo, dado el caudal y los otros parámetros en exceso, se recomienda implementar un proceso de Ósmosis Inversa; la ejecución de esta propuesta, beneficiaría a la población de la universidad y se garantizaría la entrega de un agua de buena calidad.

Durante el desarrollo de esta investigación, se solicitaron cotizaciones en dos empresas especializadas en tratamiento de agua:

- Cotización N° 01: elaborada por la empresa AGUASISTEC; propone una Planta desmineralizadora de agua por Osmosis Inversa para un caudal de 10 lps. El costo total es de \$/135,780.00 que incluye el costo de la Planta Desmineralizadora. El precio no considera las obras de tipo civil, tomas de muestras para sus análisis respectivos, permisos para el funcionamiento de la planta, punto de conexión de desagüe y el IGV (ver ANEXO 7).
- Cotización N° 02: elaborada por la empresa QUIMTIA; ofrece un sistema de Osmosis Inversa junto con un pre-tratamiento para un caudal de 10.1 lps. El costo total es de \$/172,747.98 y comprende un filtro multimedia, filtro de carbón activado y sistema de osmosis inversa. El costo total no incluye IGV, sistema de presión constante, desinfección del pozo, tablero de fuerza general del sistema y ninguna obra civil (ver ANEXO 8).

Además de mejorar la disponibilidad y calidad del agua de pozo, la universidad debería invertir en la adquisición de un equipo de bombeo alterno, que permita el abastecimiento continuo de agua en el campus. Asimismo debe proveer un presupuesto permanente para el mantenimiento y operación del sistema de bombeo, reservorio y redes.

4.6.2. Sectorización de servicios de acuerdo a la calidad de agua requerida y mejoras en la red

Dado la mala calidad de agua de la fuente, se sugiere implementar medidas de mejora en la calidad para cada sector:

- Sector 1: dado que es el sector con mayor población, se sugiere incorporar una conexión a la red que garantice la distribución de agua de buena calidad a la UNALM.

- Sector 3: de la misma forma que en el Sector 1, se sugiere añadir conexiones a la red SEDAPAL de acuerdo al caudal requerido por los centros productivos, las granjas, laboratorios. Las conexiones ejecutadas deben contar con su respectivo medidor de agua que permita reportar el consumo mensual.

Una vez reparada la red general y realizada la limpieza y mantenimiento del reservorio en todas las instalaciones del campus universitario, se propone la instalación de un sistema de desinfección en el reservorio principal.

Una medida complementaria que se propone es la instalación de llaves de cierre por sectores, que permitan realizar el cierre del servicio sectorizado, sin afectar otras zonas en las cuales no se estén ejecutando trabajos de mantenimiento.

No se realiza ninguna propuesta para el Sector 2 porque el Comedor y ADUNA cuentan ya con un sistema de distribución de SEDAPAL. En el pozo Camal las condiciones de explotación han colapsado y el agua ya no puede ser bombeada debido a que el nivel freático ha descendido enormemente.

4.6.3. Incluir medidas de ahorro de agua y medidas innovadoras

Como medida complementaria a la mejora de cantidad y calidad de agua, la universidad puede implementar medidas de ahorro de agua y medidas innovadoras que incluyan el reúso del agua residual y los subproductos del saneamiento.

4.6.3.1. Ahorro de agua

El departamento de Biología en el año 2014, elaboró el artículo “Plan de Eco eficiencia en el uso del agua del agua potable y análisis de su calidad en las áreas académicas y administrativas de la universidad Nacional Agraria La Molina”, en este estudio se detallan los consumos en las facultades y análisis de la calidad del agua. El documento menciona que las instalaciones de la universidad cuentan con equipos sanitarios en mal estado, por ejemplo los inodoros con descargas de 22 litros, que presentan además fugas, atoros de goteo. Situación similar presentan los urinarios y lavamanos.

Por esta razón, se propone el uso de los siguientes equipos ahorradores:

a. Aparatos sanitarios y válvulas:

Los dispositivos ahorradores para lavatorios recomendados por SEDAPAL son de tres tipos:

- Grifería temporizada

Las griferías temporizadas son aquellas que se accionan pulsando un botón y dejan salir el agua durante un tiempo determinado, luego, se cierran automáticamente. Son empleadas en donde existe riesgo que el grifo permanezca abierto sin aprovechamiento (el usuario se olvida de cerrar el grifo), en espacios de aseo público como instituciones educativas, hoteles, oficinas, restaurantes, discotecas, polideportivos, gimnasios y aeropuertos. El mecanismo de cierre automático disminuye el desperdicio del agua, lo que permite ahorrar entre 40 a 50 por ciento del consumo de agua (ver Figura 27).



Figura 27: Grifería temporizada

FUENTE: <http://www.vainsa.com/griferias-vainsa.asp?codigo=13704000&tipo=especializada&coleccion=temporizados&interpretacion=32&valor=especializada&linea=especializada>

- Llave electrónica

La llave electrónica presenta un sensor que activa la apertura de agua cuando se colocan las manos bajo el caño de salida de agua, mientras el usuario tiene las manos en posición de demanda de agua, el flujo permanece constante, interrumpiéndose inmediatamente en el momento de retirar las manos. Permite un ahorro del 34 por ciento de consumo de agua (ver Figura 28).

- Llave economizadora

La llave economizadora cuenta con una varilla automática de apertura momentánea, el agua solo fluirá empujando la varilla horizontalmente y dejará de fluir cuando se deje de empujar (ver Figura 29). Este grifo ahorra hasta un 57 por ciento del consumo de agua.



Figura 28: Grifería con llave electrónica

FUENTE: http://www.grifaru.es/imagenes_catalogo/original/22-prod-62.jpg



Figura 29: Grifería con llave economizadora

FUENTE: <http://www.homedepot.com.mx/comprar/es/coapa-del-hueso/llave-economizadora-seguro-antirrobo>

- b. Baño – inodoro

El Código de construcción sostenible sugiere usar inodoros con Fluxómetros con 4.8 litros de descarga por cada sifonaje, también el uso de inodoros con válvulas de doble accionamiento.

SEDAPAL recomienda usar estos dispositivos:

- Inodoro dual de 3 y 6 litros

Los inodoros duales o también llamados de doble descarga usan el sistema de descarga por gravedad para limpiar el inodoro. Cuentan con dos botones de descarga de agua: uno para los residuos sólidos y el otro para los residuos líquidos (ver Figura 30). El contenido de agua varía de acuerdo a la descarga de material, cuando son líquidos se usa 3 litros y para los sólidos 6 litros. Su uso se ha extendido en hogares.



Figura 30: Inodoro dual

FUENTE:<https://www.akumia.es/inodoro-tanque-bajo/11200011-roca-inodoro-tanque-bajo-inspira-round-salida-dual-8433290460179.html>

- Fluxómetro y taza de 4.8 litros

El accionamiento del fluxómetro es a través de un sistema de descarga presurizada, es decir, usa la presión de la red y no de la columna de agua de la cisterna ubicada en la parte posterior, por esta razón, alcanza una elevada potencia de descarga en poco tiempo, logrando una mejor limpieza. Suelen usarse en lugares de uso público y ocupan reducidos espacios. El beneficio del fluxómetro es que usa 4.8 litros de agua como descarga (ver Figura 31).

- c. Baño – ducha

- Llave de ducha temporizada

Ahorra hasta 50 por ciento del consumo de agua (ver Figura 32).

- Salidas de ducha con kit economizador

Ahorra entre el 30 al 60 por ciento del consumo de agua (ver Figura 33).



Figura 31: Fluxómetro para inodoros

FUENTE: <http://famuro.com/web/wp-content/uploads/2016/07/3-1.png>



Figura 32: Llave de ducha temporizada

FUENTE: <http://www.vainsa.com/griferias-vainsa.asp?codigo=18001E00&tipo=especializada&coleccion=temporizados&interpretacion=36&valor=ESPECIALIZADA&liena=especializada>



Figura 33: Salidas de ducha con kit economizador

FUENTE: <http://vainsa.com/griferias-vainsa.asp?codigo=500E1000x&tipo=certificados&coleccion=certificados&interpretacion=64&valor=CERTIFICADOS&linea=certificados>

4.6.3.2. Redes separativas en nuevas edificaciones y reúso de aguas grises

El cuidado del agua debe ser tarea de todos y no solo debe darse a nivel de agua potable, sino también en el alcantarillado para tener un ciclo sostenible del agua. Pese a que el Código Técnico de Construcción Sostenible no es de carácter obligatorio se recomienda que las nuevas construcciones de la universidad implementen los sistemas separativos, líneas de aguas grises (recogen flujos de los lavaderos, lavatorios y duchas, sin incluir efluentes de los inodoros) y líneas de aguas negras (recogen el flujo de los inodoros); de esta forma se pueden reusar las aguas grises tratadas en los tanques los inodoros de las edificaciones y riego. Con esta medida se generaría un ahorro de 40 por ciento del volumen de agua potable consumido y del 25 por ciento del costo del servicio de agua potable.

4.6.3.3. Instalación de urinarios secos y generación de fertilizantes

De acuerdo a lo expuesto en el ítem 2.7.3, el uso de la orina como fertilizante es una medida de innovación y de cuidado del medio ambiente dado que la producción de fertilizantes a partir de los componentes de las aguas residuales y/o de la orina, completa el ciclo y evita la explotación de los recursos no renovables.

Como se señaló en la referencia bibliográfica, la estruvita cumple los requerimientos para ser usado como fertilizante ya que aporta fósforo, nitrógeno y magnesio en conjunto. Otro beneficio que otorga es que reduce los costos de mantenimiento de las PTAR, se puede comercializar como fertilizante y su costo es más económico.

De acuerdo al planteamiento, se deberían instalar dentro del campus universitario urinarios secos con recolección de orina; estos aparatos llevan una válvula que no deja salir ningún olor, bacteria, insecto o líquido al exterior. El uso de este dispositivo, permite un ahorro de 150,000 litros por año y se genera una reducción de bacterias y mal olor. Es una opción amigable con el medio ambiente e idónea en zonas con escasez de agua, contribuyendo de esta manera el ahorro de millones de litros de agua potable limpia (ver Figura 34).



Figura 34: Urinarios secos marca URI

FUENTE: <http://www.riperu.com/nosotros.php>

4.6.4. Mejoras del servicio

4.6.4.1. Bebederos públicos para la población estudiantil

Para proveer un agua de mejor calidad y agradable sabor, se propone la instalación de bebederos en zonas de gran circulación de la UNALM (aulas, comedor, biblioteca, deportes). Los bebederos ofrecen agua purificada las 24 horas del día y para su instalación se requiere un punto con conexión a la red. Funciona a base de energía eléctrica y no son susceptibles a las fallas del sistema de distribución de agua. Otro aspecto importante es que reduce la compra de bidones de agua y uso de botellas de plástico, siendo una medida amigable con el medio ambiente. Como muestra del uso de estos equipos podemos citar a la Pontificia Universidad Católica del Perú, que usa los bebederos IBBDL PDF 300. Este modelo se empotra y se abastece de agua de la red pública. Cuenta con dos filtros internos purificadores de agua, el sedimento y carbón activado, además cada 6 meses se debe

realizar una revisión y mantenimiento para asegurar que el filtro se encuentre en perfecto estado (ver Figura 35).

