



**UNIVERSIDAD DE LAMBAYEQUE**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**TESIS**

**Propuesta de tratamiento físico-mecánico de las aguas subterráneas con  
problemas de dureza del Parque Residencial Puertas del Sol Distrito de la  
Victoria – Lambayeque.**

**PRESENTADA PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTORES**

**JOSÉ AMADOR HURTADO MUGUERZA**

**KELVIN NATHANAEL BARON GUEVARA**

***CHICLAYO, Diciembre 2017***

**FIRMA DEL ASESOR Y JURADOS DE TESIS**

---

**Mg. Marcos Guillermo García Paico**

**ASESOR**

---

**Mg. Ysabel Nevado Rojas**

**PRESIDENTE**

---

**Mg. James Jenner Guerrero Braco**

**SECRETARIO**

---

**Mg. Luis Fernando Terán Bazán**

**VOCAL**

## **DEDICATORIA**

La presente tesis se la dedicamos a nuestros familiares ya que gracias a su apoyo logramos concluir la carrera. A nuestros padres y hermanos por su apoyo y confianza. Gracias por ayudarnos a cumplir nuestros objetivos como personas y estudiantes. A nuestras madres por brindarnos los recursos necesarios y estar apoyándonos y aconsejándonos siempre y especialmente a Dios por bendecirnos con la oportunidad de enriquecer nuestros conocimientos y superar nuestras dificultades.

## CONTENIDO

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	8
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA. ....	9
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	10
1.3. JUSTIFICACION.....	3
1.4. OBJETIVOS.....	11
<b>II. MARCO TEORICO.</b> .....	11
2.1. ANTECEDENTES.....	11
2.2. BASE TEORICA.....	16
2.3. IMPACTOS EN LA SALUD. ....	22
2.4. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS .....	27
2.5. HIPOTESIS .....	30
<b>III. MATERIALES Y METODOS</b> .....	30
3.1. TIPO DE ESTUDIO Y DISEÑO DE INVESTIGACION.....	30
3.2. POBLACION Y MUESTRA EN ESTUDIO.....	30
3.3. MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	31
3.4. PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	34
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	35
4.1. Objetivo específico 1. Analizar los parámetros físico-químicos del agua subterránea del parque residencial puertas del sol, distrito de la victoria-Lambayeque. ....	35
4.2. Objetivo específico 2. Evaluar y Medir la efectividad del tratamiento por medios físicos-químicos de las aguas subterráneas del parque residencial puertas del sol, distrito de la victoria-Lambayeque. ....	47
4.3. Objetivo específico 3. Evaluar los parámetros físico-químicos de las aguas subterráneas después del tratamiento, en una planta con equipos similares, debido a que la planta que proponemos no está instalada.....	67
4.4. Objetivo específico 4. Comparar los valores obtenidos con la normatividad peruana.....	72
4.5. SISTEMA DE TRATAMIENTO PROPUESTO.....	74
<b>V. DISCUSION</b> .....	83
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	86
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	87
<b>VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.</b> .....	88
<b>IX. ANEXOS</b> .....	90

## **INDICE DE TABLAS**

<b>Cuadro 1 Grados de dureza del agua S. Rodríguez (2010).....</b>	<b>20</b>
<b>Cuadro 2 rangos de la alcalinidad del agua Kevem (1980).....</b>	<b>20</b>
<b>Cuadro 3 Análisis físico-químicos del agua subterránea del parque residencial puertas del sol .....</b>	<b>36</b>
<b>Cuadro 4 Proceso químico de pre-tratamiento de agua .....</b>	<b>48</b>
<b>Cuadro 5 Funcionalidad y relación de elementos físicos.....</b>	<b>48</b>
<b>Cuadro 6 resultados del balance (elaboración propia).....</b>	<b>54</b>
<b>Cuadro 7 Resultados del análisis del agua (elaboración propia).....</b>	<b>54</b>
<b>Cuadro 8 Comparación de la normatividad peruana con los valores obtenidos de la muestra de agua del pozo tubular del parque residencial Puertas del Sol antes del tratamiento. ....</b>	<b>64</b>
<b>Cuadro 9 Comparación de la normatividad peruana con los valores obtenidos de la muestra de agua del pozo tubular del parque residencial Puertas del Sol después del tratamiento. ....</b>	<b>64</b>