4.6.4.2. Renovación de la Red

Para hacer frente a la disponibilidad de agua, se plantea la revisión y cambio de las tuberías en mal estado del sistema de distribución de agua potable, haciendo uso de los nuevos planos elaborados por el consorcio Grupo ICON. Con el uso y falta de mantenimiento las tuberías se han ido deteriorando, causando fugas en la red. Se recomienda que la universidad destine un presupuesto para estas labores.

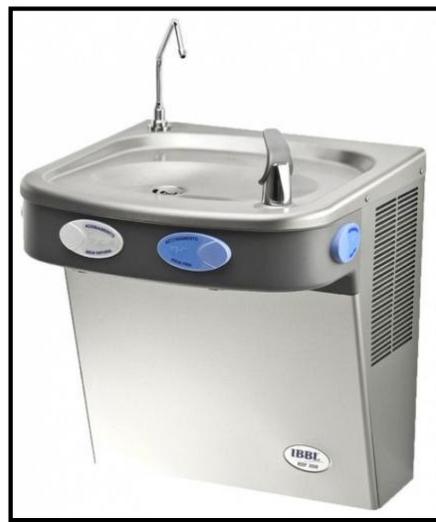


Figura 35: Bebedero publico

FUENTE:<https://www.filtrosebedouros.com.br/bebedouros/bebedouros-de-pressao/bebedouro-de-pressao-bdf/bebedouro-ibbl-bdf300-2t/>

4.6.4.3. Campañas de concientización a la población universitaria

Otra forma de contribuir con el cuidado del agua es realizar campañas de concientización del agua dentro de la UNALM. Los beneficiarios deben estar informados acerca del excesivo consumo de agua que realizan, del mal estado de la fuente y equipos sanitarios, con el objetivo de involucrarse en el cuidado del agua. Este tema, se debe difundir a través de las redes sociales, en afiches ubicados en lugares estratégicos, en folletos pegados en los servicios higiénicos, revistas, etc. Esta medida busca sensibilizar, concientizar e informar a los usuarios sobre las dificultades que existen para obtener el agua potable.

V. CONCLUSIONES

- La UNALM tiene problemas con el abastecimiento de agua en todo el campus universitario. Las principales razones son: (a) deficiente infraestructura por el mal estado de los componentes del sistema de agua potable, (b) falta de operación y mantenimiento, (c) distribución de un agua de mala calidad y (d) limitada disponibilidad de agua en la fuente.
- En base a lo descrito en el párrafo anterior, se concluye que la cantidad de agua en la UNALM es deficiente, por esta razón, se plantean propuestas de mejoras viables para la universidad, relacionadas con el ahorro de agua, mejoras en el servicio y medidas innovadoras; estas incluyen: uso de aparatos ahorradores, cambio de redes; tratamiento de agua en la fuente o cambio de fuente; uso de urinarios secos para obtención de fertilizantes. Estas propuestas preliminares que ameritan estudios técnicos complementarios.
- Las tasas de crecimiento poblacional propuestas por el II Censo Nacional Universitario 2010 – CENAUN son medidas instantáneas que no fueron usadas para el cálculo de la población futura. En consecuencia, se determinó la tasa de crecimiento con datos históricos. El resultado obtenido indica que la tasa de crecimiento es positiva y el incremento de la población se adapta al método geométrico. Para el año base, se contabilizaron 7416 individuos y al final del periodo de diseño, 10548 personas. El aumento de la población incrementa la demanda de agua en la UNALM afectando directamente el deficiente sistema de agua potable y la limitada disponibilidad de agua en el pozo Chino 2.
- En base a la evaluación de la calidad del agua de la fuente, se concluye la necesidad de instalar una Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP). La tecnología a usarse es la Osmosis Inversa, la cual demandaría una inversión de \$ 135,780.00. Esta medida, no solo mejorará la calidad del agua sino también

integrará el Sector 3 (usuarios que adquieren el agua mediante cisterna, compra de bidones de agua, ablandamiento de agua) con el Sector 1 (usuarios que se abastecen del pozo Chino 2) y eliminaría los costos que se generan por compra de agua de otras fuentes en el Sector 3

- Estudios anteriores realizados en la UNALM han verificado la pérdida excesiva de agua en los equipos sanitarios instalados en el campus universitario, por ello, como medida de solución se plantea el uso obligatorio de equipos sanitarios y griferías ahorradores.

VI. RECOMENDACIONES

- La UNALM debe invertir en la elaboración de estudios técnicos que determinen la probabilidad de contar con la suficiente cantidad y calidad de agua. Por ello, a través de un estudio económico financiero se debe evaluar la factibilidad de: (a) seguir contando con agua de pozo incluyendo la Planta de Tratamiento o (b) gestionar una conexión a la red con la EPS SEDAPAL. La primera opción también considera la ejecución de un estudio hidrogeológico.
- Se recomienda la conformación de equipos técnicos para realizar un levantamiento de la información no identificada en este trabajo: (a) identificación de fugas de agua con equipos especializados, (b) cuantificar el consumo mensual de agua de cada laboratorio, sala de investigación, centros de producción e (c) instalación de medidores.
- Se recomienda establecer un plan de mantenimiento y monitoreo constante al Sistema de Agua Potable. Para ello, se debe asignar los recursos técnicos y económicos necesarios para esta labor.
- En vista de la mala calidad de agua en la red, se recomienda la instalación el uso de bebederos públicos con agua de red de SEDAPAL y sistema de filtración de sedimentos para garantizar que la población universitaria consuma agua de buena calidad.
- Se recomienda implementar en las nuevas construcciones las redes separativas que permiten el reúso de las aguas grises tratadas en los tanques de inodoros y el riego de las áreas verdes. También se propone el uso de urinarios secos dentro de la UNALM como medida de ahorro de agua y recuperación de nutrientes.

- Se recomienda implementar en las nuevas construcciones las redes separativas que permiten el reúso de las aguas grises tratadas en los tanques de inodoros y el riego de las áreas verdes. También se propone el uso de urinarios secos dentro de la UNALM como medida de ahorro de agua y recuperación de nutrientes.
- Se recomienda una participación más comprometida de la población universitaria, principalmente el Sector 1, quienes deben de adquirir nuevos hábitos de uso del agua para disminuir los excesivos consumos que realizan.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Advíncula, O; García, S; García, J; Toribio, K; Meza, Víctor. 2014. Plan de Ecoeficiencia en el uso del Agua potable y análisis de su calidad en las áreas académicas y administrativas de la Universidad Nacional Agraria La Molina (en línea). *Ecología aplicada* 13(1):1-13. Consultado 3 oct. 2017. Disponible en http://www.lamolina.edu.pe/ecolapl/Articulo_5_no1_vol_13.pdf.

AEFA (Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes, España). 2016? La estruvita, biocarbones y cenizas como fertilizantes (en línea, sitio web). Valencia, España. Consultado 27 ene. 2018. Disponible en <https://aefa-agronutrientes.org/la-estruvita-biocarbones-y-cenizas-como-fertilizantes>

Agüero Pittman, R. 1997. Agua Potable para Poblaciones Rurales. 2ed. Lima, PE, Tarea Asociación Gráfica Educativa, Lima, Perú, Imprenta nacional. 167 p.

Arocha Ravelo, S. 1978. Abastecimiento de agua: teoría y diseño. 2 ed. Caracas, VE, Editorial Vega. 231 p.

Arroyo, F. 2005. Lo que sabemos de orina humana como fertilizante (en línea). Morelos, México. Sarar Transformation SC. 28 p. Consultado 28 ene. 2018. Disponible en https://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/ARROYO%20et%20al%202002%20Lo%20que%20sabemos%20de%20orina%20humana%20como%20fertilizante-SPANISH.pdf

Blogplastic. 31 dic. 2013. ¿Redes unitarias o redes separativas en el saneamiento? (en línea, blog). s. l. Consultado 21 ene. 2018. Disponible en <http://www.blogplastics.com/redes-unitarias-o-redes-separativas-en-el-saneamiento/>

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua, México). 2007. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: diseño de plantas potabilizadoras tipo de tecnología simplificada (en línea). Distrito Federal, México. 329 p. Consultado 1 feb. 2018. Disponible en <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Libros/11DisenoDePlantasPotabilizadorasTipoDeTecnologiaSimplificada.pdf>

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua, México); SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos, México). 2016. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: conducción (en línea). Distrito Federal, México. 216 p. Consultado 3 ago. 2017. Disponible en <http://aneas.com.mx/wp-content/uploads/2016/04/SGAPDS-1-15-Libro10.pdf>

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua, México); SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos, México). 2016. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: datos básicos para proyectos de agua potable y alcantarillado (en línea). Distrito Federal, México. 92 p. Consultado 15 ago. 2017. Disponible en <http://aneas.com.mx/wp-content/uploads/2016/04/SGAPDS-1-15-Libro4.pdf>

Diario Oficial El Peruano. 2017. Boletín Oficial: Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima – SEDAPAL S.A. Estructura Tarifaria (en línea). 9779 ed. Lima, Perú. 12 p. Consultado 12 ago. 2017. Disponible en <http://diariooficial.elperuano.pe/BoletinOficial>.

DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental, PE). 2011. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (en línea). Lima, Perú. 46 p. Consultado 20 oct. 2017. Disponible en http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf

Dispenser & Water Supply, Perú. 2018. Características del bebedero IBBL PDF 300 (en línea). Lima, PE, 3 p. Consultado 4 feb. 2018. Disponible en http://www.dispenser.com.pe/uploads/Ficha_t%C3%A9cnica_Bebedero_IBBL_PDF_300.pdf

Hidalgo Barrio, MD. 2014. Estruvita: ese oro blanco procedente de los residuos (en línea). FuturEnviro. Consultado 6 feb. 2018. Disponible en <file:///C:/Users/INTEL/Downloads/00.%20Gestion%20residuos%207-2.pdf>

Mamani-Mamani, V.; Loza-Murguía, M.; Coronel-Quispe, L.; Sainz-Mendoza, H.; Paye-Huaranca, V.; Coronel, F. 2015. Uso de la orina humana como fertilizante en la producción de lechuga Waldmann green (*Lactuca sativa* L.) (en línea). Journal of the Selva Andina Biosphere. 3(1):24-38. Consultado 7 feb. 2018. Disponible en http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v3n1/v3n1_a04.pdf

MEF (Ministerio de Economía y Finanzas, PE); DGPI (Dirección General de Política de Inversiones). 2011. Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos Saneamiento Básico en el Ámbito Rural, a Nivel de Perfil (en línea). Lima, Perú, Forma e Imagen, Lima, Perú. 58 p. Consultado 28 jul. 2017. Disponible en

<https://www.mef.gob.pe/es/instrumentos-metodologicos/guias-y-pautas-metodologicas-generales?id=4505>

MEF (Ministerio de Economía y Finanzas, Perú)/MVCS (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Perú)/FONCODES (Fondo Nacional de Compensación y Desarrollo Social, Perú)/MIMDES (Ministerio de la Mujer y Desarrollo Social, Perú)/PRONASAR (Programa Nacional de Agua y Saneamiento Rural, Perú). 2004. Criterios para la selección de las opciones técnicas y niveles de servicio en sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento en zonas rurales (en línea). Perú. 17 p. Consultado 30 jul. 2017. Disponible en https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/saneamiento/_4_Criterios_seleccin_opciones_y_niveles_de_Servic_%20sistemas_de_agua_y_saneam_zonas_rurales.pdf

Miglio Toledo, RM (profesora). 2016. Fuentes de agua para abastecimiento (diapositiva). Lima, PE. 2 diapositivas, color. (Serie Curso Abastecimiento de agua potable).