## **INDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1 Efectividad del tratamiento de los filtros de arena.....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 2 Efectividad del tratamiento de los ablandadores de agua.....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 3 Efectividad del tratamiento de los filtros de carbón activado .....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 4 Efectividad el tratamiento de osmosis inversa.....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 5 Imagen Satelital de la urbanización del parque residencial puertas del sol .....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 6 Filtros de arena.....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 7 Ablandadores de agua .....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 8 Filtros de carbón activado.....</b>	<b>72</b>
<b>Figura 9 Equipo de osmosis inversa .....</b>	<b>72</b>
<b>Figura 10 Equipo ultravioleta .....</b>	<b>72</b>

## **RESUMEN**

La calidad de vida del ser humano está muy relacionada al consumo de agua de buena calidad y el acceso a ella. En el mundo la necesidad y el derecho al acceso de agua potable es cada vez más creciente y nuestro país no es la excepción con el crecimiento poblacional aparejado también a la necesidad de vivienda, las personas se han visto obligadas a poblar zonas que anteriormente eran utilizadas con fines agrícolas específicamente zonas de cultivos de arroz como es el caso del parque residencial puertas del sol ubicada en el Distrito de la Victoria-Chiclayo. Donde se presenta el caso que el agua que se utiliza allí es proveniente de un pozo tubular, la cual contiene altas concentraciones de sales generando problemas e incomodidad a la población de dicho parque residencial.

Los pobladores se ven obligados y en la necesidad de comprar agua embotellada para su consumo. Es por esto que se presenta el siguiente proyecto de tesis la cual describimos detalladamente la propuesta de tratamiento físico-químico de las aguas subterráneas del Parque Residencial Puertas del Sol ubicado en el Distrito de la Victoria-Lambayeque, para mejorar la calidad de vida de esta población.

Nuestra propuesta está conformada por filtros multimedia de arena, filtros de carbón activado, ablandadores de resina y un sistema de osmosis inversa automatizado para retener las sales y para eliminar la parte bacteriológica proponemos una lámpara de rayos ultravioleta para una población estimada en 2483 habitantes, con esto contribuiremos a mejorar la calidad de vida de esta población reduciendo los niveles de enfermedades gastrointestinales y litiasis renal por consumo de agua no tratada así como problemas en la infraestructura de las viviendas.

**PALABRAS CLAVES:** Tratamiento de agua, Calidad de vida.

## **ABSTRACT**

The quality of life of the human being is closely related to the consumption of good quality water and access to it. In the world, the need and the right to access drinking water is increasingly growing and our country is not the exception with population growth also coupled with the need for housing, people have been forced to populate areas that were previously used For agricultural purposes, specifically rice growing areas such as the Puertas del Sol residential park located in the Victoria-Chiclayo District. Where the case is presented that, the water that is used here is coming from a tubular well, which contains high concentrations of salts generating problems and discomfort to the population of said residential park.

Villagers are forced and in need to buy bottled water for consumption. That is why the following thesis project is presented, which describes in detail the physical-mechanical treatment of groundwater with hardness problems of the residential park gates of the sun located in the District of Victoria-Chiclayo, to improve the quality of life of this population.

Our proposal consists of multimedia sand filters, activated carbon filters, resin softeners and an automated reverse osmosis system to retain salts and to eliminate the bacteriological part we propose an ultraviolet lamp for a population estimated at 2483 inhabitants, with this will contribute to improve the quality of life of this population by reducing the levels of gastrointestinal diseases and renal lithiasis due to untreated water consumption as well as problems in the housing infrastructure.

**KEYWORDS:** Water treatment, Quality of life

## I. INTRODUCCIÓN

Los países en vía de desarrollo como es el caso de Perú se preocupa fundamentalmente de la disponibilidad de agua potable para la población y los problemas que estos contienen pero se olvidan muchas veces que el factor de calidad puede limitar o anular la utilización de estas aguas.

Se evidencia gracias a muchos estudios que al subsuelo llegan residuos de todo tipo y esto contamina progresivamente los acuíferos, debemos tener en cuenta que las aguas subterráneas al igual que el mar son el ultimo receptor de la contaminación, es de conocimiento que el agua es vital para la supervivencia de los seres vivos y el componente más abundante del cuerpo humano 65 a 70% del peso corporal. El agua viaja a través de las rocas y suelos como parte de su ciclo hidrológico y va incorporando materiales orgánicos e inorgánicos durante su recorrido el hombre al ponerse en contacto con el agua también adquiere las sustancias o elementos que el agua transporta.

En ocasiones algunas de estas sustancias o elementos pueden significar un riesgo significativo para la salud porque pueden transportar contaminantes o compuestos fundamentales (sodio, calcio, cloro, fosforo, azufre, magnesio, potasio y fierro), pero que en abundancia o fuera de los parámetros establecidos afectan la salud o a la infraestructura.

Es importante tener de consideración que el lugar de la propuesta se encuentra a 4 km o 8 minutos aproximadamente del botadero de Reque, la cual tiene más de 50 años acumulando residuos sólidos de todo tipo, donde Distritos como José Leonardo Ortiz, Chiclayo, la Victoria y el mismo Distrito de Reque botan su basura a cielo abierto sin ningún tratamiento generando contaminación y lixiviados especialmente a los acuíferos y de ahí que diferentes urbanización se vienen asentando y captando agua subterránea para sus pobladores, por ello vemos la necesidad de presentar este proyecto de tesis el cual está compuesta por diferentes exámenes físico-químicos y una propuesta tecnológica para el tratamiento de aguas subterráneas con problemas físico-químicos.

## **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.**

El Parque Residencial Puertas del sol se ubica al sur del Distrito de Chiclayo, carretera a Reque, Panamericana norte km 778+500. Actualmente cuenta con 603 viviendas, las cuales tienen acceso a conexiones domiciliarias de agua, presenta una problemática que es común en casi todas las urbanizaciones que se están asentando en estos últimos años, el problema resalta en que el agua que se utiliza para el consumo humano por parte del Parque Residencial Puertas del Sol no es potable y mucho menos tienen algún tratamiento antes de ser consumida o utilizada, eso se debe a que esta urbanización es abastecido por agua subterránea por medio de un pozo tubular, y presenta problemas físico-químicos. Esta agua subterránea es conducida de una manera directa y afecta a 2483 personas. Ver anexo N° 1

Además la calidad organoléptica del agua no satisface los requerimientos del usuario, pues esta presenta en algunas viviendas olores no característicos del agua de consumo, del mismo modo presenta sedimentación blanquecina en las cisternas de los domicilios y al hervir el agua se observa sedimentación en los recipientes.

Esta calidad de agua puede provocar problemas en la salud aunque aún no se presentan casos de enfermedades concretas en la población de esta urbanización por el consumo del agua con problemas físico-químicos denominados como agua dura. Pero según estudios realizados el agua subterránea con problemas físico-químicos, puede ocasionar enfermedades como: litiasis renal que son cálculos a los riñones.

Esta agua ocasiona molestias a la hora de realizar sus labores diarias de los pobladores debidos que al ducharse por ejemplo: la piel se les reseca, el cabello también se reseca y la piel se queda áspera, además mencionar que a la hora de cocinar o hervir el agua se acumulan toda esa sedimentación al fondo de sus utensilios.

Y al ser un agua no tratada presenta diversas enfermedades como diarreas que es la causa de muerte en más de 6 millones de niños en todo el mundo, el cólera, Helmintiasis intestinal, Parásitos intestinales, Paludismo. Pero las familias residentes en esta urbanización se preguntan “si esta agua es capaz

de malograr los electrodomésticos y las tuberías entonces nos afectaría aún más a la salud”, esa es la preocupación que actualmente tiene en mente la población.

Los problemas físico-químicos del agua generan efectos negativos en la salud y además trae consigo muchas molestias y averías a sus electrodomésticos, tuberías, accesorios de cocina y baño ya que los minerales presentes en el agua generan incrustaciones y su pobre rendimiento con el jabón o detergentes provocado por los minerales como el calcio, magnesio y sodio cortan al jabón generando molestias para las amas del hogar o trabajadoras domésticas, en comparación con el agua blanda que favorece la espuma.

(OMS, 2005, págs. 1-3) Según la OMS, el agua con una dureza superior a 200 mg/l puede formar incrustaciones en tuberías o depósitos. Si es inferior a 100 mg/l, puede corroer las tuberías a largo plazo. Es una cuestión que abordó en 2005 el artículo "Dureza del agua", publicado por EROSKI CONSUMER.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

¿Cómo se trataría las aguas subterráneas con problemas físico-químicos en el Parque Residencial Puertas del Sol, Distrito de la Victoria-Chiclayo?

## **1.3. JUSTIFICACION**

El presente trabajo es importante porque permite mejorar la calidad del agua, previniendo enfermedades de origen hídrico que afectan a la salud y evitando molestias en sus artefactos e instalaciones domiciliarias.