MINAM (Ministerio del Ambiente, PE); OEFA (Organismo de Evaluación y Fiscalización). 2014. Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales (en línea). Lima, Perú, Billy Víctor Odiaga Franco, Imprenta. p. 8. Consultado 6 jun. 2017. Disponible en https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827

MINAM (Ministerio del Ambiente, PE); SINIA (Sistema de Información ambiental). 2009. Manual para Municipios Ecoeficientes: tratamiento y reúso de aguas residuales (en línea). Lima, Perú. Enotria S.A., Perú, Imprenta Nacional. p. 23. Consultado 7 ago. 2017. Disponible en <http://sinia.minam.gob.pe/documentos/manual-municipios-ecoeeficientes>

Ministerio de Educación, Perú; OINFE (Oficina de Infraestructura Educativa). 2006. Criterios normativos para el diseño de locales de educación básica regular niveles de inicial, primaria, secundaria y básica especial: criterios de confort, seguridad, saneamiento, instalaciones eléctricas, aspectos constructivos, diseño estructural (en línea). Lima, Perú. 129 p. Consultado 10 oct. 2017. Disponible en http://www.minedu.gob.pe/oinfe/xtras/NormaTecnica_ConfortSeguridadyEspecialidades_ago2006.pdf

MVCS (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento). 2005. Decreto Supremo N° 023, Aprueban el Texto Único Ordenado del Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento Ley N° 26338 (en línea). Diario Oficial El Peruano. 29 nov. Consultado 27 ago. 2017. Disponible en <http://pnsr.vivienda.gob.pe/portal/wp->

content/uploads/2014/05/DS-023-2005-VIVIENDA-Aprueban-TUO-del-Reglamento-de-la-Ley-General-de-Servicios-de-Saneamiento.pdf

MVSC (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento). 2005. Decreto Supremo N° 023. Aprueban el Texto Único Ordenado del Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento, Ley N° 26338. Diario Oficial El Peruano. 29 nov. Consultado el 24 oct. 2017. Disponible en <http://pnsr.vivienda.gob.pe/portal/wp-content/uploads/2014/05/DS-023-2005-VIVIENDA-Aprueban-TUO-del-Reglamento-de-la-Ley-General-de-Servicios-de-Saneamiento.pdf>

MVCS (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, PE). 2006. Reglamento Nacional de Edificaciones: almacenamiento de agua para consumo humano (en línea). Norma O.S. 030. Lima, Perú, Diario Oficial El Peruano. 8 jun. p. 2-3. Consultado 26 ago. 2017. Disponible en <http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>.

MVCS (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, PE). 2006. Reglamento Nacional de Edificaciones: captación y conducción de agua para consumo humano (en línea). Norma O.S. 010. Lima, Perú, Diario Oficial El Peruano. 8 jun. p. 1-2. Consultado 1 set. 2017. Disponible en <http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>.

MVCS (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, PE). 2006. Reglamento Nacional de Edificaciones: consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria (en línea). Norma O.S. 0100. Lima, Perú, Diario Oficial El Peruano. 8 jun. p. 1-2. Consultado 13 may. 2017. Disponible en <http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>

MVCS (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, PE). 2006. Reglamento Nacional de Edificaciones: drenaje pluvial urbano (en línea). Norma O.S. 060. Lima, Perú, Diario Oficial El Peruano. p. 2. Consultado 5 feb. 2018. Disponible en <http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>

MVCS (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, PE). 2006. Reglamento Nacional de Edificaciones: estaciones de bombeo de agua para consumo humano (en línea). Norma O.S. 040. Lima, Perú, Diario Oficial El Peruano. 8 jun. p. 1. Consultado 8 set. 2017. Disponible en <http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>.

MVCS (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, PE). 2006. Reglamento Nacional de Edificaciones: instalaciones sanitarias para edificaciones (en

línea). Norma I.S. 010. Lima, Perú, Diario Oficial El Peruano. 11 jun. p. 6. Consultado 10 oct. 2017. Disponible en <http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>

MVCS (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, PE). 2015. Decreto Supremo N° 015, Decreto Supremo que aprueba el Código Técnico de Construcción Sostenible (en línea). Diario Oficial El Peruano. 28 ago. Consultado el 3 feb. 2018. Disponible en <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2015/09/vivienda.pdf>

MVCS (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento). 2016. Resolución Ministerial N° 173, Norma: guía de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural (en línea). Diario Oficial El Peruano. 22 jul. Consultado 25 jul. Disponible en http://perseo.vivienda.gob.pe/Documentos_resoluciones/Emitidos/RM-173-2016-VIVIENDA.pdf

Norma de facturación (en línea). s. f. s. n. t. 20 p. Consultado 18 ago. 2017. Disponible en http://www.sedapal.com.pe/contenido/norma_facturacion.pdf

Olivera Feijoo, OP; Castro Saravia, R. 2008. Diseño del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del Centro Poblado Cruz de Médano – Lambayeque (en línea). Tesis Ing. Civil Lima, Perú, URP. 42, 47 p. Consultado 9 mar. 2017. Disponible en http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/111/1/olivari_op-castro_r.pdf

OPS (Organización Panamericana de la Salud, Perú), CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, Perú). 2004. Guía de diseño para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural (en línea). Lima, Perú. 19. Consultado 4 set. 2017. Disponible en http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/032_Dise%C3%B1o_1%C3%ADneas%20de%20conducci%C3%B3n%20e%20impulsi%C3%B3n/Dise%C3%B1o_1%C3%ADneas%20de%20conducci%C3%B3n%20e%20impulsi%C3%B3n.pdf

OMS (Organización Mundial de la Salud, Suiza). 2006. Guías para la calidad del agua potable: Volumen 1 Recomendaciones (en línea). 3 ed. Genève, Suiza. 408 p. Consultado 23 oct. 2017. Disponible en http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf

Pastor Alcañiz, P. 2008. Estudio de la precipitación y recuperación del fósforo presente en las aguas residuales en forma de estruvita (MgNH₄ PO₄•6H₂O). Tesis PhD. Valencia, España, Universidad Politécnica de Valencia. 295 p.

PNSR (Programa Nacional de Saneamiento Rural, PE). 2012. Guía de opciones técnicas para abastecimiento de agua potable y saneamiento para centros poblados del

ámbito rural (en línea). Lima, Perú, p. 18. Consultado 15 feb. 2017. Disponible en <http://pnsr.vivienda.gob.pe/portal/publicaciones/publicaciones-tecnicas/>

PNSU (Programa Nacional de Saneamiento Urbano, Perú). 2016. Guía de orientación para elaboración de expedientes técnicos de proyectos de saneamiento (en línea). Lima, Perú. 56 p. Consultado 10 set. 2017. Disponible en <http://www3.vivienda.gob.pe/pnsu/documentos/GUIA%20ORIENT%20EXP%20TEC%20SANEAMIENTO%20V%201.5.pdf>

Rama, E. 2014. Estruvita, el problema que se convirtió en solución (en línea, sitio web). Consultado 29 ene. 2018. Disponible en <https://www.iagua.es/blogs/elena-rama/estruvita-el-problema-que-se-convirtio-en-solucion>

Rodríguez Ruiz, P. 2001. Abastecimiento de Agua (en línea). s. n. t. p. 76. Consultado 1 ago. 2017. Disponible en <https://es.slideshare.net/deibyrequenamarclo/128283513-abastecimientodeaguapedrorodriguezruiz>

Romero, JA. 2009. Calidad del agua. 2 ed. Distrito Federal, México. Alfaomega Grupo Editor. 276 p.

Romero, JA. 1999. Potabilización del agua. 3 ed. Distrito Federal, México. Alfaomega Grupo Editor. 307 p.

Santayana Vela, S (profesor). 2014. Equipamiento de pozos. Lima, PE. 20 diapositivas, color. (Serie Curso Aguas Subterráneas).

SEI (Stockholm Environment Institute); Programa EcoSanRes; Håkan, J.; Richert Stintzing, A.; Vinnerås, B.; Salomón, E. 2004. Lineamientos para el Uso de la Orina y de las Heces en la Producción de Cultivos (en línea). Estocolmo, Suecia. 46p. Reporte n° 2. Consultado 31 ene. 2018. Disponible en http://www.ecosanres.org/pdf_files/Uso_Orina_Heces_Cultivos_2004-2.pdf

Sparrow Álamo, E. 2014. Instalaciones Sanitarias (en línea). Chimbote, Perú. 49 p. Consultado 19 oct. 2017. Disponible en http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/curzoz/clases_instalaciones_sanitarias.pdf

SUNASS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento). 1999. Resolución N° 1179, Aprueban la Directiva "Importe a Facturar y Comprobantes de Pago de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario" (en línea). Diario Oficial El Peruano. 22 dic. Consultado el 30 jul. 2017. Disponible en

[http://www.sunass.gob.pe/doc/normas%20legales/legisla%20web\(cambio\)/normas/importe%20a%20facturar/re1179_99.pdf](http://www.sunass.gob.pe/doc/normas%20legales/legisla%20web(cambio)/normas/importe%20a%20facturar/re1179_99.pdf)

SUNASS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento). 2006. Resolución de Consejo Directivo N° 016-2016. Modifican los artículos 10,86 y 95 del Reglamento de Calidad (en línea). Diario Oficial El Peruano. 2 set. Consultado 29 mar. 2018. Disponible en http://www.sunass.gob.pe/websunass/index.php/eps/estudios-tarifarios/doc_details/3226-resolucion-de-consejo-directivo-n-016-2016-sunass-cd?tmpl=component

SUNASS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento). 2006. Resolución de Consejo Directivo N° 026-2010 (en línea). Diario Oficial El Peruano. 11 jun. Consultado 31 mar. 2018. Disponible en http://www.sunass.gob.pe/websunass/index.php/eps/estudios-tarifarios/doc_details/2768-resolucion-de-consejo-directivo-n-026-2010-sunass-cd

SUNASS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento). 2006. Resolución N° 0066, Modifican el Reglamento General de Reclamos de Usuarios de Servicios de Saneamiento (en línea). Diario Oficial El Peruano. 31 dic. Consultado el 13 oct. 2017. Disponible en [http://www.sedapal.com.pe/contenido/088-2007-SUNASS-CD%20\(31.12.2007\).pdf](http://www.sedapal.com.pe/contenido/088-2007-SUNASS-CD%20(31.12.2007).pdf)

SUNASS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, Perú). 2010. Estudio tarifario: determinación de la fórmula tarifaria, estructura Tarifaria y metas de gestión aplicables a la Empresa de servicio de agua potable y Alcantarillado – SEDAPAL S.A (en línea). Lima, Perú. s. e. 212 p. Consultado 8 ago. 2017. Disponible en https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjT-t2aivrVAhWO2YMKHU1SBJEQFggkMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.sunass.gob.pe%2Fwebsunass%2Findex.php%2Feps%2Festudios-tarifarios%2Fdoc_download%2F3171-sedapal-s-a-proyecto-de-estudio-tarifario-2015-2020&usg=AFQjCNEDCMiXXqzoNgn0iSvm7nsHBslwow