Con la obtención de agua apta para consumo humano se brinda un beneficio social para los pobladores del parque residencial puertas del sol del distrito de la victoria-Chiclayo al mejorar su calidad de agua.

El presente estudio brinda un aspecto tecnológico de la mano con el cuidado del medio ambiente, en el tratamiento de agua, específicamente en el tratamiento físico-químico del agua para consumo humano, así como aporte social a la mejora la calidad de agua de esta residencial.

## **1.4. OBJETIVOS**

Proponer un sistema de tratamiento físico-químico de las aguas subterráneas del Parque Residencial Puertas del Sol, Distrito de la Victoria-Chiclayo. Para su uso como agua potable.

### **1.4.1. objetivos específicos.**

- Analizar los parámetros físico-químicos del agua subterránea del Parque Residencial Puertas del Sol, Distrito de la Victoria-Lambayeque.
- Evaluar y Medir la efectividad del tratamiento por medios físico-químicos de las aguas subterráneas del Parque Residencial Puertas del Sol, Distrito de la Victoria-Lambayeque.
- Evaluar los parámetros físico-químicos de las aguas subterráneas después del tratamiento, en una planta con equipos similares, debido a que la planta que proponemos no está instalada.
- Comparar los valores obtenidos con la normatividad peruana.

## **II. MARCO TEORICO.**

### **2.1. ANTECEDENTES.**

El Gobierno Regional De Lambayeque, Gerencia Regional De Salud Chiclayo, Dirección Ejecutiva De Salud Ambiental (DESA, 2014), en el oficio 00087 remite los resultados de inspección técnica sanitaria, que se le realizó al agua subterránea del Parque Residencia Puertas del Sol Distrito de la Victoria-Chiclayo, teniendo como presidente de dicha propiedad al señor Carlos Martin Matienzo Alva. El análisis se realizó por personal profesional de la unidad de saneamiento básico, demostraron efectivamente que si existen problemas de dureza en el agua y a pesar de esto el agua es utilizada para consumo humano y necesidades básicas del hogar. Ver anexo N° 2.

Según Cruz, R. Arbulu, J. Arbulu, Hoyos y Panta, (2001), realizaron la investigación: *muestreo y análisis de agua de pozos*, UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUÍZ GALLO, y explicaron la situación del uso de agua

subterránea en el Perú diciendo que la explotación del agua subterránea es de gran importancia, sobre todo en la Costa, debido a su comportamiento hidrológico, con precipitaciones nulas y con recursos hídricos superficiales, en la mayoría de los valles, sólo tres meses al año (época de avenidas); durante el período de estiaje, la agricultura se mantiene con la explotación del reservorio subterráneo; casi la totalidad de las industrias y de las poblaciones, asentadas en esta zona, se abastecen de aguas subterráneas. En la sierra, la explotación del agua subterránea es menos significativa. En la Selva, donde los recursos hídricos son cuantiosos, existe explotación mínima.

Así mismo en este trabajo se pudo identificar la contaminación de aguas subterráneas en el departamento de Lambayeque es por eso que Cruz et al (2001), concluyeron: De acuerdo a los datos obtenidos durante el año 1999, en el muestreo realizado de diferentes pozos y norias del Departamento de Lambayeque, se puede observar que la mayoría de éstos se encuentran contaminados con bacterias coliformes totales, datos suficientes que comparados con los estándares microbiológicos de la Ley General de Aguas D.L. N°17752, se consideran no aptas para el consumo humano.

El consorcio Yanacocha (2006) realizó un tratamiento de aguas subterráneas en Yanacocha\_ Cajamarca: La planta Yanacocha Norte en el 2006 implementó y mejoró este tratamiento de aguas de exceso incorporando un nuevo sistema con tecnología de punta denominado Tratamiento de Aguas por Ósmosis Inversa. El agua de exceso, empujada por la presión de un sistema de bombeo, se hace pasar por unas membranas especiales muy finas, las que, sin el uso de reactivos químicos y con una alta eficiencia, atrapan el contenido de metales y otras sustancias, dejando pasar el agua ya libre de elementos perjudiciales para el medio ambiente.

Este trabajo de tratamiento de agua para consumo humano se realizó en Lima a cargo de Chulluncuy, 2011 la cual aplicaron las técnicas de floculación coagulación y sedimentadores obteniendo resultados como: turbiedades bajas que ayudarán a incrementar la eficiencia de los filtros y de esta manera cumpliendo con uno de sus objetivos que es mejorar la calidad de vida de la población. Así mismo también definieron que:

Las diversas actividades generadas por el hombre han provocado una modificación de las características de los recursos hídricos, alcanzando niveles de contaminación que hacen el agua no apta para consumo humano, por esta razón los procesos para tratar el agua son cada vez más complejos. El agua potable debe estar libre de microorganismos patógenos, sustancias tóxicas o nocivas para la salud, y cumplir con las normas bacteriológicas y fisicoquímicas establecidas. El agua es un recurso valioso y escaso, por lo tanto la población debe utilizarla de forma racional. (Chulluncuy, 2011: 153).

Según S. Rodríguez 2010, en su seminario afirma que en Argentina los tratamientos más usados para el problema de aguas duras son: método de cal – soda, métodos de intercambio iónico.

*La Dureza del Agua*, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL, ARGENTINA, en su investigación afirma un método para eliminación de dureza del agua: Si ya se ha formado la dureza hay productos anti cal, aunque un método muy válido para diluir los carbonatos es aplicar un ácido débil (acético, cítrico, etc.) en los depósitos. El proceso de reducción de la dureza del agua se denomina ablandamiento del agua. (Rodríguez, 2010, p.22).

En Chile se realizó una investigación físico-química, que tuvo como objetivo los impactos y medidas de mitigación, tanto en el consumo humano como en el uso industrial, lo que puede aportar una base fundamentada que servirá de punto de partida para futuros trabajos que permitan la evaluación de riesgos para la salud que aún no han sido estudiados de manera adecuada, el trabajo fue realizado por Neira 2006, que aportó de esta manera en su investigación la creación de soluciones aplicables a la realidad del país. Para analizar este tema, se revisaron los antecedentes de la calidad de las aguas de consumo humano a nivel nacional relacionados con la dureza de las aguas, se evaluó el impacto de los parámetros físico-químicos en la salud humana.

Datos estadísticos arrojados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) de Chile durante el año 2004, señalan que:

En la zona norte del país, explotan aguas subterráneas por la escasez del recurso, mientras que en el extremo sur de Chile el abastecimiento es exclusivamente con fuentes superficiales. Para analizar este tema, se revisaron los antecedentes de la calidad de las aguas de consumo humano a nivel nacional relacionados con factores físico-químicos de las aguas, se evaluó el impacto de la dureza en la salud humana y en las diferentes actividades económicas del país, así como también se analizaron los diferentes procesos de análisis físico-químicos. (Neira, 2006).

Neira (2006) *dureza en aguas de consumo humano y uso industrial, impactos y medidas de mitigación. Estudio de caso: Chile*, UNIVERSIDAD DE CHILE, expresa: El agua de consumo humano, en particular el agua potable, ha tenido distintos efectos en la salud de las personas, los cuales han sido largamente estudiados a lo largo de los años. Los problemas físico-químicos del agua generan enfermedades cardiovasculares, diarreicas y por exceso de sales litiasis renal

La investigación de las aguas duras en Chile llegó a las siguientes conclusiones:

**1** El agua de consumo humano en Chile es, en general, de carácter potable. Respecto a la dureza, se pueden establecer claramente tres zonas a lo largo del país: la zona norte, con agua dura (300 - 500 mg/L de CaCO<sub>3</sub>) y muy dura (< 500 mg/L de CaCO<sub>3</sub>), la cual puede ser altamente incrustante en las redes de distribución; la zona central, ubicada entre la V y VIII región, donde se observa una zona de transición entre el agua dura y el agua blanda, exceptuando el caso de la Región Metropolitana, que posee un valor promedio de 393,73 mg/L de CaCO<sub>3</sub>, la cual se puede definir como agua dura; y la zona sur, que posee concentraciones de dureza promedio que no superan los 100 mg/L de CaCO<sub>3</sub>, por lo que se puede definir como agua blanda. (Neira, 2006).

**2** El agua para uso industrial, proviene de fuentes primordialmente superficiales. La zona norte (I a IV regiones), donde la principal actividad

productiva es la minería, presenta aguas superficiales con altos niveles de dureza, lo que puede provocar problemas de incrustaciones en las cañerías y equipos utilizados en la industria minera, por lo cual se debe remover las concentraciones de calcio y magnesio llegando a niveles aceptables. (Neira, 2006).