SUNASS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, Perú). s. f. Guía del usuario para el Servicio de Agua Potable y Alcantarillado (en línea). Lima, Perú. 28 p. Consultado 4 ago. 2017. Disponible en <http://www.sunass.gob.pe/websunass/index.php/usuarios/problemas-en-el-servicio/guia-del-buen-usuario>

USAL (Universidad de Salamanca, España). s. f. Caracterización Agua Residual (diapositiva) (en línea). Salamanca, España. 15 diapositivas, color. (Unidad 3 Capitulo 1 Sección 4). Consultado 5 feb. 2018. Disponible en http://aulavirtual.usal.es/aulavirtual/demos/simulacion/modulos/Curso/uni_03/U3C3S4.htm

Vallejos Díaz, YA. 2008. Forma de hacer un diagnóstico en la investigación científica: perspectiva holística (en línea) s. l. Teoría y praxis investigativa 5(3): 11-21. Consultado 15 jul. 2017. Disponible en https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjQ4bHzw7fWAhXCLSYKHTKdAtsQFggkMAA&url=https%3A%2F%2Fdialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F3700944.pdf&usg=AFQjCNGpQipY6jIg_GcObusa-IwkhTOv7Q

Zaragoza Ayuntamiento. s. f. Anexo XVII Características técnicas y descripción de los mecanismos ahorradores en instalaciones (en línea). Zaragoza, España. 4 p. Consultado 2 feb. 2018. Disponible en https://www.zaragoza.es/cont/paginas/normativa/anexos/eco_agua_anex17.pdf

ZENNER International GmbH & Co. KG, Alemania. s. f. Contadores para grandes volúmenes de agua (en línea). Saarbrücken, Alemania, s. e. 28 p. Consultado 12 ago. 2017. Disponible en http://www.zenner-medidores.com/tl_files/content/ZENNER_COM_SPANISH/ES_KAT_GWZ_medidores_d_agua.pdf

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 36: Llave y tuberías del pozo Chino 2 que llevan el agua al canal exterior



Figura 37: Tubería que conduce el agua al canal exterior



Figura 38: Instalaciones exteriores del pozo Chino 2



Figura 39: Exterior del pozo Camal



Figura 40: Instalaciones interiores de la caseta del pozo Chino 2



Figura 41: Tablero automático del pozo Chino 2



Figura 42: Hidrómetro del pozo Chino 2



Figura 43: Material sedimentado en el fondo del pozo

FUENTE: Informe saneamiento UNALM, 2015.



Figura 44: Tuberías instaladas en el pozo Chino 2

FUENTE: Informe saneamiento UNALM, 2015.



Figura 45: Medidor del pozo Camal



Figura 46: Reservorio del pozo Chino 2



Figura 47: Reservorio del pozo de Camal



Figura 48: Conexión de SEDAPAL con el Comedor Universitario

**ANEXO 2: REGISTRO DE LOS CAUDALES EN EL HIDRÓMETRO UBICADO
EN EL POZO CHINO 2**

Tabla 25: Caudales registrados en el hidrómetro del pozo Chino 2

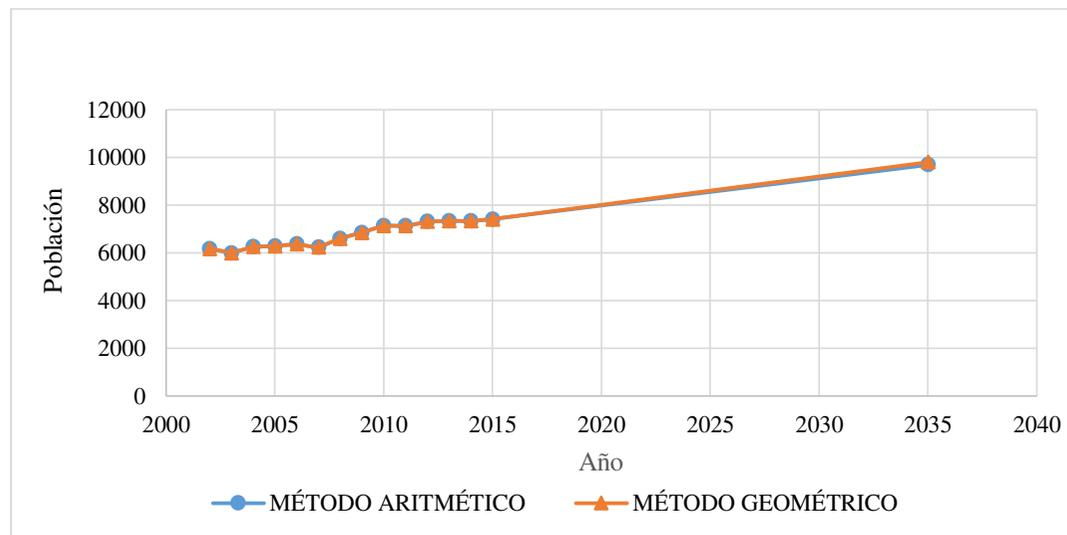
Fecha	m³/día	m³/mes
Enero 2015	874.83	26245.00
Febrero 2015	833	24990.00
Marzo 2015	853.78	25613.33
Abril 2015	804.70	24141.00
Mayo 2015	858.94	25768.13
Junio 2015	858.00	25740.00
Julio 2015	835.82	25074.55
Agosto 2015	741.88	22256.47
Septiembre 2015	775.00	23250.00
Octubre 2015	798.35	23950.59
Noviembre 2015	914.53	27435.88
Diciembre 2015	952.41	28572.35
Enero 2016	924.38	27731.25
Febrero 2016	947.00	28410.00
Marzo 2016	933.39	28001.67

**ANEXO 3: ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN FUTURA POR EL MÉTODO
GEÓMETRICO**

Tabla 26: Población estimada por el método geométrico

POBLACIONES FUTURAS CALCULADAS															
TOTAL	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2035
MÉTODO ARITMÉTICO	6183	5998	6262	6291	6375	6242	6603	6854	7151	7134	7319	7354	7340	7416	9691
MÉTODO GEOMÉTRICO	6183	5998	6262	6291	6375	6242	6603	6854	7151	7134	7319	7354	7340	7416	9810

Figura 49: Estimación de la población por el método geométrico



**ANEXO 4: LIMITES PERMISIBLES DEL REGLAMENTO DE LA CALIDAD
DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

ANEXO I

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helminths, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 / 100 ml

ANEXO II

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1 000
8. Cloruros	mg Cl ⁻ L ⁻¹	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ ⁼ L ⁻¹	250
10. Dureza total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
11. Amoníaco	mg N L ⁻¹	1,5
12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	0,3
13. Manganeso	mg Mn L ⁻¹	0,4
14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0,2
15. Cobre	mg Cu L ⁻¹	2,0
16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	3,0
17. Sodio	mg Na L ⁻¹	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

FUENTE: DIGESA 2010

**ANEXO 5: RESULTADOS DEL LABORATORIO DE AGUA, SUELO,
MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO



Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe N° 003080

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO
DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
COORDENADAS UTM : Norte(m): 8663579903 ; Este (m): 288300506 ; Elevacion (m): 241.296
RESPONSABLE ANÁLISIS : Ing. Nore Arévalo Flores
FECHA DE ANÁLISIS : La Molina, 13 de Mayo del 2016

N° LABORATORIO		3080
N° DE CAMPO		POZO CHINO 2
Turbiedad	NTU	1.49
Sólidos Totales	mg/L	2,779.50
Hierro	mg/L	0.29
Plomo	mg/L	0.00
Cobre	mg/L	<0.035
Cadmio	mg/L	0.01
Manganeso	mg/L	<0.03
Zinc	mg/L	0.01
Boro	mg/L	0.32
Magnesio	mg/L	59.28
Sulfatos	mg/L	707.16
Cloruros	mg/L	753.36
Dureza Total	mg/CaCO ₃ /L	1,119.23
Alcalinidad Total	mg/CaCO ₃ /L	65.58
pH		7.52
Nitratos	mg/L	14.79
Sodio	mg/L	350.00

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO
 ING. ANTONIO ENCISO GUTIÉRREZ
 JEFE DE LABORATORIO



VALORES PAUTAS DE CALIDAD FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA POTABLE

PARÁMETROS UNIDADES		R.D. 339 - 87 - ITINTEC - D6 87 - 06 - 22	
		Valor máximo recomendable	Valor máximo admisible
Turbiedad	NTU	3	5
Sólidos Totales	mg/L	500	1.000
Fierro	mg/L	--	0.3
Plomo	mg/L	--	0.05
Cobre	mg/L	--	1.0
Cadmio	mg/L	--	0.005
Manganeso	mg/L	--	0.1
Zinc	mg/L	--	5.0
Boro	mg/L	--	--
Magnesio	mg/L	30	--
Sulfatos	mg/L	250	400
Cloruros	mg/L	250	600
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	250	--
Alcalinidad Total	mg CaCO ₃ /L	120	--
pH		6.5 - 8.5	--
Nitrato	mg/L	--	45
Sodio	mg/L	--	100

Elemento	Límite de Detección*
Hierro	0.08
Cobre	0.035
Zinc	0.012
Manganeso	0.03
Plomo*	0.3
Cadmio*	0.012
Cromo	0.05
Calcio	0.025
Magnesio	0.0035
Sodio	0.007
Potasio	0.02

* Equipo de Absorción atómica

FUENTE: Tomado del Laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego 2016.

ANEXO 6: RESULTADOS DEL LABORATORIO CORPLAB S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYO Y ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-029



FDT 001 - 01

INFORME DE ENSAYO: 17917/2016

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

AV. LA MOLINA N° SN LIMA - LIMA - LA MOLINA.

AGUA DE POZO

Emitido por: Karin Zelada Trigoso - Luis Rodriguez Carranza

Impreso el 24/06/2016

Quím. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes - Lima

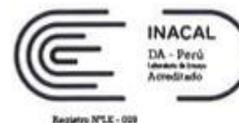
Blgo. Luis Rodriguez Carranza
CBP: 7856
Sup. Microbiología - Lima

Renovación de Acreditación a Corporación de Laboratorios Ambientales del Perú S.A.C. - CORPLAB.
División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 9

Revisión: 09
Fecha de Revisión: 23/05/2016

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, Jose Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com



INFORME DE ENSAYO: 17917/2016

FDT 001 - 02

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 1

N° ALS - CORPLAB

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

Parámetro

Ref. Mét.

Unidad

LD

190520/2016-1.3

18/05/2016

14:00:00

Agua Subterránea

P1-LM

Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	
003 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO				
Cloro Libre Residual*	16120	mg Cl ₂ /L	0,10	< 0,10
Cloro Total*	16117	mg Cl ₂ /L	0,200	0,500
Conductividad (Laboratorio)	12221	uS/cm	---	3610
pH (Laboratorio)*	7124	Unidades pH	---	7,42
Temperatura*	13400	°C	---	19,6
Turbidez (Laboratorio)	12288	NTU	0,5	1,0
003 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS				
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1,0	< 1,0
Amoniaco	13322	mg NH ₃ /L	0,005	0,027
Cianuro Total	12450	mg/L	0,001	< 0,001
Cloruros	12166	mg/L	0,21	679,1
Dureza Total	12165	mg CaCO ₃ /L	1	1108
Fluoruros*	7040	mg/L	0,02	0,26
Nitratos	12370	mg NO ₃ ⁻ -N/L	0,008	15,93
Nitritos	12362	mg NO ₂ ⁻ -N/L	0,0002	< 0,0002
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	2264
Sulfatos	12191	mg SO ₄ -2/L	0,5	605,9
004 ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS				
Olor*	13399	NUO	1,0	< 1,0
Sabor*	13398	NUS	---	1
005 ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - Aldicarb				
Aldicarb*	15939	mg/L	0,005	< 0,005
005 ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones				
Clorato, ClO ₃ ⁻	16188	mg/L	0,010	< 0,010
Clorito, ClO ₂ ⁻	16188	mg/L	0,005	< 0,005
005 ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - Compuestos Orgánicos Volátiles (BTEX's)				
Benceno	12995	mg/L	0,001	< 0,001
Etilbenceno	12995	mg/L	0,002	< 0,002
m,p- Xileno	12995	mg/L	0,004	< 0,004
o- Xileno	12995	mg/L	0,002	< 0,002
Tolueno	12995	mg/L	0,002	< 0,002
Xilenos	12995	mg/L	0,006	< 0,006
005 ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH's)				
Acenafteño	12695	mg/L	0,00002	< 0,00002
Acenafileno	12695	mg/L	0,00002	< 0,00002
Antraceno	12695	mg/L	0,00001	< 0,00001
Benzo (a) Antraceno	12695	mg/L	0,00003	< 0,00003
Benzo (a) Pireno	12695	mg/L	0,00001	< 0,00001
Benzo (b) Fluoranteno	12695	mg/L	0,00001	< 0,00001
Benzo (g,h,i) Perileno	12695	mg/L	0,00001	< 0,00001
Benzo (k) Fluoranteno	12695	mg/L	0,00003	< 0,00003
Criseno	12695	mg/L	0,00002	< 0,00002
Dibenzo (a,h) Antraceno	12695	mg/L	0,00003	< 0,00003
Fenantreno	12695	mg/L	0,00002	< 0,00002
Fluoranteno	12695	mg/L	0,00001	< 0,00001
Fluoreno	12695	mg/L	0,00003	< 0,00003



INFORME DE ENSAYO: 17917/2016

FDT 001 - 02

Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	
N° ALS - CORPLAB			190520/2016-1.3	
Fecha de Muestreo			18/05/2016	
Hora de Muestreo			14:00:00	
Tipo de Muestra			Agua Subterránea	
Identificación			P1-LM	
Indeno [1,2,3 cd] Pireno	12695	mg/L	0,00003	< 0,00003
Pireno	12695	mg/L	0,00001	< 0,00001
005 ANALISIS POR CROMATOGRAFIA - PESTICIDAS ORGANOCLORADADOS				
4,4'- DDD	13346	mg/L	0,00036	< 0,00036
4,4'- DDE	13346	mg/L	0,00039	< 0,00039
4,4'- DDT	13346	mg/L	0,00025	< 0,00025
Aldrin	13346	mg/L	0,00028	< 0,00028
alfa Clordano	13346	mg/L	0,00002	< 0,00002
alfa-BHC	13346	mg/L	0,00025	< 0,00025
beta-BHC	13346	mg/L	0,00042	< 0,00042
delta-BHC	13346	mg/L	0,00031	< 0,00031
Dieldrin	13346	mg/L	0,00043	< 0,00043
Endosulfan I	13346	mg/L	0,00041	< 0,00041
Endosulfan II	13346	mg/L	0,00065	< 0,00065
Endosulfan Sulfato	13346	mg/L	0,00037	< 0,00037
Endrin	13346	mg/L	0,00049	< 0,00049
Endrin Aldehído	13346	mg/L	0,00034	< 0,00034
Endrin Cetona	13346	mg/L	0,00046	< 0,00046
Gamma Clordano	13346	mg/L	0,00023	< 0,00023
Heptacloro	13346	mg/L	0,00019	< 0,00019
Heptacloro Epóxido	13346	mg/L	0,00035	< 0,00035
Lindano (gamma-BHC)	13346	mg/L	0,00043	< 0,00043
Metoxicloro	13346	mg/L	0,00032	< 0,00032
005 ANALISIS POR CROMATOGRAFIA - SVOCs				
1,2,4- Triclorobenceno, Svocs*	15272	mg/L	0,0006	< 0,0006
1,2- Diclorobenceno, Svocs*	15272	mg/L	0,0006	< 0,0006
1,3- Diclorobenceno, Svocs*	15272	mg/L	0,0006	< 0,0006
1,4- Diclorobenceno, Svocs*	15272	mg/L	0,0007	< 0,0007
2,4- Dinitrotolueno, Svocs*	15272	mg/L	0,0004	< 0,0004
2,6- Dinitrotolueno, Svocs*	15272	mg/L	0,0003	< 0,0003
2- Cloronaftaleno, Svocs*	15272	mg/L	0,0006	< 0,0006
4- Bromofenil fenil eter, Svocs*	15272	mg/L	0,0005	< 0,0005
4- Clorofenil fenil eter, Svocs*	15272	mg/L	0,0005	< 0,0005
Ácido benzoico, Svocs*	15272	mg/L	0,0009	< 0,0009
Azobenceno, Svocs*	15272	mg/L	0,0005	< 0,0005
Bis (2-cloroetil) eter, Svocs*	15272	mg/L	0,0006	< 0,0006
Bis (2-Cloroetil) metano, Svocs*	15272	mg/L	0,0006	< 0,0006
Bis (2-Cloroisopropil) eter, Svocs*	15272	mg/L	0,0006	< 0,0006
Etil metano sulfonato, Svocs*	15272	mg/L	0,0003	< 0,0003
Hexaclorobenceno, Svocs*	15272	mg/L	0,0005	< 0,0005
Hexaclorobutadieno, Svocs*	15272	mg/L	0,0006	< 0,0006
Hexaclorociclopentadieno, Svocs*	15272	mg/L	0,0001	< 0,0001
Hexacloroetano, Svocs*	15272	mg/L	0,0006	< 0,0006
Isoforono, Svocs*	15272	mg/L	0,0006	< 0,0006
N- Nitroso-di-n-propilamina, Svocs*	15272	mg/L	0,0006	< 0,0006
N- Nitrosodifenilamina, Svocs*	15272	mg/L	0,0006	< 0,0006
Nitrobenceno, Svocs*	15272	mg/L	0,0006	< 0,0006
005 ANALISIS POR CROMATOGRAFIA - SVOCs (ESTERES FTALATOS)				
Bis (2-etilhexil) Ftalato	13239	mg/L	0,00018	< 0,00018
Butil bencil Ftalato	13239	mg/L	0,00014	< 0,00014
Di-n-butil Ftalato	13239	mg/L	0,00012	< 0,00012
Di-n-octil Ftalato	13239	mg/L	0,00024	< 0,00024
Dietil Ftalato	13239	mg/L	0,00022	< 0,00022
Dimetil Ftalato	13239	mg/L	0,00024	< 0,00024



INFORME DE ENSAYO: 17917/2016

FDT 001 - 02

N° ALS - CORPLAB
Fecha de Muestreo
Hora de Muestreo
Tipo de Muestra
Identificación

190520/2016-1.3
18/05/2016
14:00:00
Agua Subterránea
P1-LM

Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	
005 ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - SVOCs (Fenólicos Clorados y No Clorados)				
2,3,4,6-Tetraclorofenol*	15312	mg/L	0,0003	< 0,0003
2,4,5-Triclorofenol*	15312	mg/L	0,0005	< 0,0005
2,4,6-Triclorofenol*	15312	mg/L	0,0005	< 0,0005
2,4-Diclorofenol*	15312	mg/L	0,0005	< 0,0005
2,4-Dimetilfenol*	15312	mg/L	0,0009	< 0,0009
2,6-Diclorofenol*	15312	mg/L	0,0006	< 0,0006
2-Clorofenol*	15312	mg/L	0,0006	< 0,0006
2-Nitrofenol*	15312	mg/L	0,0005	< 0,0005
4-Cloro-3-Metilfenol*	15312	mg/L	0,0006	< 0,0006
4-Nitrofenol*	15312	mg/L	0,0001	< 0,0001
Fenol*	15312	mg/L	0,0002	< 0,0002
o-Cresol*	15312	mg/L	0,0005	< 0,0005
p-Cresol*	15312	mg/L	0,0004	< 0,0004
Pentaclorofenol*	15312	mg/L	0,0002	< 0,0002
005 ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - Trihalometanos				
Bromodiclorometano	15306	mg/L	0,0059	< 0,0059
Bromoformo	15306	mg/L	0,0073	< 0,0073
Cloroformo	15306	mg/L	0,0055	< 0,0055
Dibromoclorometano	15306	mg/L	0,0049	< 0,0049
005 ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - VOCs (Halogenados y No Halogenados)				
1,1,1,2-Tetracloroetano	15309	mg/L	0,0104	< 0,0104
1,1,1-Tricloroetano	15309	mg/L	0,0062	< 0,0062
1,1,2-Tricloroetano	15309	mg/L	0,0104	< 0,0104
1,1-Dicloroetano	15309	mg/L	0,0095	< 0,0095
1,1-Dicloroetileno	15309	mg/L	0,0064	< 0,0064
1,1-Dicloropropeno	15309	mg/L	0,0020	< 0,0020
1,2,3-Triclorobenceno	15309	mg/L	0,0063	< 0,0063
1,2,3-Tricloropropano	15309	mg/L	0,0190	< 0,0190
1,2,4-Triclorobenceno	15309	mg/L	0,0047	< 0,0047
1,2,4-Trimetilbenceno	15309	mg/L	0,0052	< 0,0052
1,2-Dibromoetano	15309	mg/L	0,0118	< 0,0118
1,2-Diclorobenceno	15309	mg/L	0,0097	< 0,0097
1,2-Dicloroetano	15309	mg/L	0,0096	< 0,0096
1,2-Dicloropropano	15309	mg/L	0,0157	< 0,0157
1,3,5-Trimetilbenceno	15309	mg/L	0,0054	< 0,0054
1,3-Diclorobenceno	15309	mg/L	0,0078	< 0,0078
1,3-Dicloropropano	15309	mg/L	0,0094	< 0,0094
1,4-Diclorobenceno	15309	mg/L	0,0076	< 0,0076
2,2-Dicloropropano	15309	mg/L	0,0056	< 0,0056
2-Clorotolueno	15309	mg/L	0,0060	< 0,0060
4-Clorotolueno	15309	mg/L	0,0087	< 0,0087
Bromobenceno	15309	mg/L	0,0126	< 0,0126
Bromoclorometano	15309	mg/L	0,0146	< 0,0146
cis-1,2-Dicloroetileno	15309	mg/L	0,0070	< 0,0070
Clorobenceno	15309	mg/L	0,0092	< 0,0092
Cloruro de Metileno	15309	mg/L	0,0109	< 0,0109
Dibromometano	15309	mg/L	0,0262	< 0,0262
Estireno	15309	mg/L	0,0061	< 0,0061
Hexaclorobutadieno	15309	mg/L	0,0030	< 0,0030
Isopropilbenceno	15309	mg/L	0,0053	< 0,0053
n-Butilbenceno	15309	mg/L	0,0022	< 0,0022
n-Propilbenceno	15309	mg/L	0,0046	< 0,0046
Naftaleno	15309	mg/L	0,0088	< 0,0088
P-Isopropiltolueno	15309	mg/L	0,0045	< 0,0045



INFORME DE ENSAYO: 17917/2016

FDT 001 - 02

N° ALS - CORPLAB
Fecha de Muestreo
Hora de Muestreo
Tipo de Muestra
Identificación

190520/2016-1.3
18/05/2016
14:00:00
Agua Subterránea
P1-LM

Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	
sec-Butilbenceno	15309	mg/L	0,0046	< 0,0046
ter-Butilbenceno	15309	mg/L	0,0047	< 0,0047
Tetracloroetileno	15309	mg/L	0,0059	< 0,0059
Tetracloruro de Carbono	15309	mg/L	0,0032	< 0,0032
trans-1,2-Dicloroetileno	15309	mg/L	0,0095	< 0,0095
Tricloroetileno	15309	mg/L	0,0084	< 0,0084
007 ANÁLISIS DE METALES - ICP Masas Totales				
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,001	0,033
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,0001	< 0,0001
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,0003	0,0010
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0591
Berilio (Be)	11420	mg/L	0,00004	< 0,00004
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00001	< 0,00001
Boro (B)	11420	mg/L	0,0007	0,3686
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00003	< 0,00003
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,02	299,3
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00004	< 0,00004
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,0003	0,0008
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	< 0,0001
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,0001	0,0007
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0001	1,541
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,004	< 0,004
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,001	0,192
Litio (Li)	11420	mg/L	0,001	0,033
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,004	57,74
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,0002	0,0015
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00005	< 0,00005
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,0001	0,0046
Níquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	< 0,0002
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,00001	< 0,00001
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0001	< 0,0001
Potasio (K)	11420	mg/L	0,008	10,02
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,00005	0,01781
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,02	9,36
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,09	297,7
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,0001	< 0,0001
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,001	0,002
Uranio (U)	11420	mg/L	0,00001	0,00206
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0042
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,003	< 0,003
015 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS				
Bacterias Heterotróficas	16185	UFC/mL	1	< 1
Coliformes Fecales	7193	NMP/100 mL	1,8	< 1,8
Coliformes Totales	7210	NMP/100 mL	1,8	< 1,8
Escherichia coli	7218	NMP/100 mL	1,8	< 1,8
015 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS - Virus				
Virus (Collifagos)*	10051	UFP/L	1	< 1
015 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS - Huevos de Helminfos				
Huevos y Larvas de Helminfos*	10060	Org/L	1	< 1
015 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS - Organismos de Vida Libre				
Organismos de Vida Libre, Algas*	15032	Org/L	1	< 1
Organismos de Vida Libre, Copépodos*	15034	Org/L	1	< 1
Organismos de Vida Libre, Nemátodos*	15036	Org/L	1	< 1
Organismos de Vida Libre, Protozoários*	15033	Org/L	1	< 1
Organismos de Vida Libre, Rotíferos*	15035	Org/L	1	< 1



INFORME DE ENSAYO: 17917/2016

FDT 001 - 02

N° ALS - CORPLAB	190520/2016-1.3			
Fecha de Muestreo	18/05/2016			
Hora de Muestreo	14:00:00			
Tipo de Muestra	Agua Subterránea			
Identificación	P1-LM			
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	
015 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS - Protozoarios				
Quistes y Ooquistes de Protozoarios*	13450	Org/L	1	< 1

Observaciones

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA
El valor de < 1,8 ; < 1,1 y < 1 reportado en los Análisis Microbiológicos equivale a decir Ausencia.
El valor de <1,0 para el parámetro de Olor equivale a decir Aceptable.
El término Sin Sabor para el parámetro de Sabor equivale a decir Aceptable.
LD = Límite de detección



INFORME DE ENSAYO: 17917/2016

FDT 001 - 02

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
P1 LM	Corplab	Agua Subterránea	19/05/2016	18/05/2016	8661730N 288642E	En buen estado de conservación	Punto de Muestreo de Agua de Pozo - Pozo Chino

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
12261	LME	Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed. 2012	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partiklon-Gravimetric Method
15939	LME	Aldicarb*	EPA METHOD 8270 D Rev. 5, 2014	Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography / Mass Spectrometry (GC/MS)
13322	LME	Amoniaco	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 F, 22nd Ed. 2012	Nitrogen (Ammonia): Preliminary Distillation Step / Phenate Method.
16185	LME	Bacterias Heterotróficas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 B, 22nd Ed. 2012	Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method
12450	LME	Cianuro Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN- C,E. 22nd Ed. 2012	Cyanate: Colorimetric Method
16120	LME	Cloro Libre Residual en aguas*	CORPLAB-MC-001, Rev 02 2015	Basado en SM 4500-Cl G, DPD Colorimetric Method). 22 ND, 2012
16117	LME	Cloro Total en aguas*	CORPLAB-MC-002, Rev 02 2015	Basado en SM 4500-Cl G, DPD Colorimetric Method). 22 ND, 2012
12166	LME	Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl- B, 22nd Ed. 2012	Chloride: Argentometric Method
7193	LME	Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed. 2012	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
7210	LME	Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed. 2012	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique. Estimation of Bacterial Density
12995	LME	Compuestos Orgánicos Volátiles	EPA METHOD 8021 B, Rev. 02 1996	Aromatic and Halogenated Volatiles by Gas Chromatography Using Photoionization and/or Electrolytic Conductivity Detectors
15272	LME	Compuestos Semivolátiles (SVOCs)*	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography / Mass Spectrometry (GC/MS)
12221	LME	Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 22nd Ed. 2012	Conductivity: Laboratory Method
16188	AQP	Determinación de Clorito, Clorato	EPA METHOD 300.0, Rev 2. 1993	Determination of inorganic anions by ion chromatography
12165	LME	Dureza Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 22nd Ed. 2012	Hardness: EDTA Titrimetric Method
7218	LME	Escherichia coli 1,8	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 G-2, 22nd Ed. 2012	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures (Proposed). Escherichia coli Test (Indole Production)



INFORME DE ENSAYO: 17917/2016

FDT 001 - 02

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
13239	LME	Ésteres Ftalatos	EPA METHOD 8061 A, Rev. 1 1996	Phthalate Esters by Gas Chromatography with Electron Capture Detection (GC/ECD)
15312	LME	Fenólicos Clorados y No Clorados*	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography / Mass Spectrometry (GC/MS)
7040	LME	Fluoruros*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-F ⁻ C, 22nd Ed. 2012	Fluoride. Ion-Selective Electrode Method
15309	LME	Halogenados y No Halogenados	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	Volatile Organic Compounds by Gas Chromatography / Mass Spectrometry (GC/MS)
12695	LME	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH's)	EPA METHOD 8270 D, Rev. 4 2007	Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography / Mass Spectrometry (GC/MS)
10060	LME	Huevos y Larvas de Helmintos*	Baillenger Mod/OMS, Rachel Ayres & Duncan Mara, Ginebra 1997	Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de la OMS
11420	LME	Metales Totales por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry
12370	LME	Nitratos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO ₃ - E, 22nd Ed. 2012	Nitrogen (Nitrate): Cadmium Reduction Method
12362	LME	Nitritos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO ₂ - B, 22nd Ed. 2012	Nitrogen (Nitrate): Cadmium Reduction Method
13399	LME	Olor*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2150 B, 22nd. Ed. 2012	Odor: Threshold Odor Test
15032	LME	Organismos de Vida Libre, Algas*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 F (F. 2.a.b.c.1), 22nd Ed. 2012	Plankton. Phytoplankton Counting Techniques
15034	LME	Organismos de Vida Libre, Copépodos*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 G, 22nd Ed. 2012	Plankton. Zooplankton Counting Technique
15036	LME	Organismos de Vida Libre, Nemátodos*	Baillenger Mod/OMS, Rachel Ayres & Duncan Mara, Ginebra 1997	Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. OMS
15033	LME	Organismos de Vida Libre, Protozoários*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 G, 22nd Ed. 2012	Plankton. Zooplankton Counting Technique
15035	LME	Organismos de Vida Libre, Rotíferos*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 G, 22nd Ed. 2012	Plankton. Zooplankton Counting Technique
13450	LME	Parásitos - Protozoários*	Método Baillenger Modificado. OMS 1997	Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio.
13346	LME	Pesticidas Organoclorados	EPA METHOD 8270 D, Rev. 4 2007	Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography / Mass Spectrometry (GC/MS)
7124	LME	pH*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed. 2012	pH Value. Electrometric Method
13398	LME	Sabor*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2160 B, 22nd. Ed. 2012	Taste: Flavor Threshold Test (FTT)
12434	LME	Sólidos Totales Disueltos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 22nd Ed. 2012	Solids: Total Dissolved Solids Dried at 180°C
12191	LME	Sulfatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO ₄ (2)-E, 22nd Ed. 2012	Sulfate: Turbidimetric Method
13400	LME	Temperatura*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 22nd Ed. 2012	Temperatura
15306	LME	Trihalometanos (THM)	EPA 8260C, Rev. 3 August 2006	Volatile Organic Compounds by Gas Chromatography / Mass Spectrometry (GC/MS)
12288	LME	Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 22nd Ed. 2012	Turbidity, Nephelometric Method
10051	LME	Virus (Colifagos)*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part	Detection of Coliphages. Somatic



LABORATORIO DE ENSAYO Y ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-029



INFORME DE ENSAYO: 17917/2016

FDT 001 - 02

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
			9224 B, 22nd Ed. 2012	Coliphage Assay.

REFERENCIA DE LOS MÉTODOS DE MUESTREO

Tipo de Muestra	Procedimiento de Muestreo	Descripción
Agua	POS N° 034	Procedimiento de Muestreo, Conservación y Transporte de Agua

COMENTARIOS

AQP: Av. Dolores 167 - José Luis Bustamante y Rivero - Arequipa.

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima.

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en Corporación de Laboratorios Ambientales del Perú S.A.C, su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de Corporación de Laboratorios Ambientales del Perú S.A.C; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

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

Cadenas de Custodia



CLIENTE: **Universidad Nacional Agraria La Molina**
 PERSONA DE CONTACTO: **Itziar Garcia**
 CORREO / TELEFONO: **Itziar@unalm.lima.sic.fo**
 PROCEDENCIA: **Analisis de agua de la Molina**
 PROYECTO: **Agua de 0.30**

Nº 025304

FOP 001
POS 007

CADENA DE CUSTODIA - MONITOREO DE AGUAS Y O MUESTRAS AGUAS

Periódico No Periódico

Parámetros de Análisis en el Laboratorio (m)

Nº de Grupo: **17917/2016**
 Orden de Servicio Nº: **07-2016**
 Hoja Nº: **09** de **09**
 Nº de Proceso: **2419/2016**
 Nº Plan de Muestreo:

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	MUESTREO		DESCRIPCION DE LA MUESTRA	TIPO DE MUESTRA (1)	GEOMERENCIA (UTM WGS84)	ALTIMETRIA (ZONA)	CANTIDAD DE MUESTRAS
	FECHA	HORA					
P1-LN	18/07/16	14:00		A-SUB	18864130 N	18	09
P4-LN-DVF	18/07/16	14:00		A-SUB	18864130 E	18	01

pH (20°C)	OD (mg/L)	Conduct (µmhos/cm)	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)	OBSERVACION DE CAMPO	
					Color (PCU)	Observaciones
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-

OBSERVACIONES:

EQUIPOS EMPLEADOS:

Marca	Modelo	Serial	Cat. Int.

Firma del responsable del laboratorio: **Elio Asche**
 Nombre: **Elio Asche**
 Fecha: **18-07-16**

Firma del Representante del Cliente: **Sandy Vargas Rerez**
 Nombre: **Sandy Vargas Rerez**
 Fecha: **18/07/16**

Firma de recepción en muestra: **Juanita Luna**
 Nombre: **Juanita Luna**
 Fecha: **18/07/16** Hora: **08:00**

**ANEXO 7: COTIZACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA EN
LA CAPTACION – AGUASISTEC**



AGUASISTEC PERU S.A.C.

RUC:

Cal. Jose Jiménez Borja Nro. 180 San Borja, Lima

Teléfono: 346-3709/722-1316

Div. Ingeniería y Proyectos

06 de octubre de 2017

Presupuesto: 1419-2017

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Cliente:	Universidad Nacional Agraria de La Molina	E-mail:	vasqueza9@gmail.com
N° RUC:	20147897406	Celular:	991-710-117
Atención:	Sandy Vasquez	Teléfono:	-----

Nos es grato saludarlos y presentarles nuestra Propuesta Técnico Comercial por una planta desmineralizadora de agua de pozo por osmosis inversa para la producción de 36 m3/h (10 lps)

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO USD
1.0.0	PLANTA DESMINERALIZADORA DE AGUA DE POZO POR OSMOSIS INVERSA 36 m3/h	01 UNIDAD	\$ 135,780.00
	Marca:	AGUASISTEC	
	Modelo:	DESAL36M3-H	
	Filtro de Zeolita:	40 ft3 (72" x 36") automático.	
	Bomba de baja:	Grundfos o igual	
	Cantidad de bombas de baja:	03 unidades (abastecimiento y retro lavado)	
	Potencia bomba de baja:	15 Kw	
	Recuperación:	66-75%	
	Permeado(m3/h):	34 m3/h	
	Concentrado (m3/h):	11m3/h	
	Bomba de alta:	Marathon o Grundfos	
	Potencia Motor Alta Presión(KW):	50 (37.3)	
	Cantidad de membranas:	30 unidades	
	Arreglo:	3 x 2	
	Pre filtro:	RO Z 01-40-XK (14 unidades)	
	Sistema de dosificación de químicos:	Grundfos (03 bombas)	
	Tablero de control y fuerza:	SIEMENS	
	Sistema de Limpieza CIP:	01 unidad en acero inox.	
TOTAL			\$ 135,780.00

* Los precios mencionados son el total pagadero a Aguasistec SAC, están en DOLARES AMERICANOS y NO incluyen IGV.

Exclusiones:

- Todo tipo de obra civil: movimiento de tierras, losas de concreto, ubicación de pernos de anclaje, techo para protección de Equipamiento, tanques en concreto, etc.
- Punto de conexión de desagüe.
- Toma de muestras y análisis de calidad de agua, durante etapa de puesta en marcha.
- Trámites y permisos para funcionamiento de la planta.



AGUASISTEC PERU S.A.C.

RUC:

Cal. Jose Jiménez Borja Nro. 180 San Borja, Lima

Teléfono: 346-3709/722-1316

Div. Ingeniería y Proyectos

06 de octubre de 2017

Presupuesto: 1419-2017

TÉRMINOS COMERCIALES

Forma de pago:	A tratar (50% de adelanto y 50% a contra entrega de documentación)
Tiempo de entrega:	10 días después de la Orden de Compra
Lugar de entrega:	En almacenes de Aguasistec
Vigencia de la cotización:	10 días

Los pagos y depósitos pueden realizarlo directamente a través de:

BANCO INTERBANK

Cuenta MN (soles): CUENTA: 172-310405501-2
CODIGO INTERBANCARIO: 003-172-013104055012-44

Cuenta ME (dólares): CUENTA: 172-310405519-4
CODIGO INTERBANCARIO: 003-172-013104055194-40

BANCO BBVA CONTINENTAL (CUENTAS CORRIENTES)

Cuenta MN (soles): CUENTA: 00110341010003721657
CODIGO INTERBANCARIO: 01134100010003721657

Cuenta ME (dólares): CUENTA: 00110341010003722451
CODIGO INTERBANCARIO: 01134100010003722451

Hector Arce Castro

RPC: 964398521

RPM: 999132025

FUJO 3463709 Anex. 205 - 722.1361

E-mail: harce@aguasistec.com

Div. Ingeniería y Proyectos

AGUASISTEC PERU SAC

RUC: 20602161961

DIRECCION: CALLE JOSE JIMENEZ BORJA 180 – SAN BORJA

**ANEXO 8: COTIZACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA EN
LA CAPTACION – QUIMTIA**



“PROPUESTA TECNICO ECONOMICA”

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE POZO PARA PROCESO CON OSMOSIS
INVERSA



Lima, Abril del 2018



Lima, Abril del 2018

Sres.
UNALM

Atención: Sandy Vásquez Pérez

Ref:
SISTEMA DE TRATAMIENTO CON OSMOSIS INVERSA DE 10.1 lps de permeado
COTIZACIÓN N°: QC/10042018- RO-IW200

Att

De nuestra mayor consideración:

En las siguientes hojas expondremos nuestra propuesta técnico-comercial por el suministro de un sistema de tratamiento de agua de pozo con Osmosis Inversa de 10.1 lps de agua tratada.

En ellas encontrará las diversas características técnico-constructivas a través de las cuales podrá apreciar el tipo y alcance de la provisión ofrecida, bajo nuestro respaldo técnico.

Quedando a su entera disposición ante cualquier consulta y/o aclaración que desee realizar, aprovecho para saludarlo muy cordialmente.

Hugo Tarazona Rojas
Supervisor de Negocios

Giancarlo Schuler E.
Supervisor de nuevas tecnologías

1. Introducción

Quimtia en sociedad con Culligan, empresa internacional con más de 80 años de experiencia en el tratamiento de aguas (desde 1936), da soporte a las líneas residenciales e industriales del mercado con su amplia gama de productos como filtros, suavizadores, desionizadores y ósmosis inversa.



Figura N°1: Oficinas y planta de Culligan.

2. Planteamiento Técnico

2.1 Objetivo

Quimtia y su socio estratégico Culligan, han diseñado una solución que da respuesta a través de un planteamiento eficiente y flexible a los objetivos planteados por UNALM.

Datos de Alimentación

El agua procedente de este pozo tendrá que ser tratada a través de unas etapas de pre tratamiento para poder acondicionarla antes de su ingreso en la ósmosis.

Estas etapas de pre tratamiento podrán incluir dosificación química de un oxidante como Hipoclorito de Sodio (Inclusión por parte de UNALM), filtración multimedia, eliminación de hipoclorito de sodio residual con filtro de carbón e inyección de un anti-incrustante para cuidado de incrustación cálcica en las membranas de ósmosis inversa.

Para el diseño del sistema se asumen adicionalmente las siguientes hipótesis:

- Estabilidad de los valores reflejados.
- Una alimentación de agua con un caudal mínimo de 45 m³/h con una presión >2.0 bar y <3.0bar
- Se asume una calidad de agua sin contaminación bacteriológica, Se asume un valor de SDI < 3, ausencia de aceites y grasas y un valor de DBO5 < 5 mg/L
- Cualquier parámetro no mostrado se asume por debajo de los límites de agua potable según el reglamento de la Dirección General de Salud Ambiental de Perú y por debajo de los valores máximos recomendados por el fabricante de las membranas de ósmosis

El agua de alimentación al sistema de tratamiento provendrá de un pozo sito en las instalaciones de Nestlé Perú y tendrá una caracterización (ver tabla 1 Agua de UNALM).

Muestras del ítem: 1

N° ALS - CORPLAB	190520/2016-1.3
Fecha de Muestreo	18/05/2016
Hora de Muestreo	14:00:00
Tipo de Muestra	Agua Subterránea
Identificación	P1-LM

Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	ID	
003 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO				
Cloro Libre Residual*	16120	mg Cl ₂ /L	0,10	< 0,10
Cloro Total*	16117	mg Cl ₂ /L	0,200	0,500
Conductividad (Laboratorio)	12221	uS/cm	---	3610
pH (Laboratorio)*	7124	Unidades pH	---	7,42
Temperatura*	13400	°C	---	19,6
Turbidez (Laboratorio)	12288	NTU	0,5	1,0
003 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS				
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1,0	< 1,0
Amoníaco	13322	mg NH ₃ /L	0,005	0,027
Cianuro Total	12450	mg/L	0,001	< 0,001
Cloruros	12166	mg/L	0,21	679,1
Dureza Total	12165	mg CaCO ₃ /L	1	1108
Fluoruros*	7040	mg/L	0,02	0,26
Nitratos	12370	mg NO ₃ ⁻ -N/L	0,008	15,93
Nitritos	12362	mg NO ₂ ⁻ -N/L	0,0002	< 0,0002
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	2264
Sulfatos	12191	mg SO ₄ ⁻² /L	0,5	605,9
004 ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS				
Olor*	13399	NUO	1,0	< 1,0
Sabor*	13398	NUS	---	1
005 ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - Aldicarb				
Aldicarb*	15939	mg/L	0,005	< 0,005
005 ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones				
Clorato, ClO ₃ ⁻	16188	mg/L	0,010	< 0,010
Clorito, ClO ₂ ⁻	16188	mg/L	0,005	< 0,005
005 ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - Compuestos Orgánicos Volátiles (BTEX's)				

Tabla N°1: Parámetros de entrada al sistema (Fuente: UNALM)*

*Se recomienda proporcionar un historial analítico del agua de pozo, para corroborar que ningún parámetro tenga picos estacionales.

Objetivos de Nuestra Solución Técnica

Diseñar un sistema fiable que optimice el caudal de agua de alimentación y que garantice un agua osmotizada de calidad.

Culligan ha diseñado un sistema de ósmosis que proporcionará un caudal de 160 lps de agua osmotizada a través de una solución técnica que proporciona:

- Eficiencia, robustez y fiabilidad del tratamiento. El sistema incluye componentes de máxima calidad, lo que garantiza un equipo de altas prestaciones y fiabilidad total.



- Diseño de un tratamiento eficaz y sencillo que evite incidencias operativas y bajo coste de mantenimiento.
- Plug & Play: La solución planteada se enmarca dentro de la filosofía de Culligan de "Plug & Play", equipos sencillos de instalar, poner en marcha y operar.
- Optimización de los recursos de UNALM mediante el aprovechamiento del agua de pozo con el sistema de ósmosis, (75% de recuperación) sin llegar al límite para no mermar la calidad del agua producida. El equipo también integrará un sistema de aclarado y limpieza para alargar la vida útil de las membranas de ósmosis (opcional).
- Solución de máxima calidad sin incurrir en elementos prescindibles.



3. Etapas

Quimtia y Culligan ha diseñado un sistema compacto estructurado en varias etapas fundamentales:

- i) Sistema de dosificación de NaClO como oxidante de orgánicos (Opcional)
- ii) Filtro multimedia (retención de sólidos suspendidos).
- iii) Filtro de carbón activado (retención de NaClO, orgánicos y color del agua)
- iv) Dosificación en línea de anti incrustante (Prevención de incrustación cálcica en las membranas).
- v) Equipo de Ósmosis inversa (Retención de iones disueltos).
- vi) Sistema de aclarado y limpieza de membranas (Opcional).
- vii) Sistema de regulación de pH (Opcional)

Nota:

- El sistema RO irá integrado dentro de una única estructura de acero al carbono con pintura epóxica. También se puede incluir dentro del suministro un sistema de limpieza química de membranas.
- El sistema de presión constante con tablero variador son Exclusiones de la oferta.



Figura N°2: Equipamiento de RO estándar.

3.1 Descripción del Pre-tratamiento

a) Filtro Multimedia

Los filtros multimedia generalmente están compuestos por varias capas de medios filtrantes de diferentes densidades y tamaño de partículas, acomodados uno sobre el otro, o en algunos casos específicos de medios de última generación de alto rendimiento, pueden llegar a usarse solo un medio de origen zeolita. (Ver figura N°1).

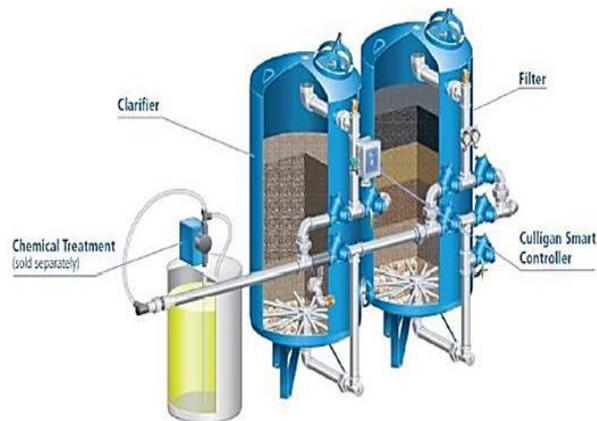


Figura N°3: Filtro multimedia

b) Filtro de carbón activado

Filtro de carbón activado para retención de color, olor y cloro hacia las membranas de Ósmosis Inversa, ya que las membranas de la RO son sensibles a la reacción del hipoclorito de sodio, pudiendo ocasionar agujeros y picaduras irreversibles.



Figura N°4: Vista del filtro de carbón.

4.2 Ósmosis Inversa

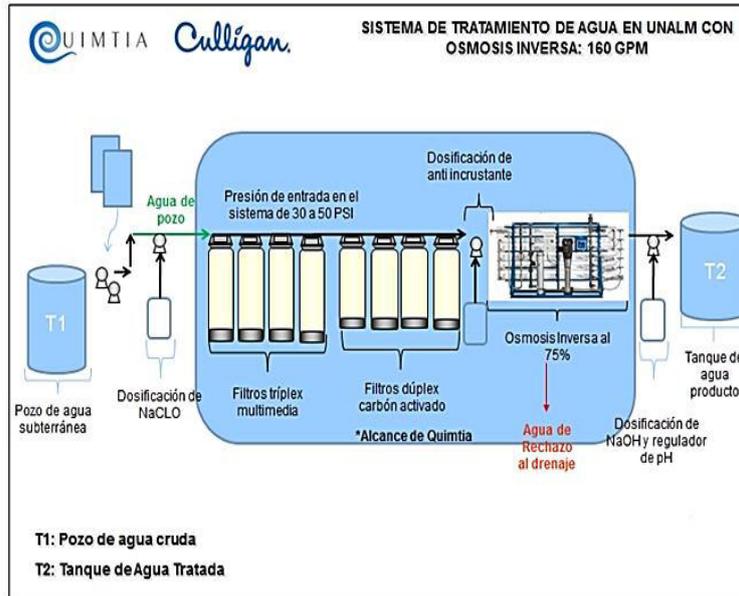
El sistema de ósmosis irá integrado, como se ha comentado anteriormente, dentro de la estructura de acero al carbono revestido por una pintura epóxica con los siguientes componentes:

- Filtración de multcartuchos
- Dosificación de anti-incrustante
- Bomba-motor de Ósmosis (Grundfos)
- Tubos de Presión 300 psi
- Membranas de Ósmosis (Dow Filmtec modelo BWHRL-440)
- Cuadro de Control con Pantalla Táctil (PLC)
- Elementos de Medición (Caudalímetros, Manómetros, etc.)
- Sistema de aclarado y limpieza química de membranas (CIP) como Opcional



Figura N°5: Vistas de la ósmosis inversa serie IW.

5. Diagrama de flujo



PROYECTO POTABILIZACION DE AGUA DE POZO - 10.1 lps

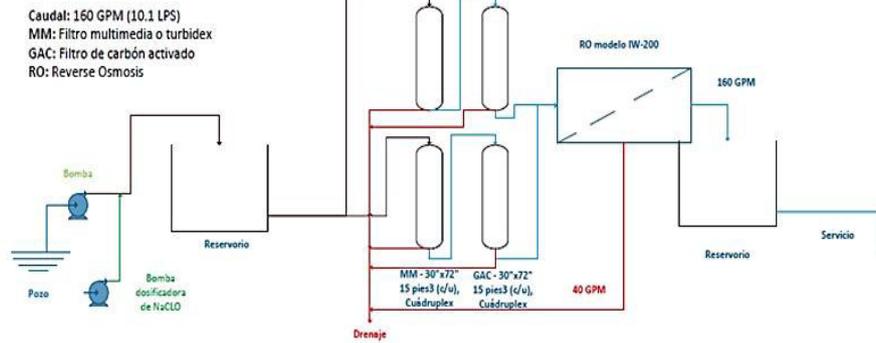


Figura N°6: Diagrama de flujo completo.

6. Propuesta Comercial

A continuación se presenta la oferta económica por:

Tabla N°2: Resumen de Etapas del sistema.

Resumen de etapas	
1	Revisión de planos (previa)
2	Filtros mecánicos de 5 micras
3	Filtros de carbón activado 100 lbs
4	Filtros de resina débil de sodio 200 lbs
5	Revisión de los planos
6	Membranas de osmosis inversa de 10.1 lps
7	Sistema de control de membranas (previa)
8	Sistema de control de membranas (previa)

6.1 Presupuesto:

Resumen de suministros de equipamiento					
Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Uni (US\$)	Precio Parcial (US\$)
1	Osmosis Inversa modelo IW200 de 10.1 lps (160 GPM) con PLC, membranas Dow.	1	Und.	172,747.98	172,747.98
Opcionales					
Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Uni (US\$)	Precio Parcial (US\$)
2	Dosificación de NaClO (Oxidante)	1	Und.	700.00	700.00
3	Sistema de limpieza de membranas (CIP)	1	Und.	9,350.00	9,350.00
4	Dosificación de NaOH (Alcalino) + Sensor de pH marca GF y Tablero de control Shneider	1	Und.	2,000.00	2,000.00
5	Interconexión mecánica y eléctrica de todo el sistema (estimado)*	1	Und.	5,000.00	5,000.00

Nota:

- El precio no incluye el IGV.
- No incluye el sistema de presión constante ni la desinfección del pozo.
- No incluye tablero de fuerza general del sistema.
- (*) Es necesario mayor información del lugar a instalar, como una visita técnica de inspección.

6.2 Forma de Pago:

Primer Pago: 30% con la O.C.
 Segundo Pago: 60% con la entrega de equipos en sus almacenes.
 Tercer Pago: 10% con el arranque de la planta.



6.3 Facturación: Factura 30 días.

6.4 Tiempo de Entrega:

Fabricación e importación: 8 semanas puesta la orden de compra

Importación y nacionalización: 4 semanas

Instalación y arranque de planta: 2 semanas

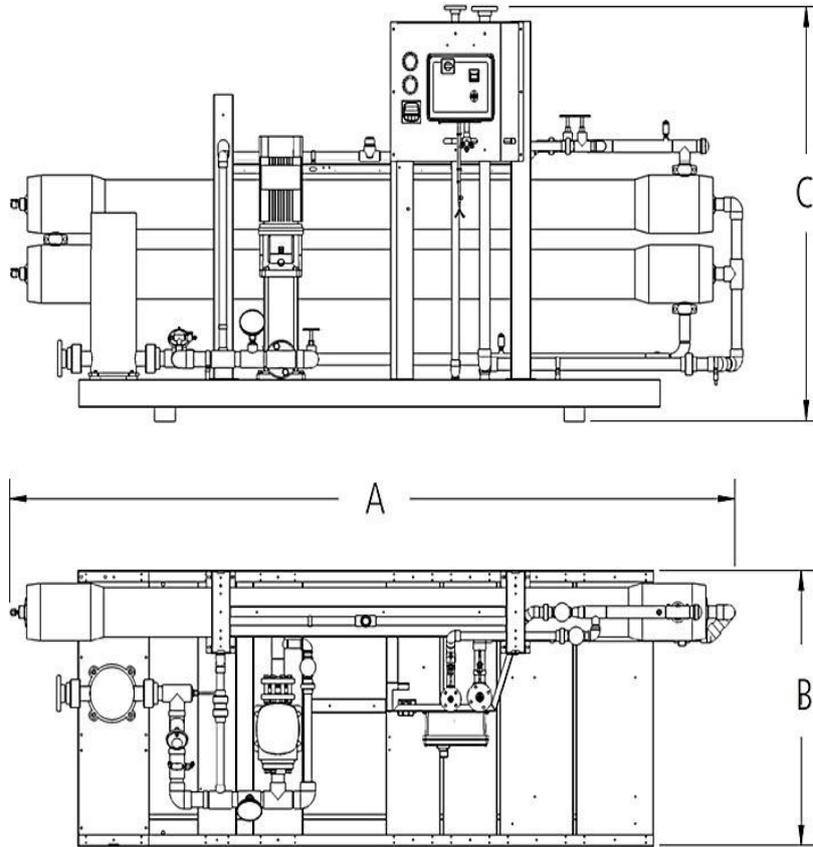
Estabilización y Entrenamiento: 1 semana

6.5 Lugar de Entrega: Sus instalaciones Lima.

7. Requerimientos:

Para una óptima instalación del sistema se requiere por parte de del cliente:

- Se requiere tanques de almacenamiento, NO se incluye el tanque de almacenamiento de agua cruda ni del agua tratada.
- Loza de concreto, No incluye ninguna obra civil.
- Tablero de FUERZA o alimentación eléctrica de control del cual se alimentará el sistema.
- Puntos de drenaje.
- Sistema de presión constante.



FiguraN°7: Vistas de la ósmosis inversa

ANEXO 9: RECIBO DEL POZO CHINO 2

Para mas información, acercarse a la sala de tesis.

ANEXO 10: RECIBO DEL POZO INDDA

Para mas información, acercarse a la sala de tesis.

ANEXO 11: RECIBO DEL COMEDOR UNIVERSITARIO

Para mas información, acercarse a la sala de tesis.

ANEXO 12: RECIBO DE ADUNA

Para mas información, acercarse a la sala de tesis.