Según Aquaprof 2016, El agua en España es principalmente calcárea, por lo tanto, contiene muchos iones de magnesio y calcio, en España el agua dura varía según la zona. En la mitad este y sur del territorio español, en general, encontramos aguas con niveles intermedios o altos de dureza. En cambio en la parte este y en la zona del norte las aguas son blandas, por tanto, no padecen inconvenientes asociados a la dureza. Es por ello que para solucionar el problema de la dureza en este estudio se utilizaron los descalcificadores, que a través de un proceso llamado intercambio iónico consiguen eliminar los diferentes iones y transformar el agua dura en blanda.

Aquaprof (2016), menciona que el problema de la dureza siempre ha pasado bastante desapercibido. Esto es a causa de que el agua dura no afecta ni a la salud ni al medio ambiente. La legislación no establece ningún límite a la dureza del agua en España para consumo humano. Sin embargo, la cal puede crear problemas en los hogares. A causa de la acumulación de cal los electrodomésticos se averían más seguido y su vida útil es más corta. Esto se da porque, a temperatura de ebullición, los iones de Ca y Mg precipitan y forman una sólida costra, conocida con el nombre de cal, que se adhiere a los diferentes electrodomésticos, tuberías, calentadores, etc. De media en España se incrustan en las tuberías 52.2 kg de cal cada año.

Arnedo et al. (2007) también se realizó una investigación llamada: dureza del agua de consumo doméstico y prevalencia de eczema atópico en escolares de Castellón España, el objetivo de este trabajo fue estudiar la asociación entre la prevalencia de eczema atópico (EA) y la dureza del agua de uso doméstico.

Según Arnedo et al. (2007), el estudio que realizó el ISAAC (International Study of Asthma and Allergies in Childhood) estimó la prevalencia de EA en seis localidades de Castellón, España, en escolares de 6-7 y 13-14 años durante

2002. Se establecieron tres zonas de 300 mg/l según la dureza del agua doméstica de esas localidades. Se empleó regresión logística en el análisis. Obteniendo como resultados en escolares de 6-7 años, las prevalencias acumuladas de EA en las tres zonas fueron de 28.6, 30.5 y 36.5%. Entre la zona 1 y la zona 3, la razón de momios prevalencias de síntomas de EA en el último año fueron de 4.7, 4.5, y 10.4%, respectivamente. Entre la zona 1 y la zona 3, la (RMa) fue 2.29 (IC95% 1.19-4.42) (prueba de tendencia ajustada  $p=0.163$ ). En escolares de 13-14 años no se apreciaron tendencias significativas.

## **2.2. BASE TEORICA.**

### **2.2.1. AGUA SUBTERRÁNEA.**

Según Ordoñez, 2011 el agua subterránea es: “aquella parte del agua existente bajo la superficie terrestre que puede ser colectada mediante perforaciones, túneles o galerías de drenaje o la que fluye naturalmente hacia la superficie a través de manantiales o filtraciones a los cursos fluviales”.

Collazo y Montañó, 2012 definen que es el agua que se aloja y circula en el subsuelo, conformando los acuíferos. La fuente de aporte principal es el agua de lluvia, mediante el proceso de infiltración. Otras fuentes de alimentación localizada pueden ser los ríos, arroyos, lagos y lagunas. El agua subterránea se sitúa por debajo del nivel freático y está saturando completamente los poros y/o fisuras del terreno y fluye a la superficie de forma natural a través de vertientes o manantiales o cauces fluviales

### **2.2.2. LA DUREZA DEL AGUA O AGUA DURA.**

#### **2.2.2.1. Agua Dura.**

Wateruality (2013). “El Agua dura es un término que se usa para describir el agua con alto contenido mineral de calcio y magnesio”.

#### **2.2.2.2. Definición de la dureza del agua.**

Gana y Figueroa (s.f.), manifiestan que se denomina dureza del agua, al agua obtenida de fuentes naturales (ríos, lagos, vertientes, pozos) debido a que ella

no es químicamente pura, pues contiene materia inorgánica (sales) y orgánica, tanto en solución como en suspensión. El tipo y nivel de contaminación dependerá de la naturaleza del suelo con que el agua haya estado en contacto.

Así mismo la corporación Textos científicos (2006), complementa y menciona que, la dureza en el agua es causada principalmente por la presencia de iones de calcio y magnesio. Algunos otros cationes divalentes también contribuyen a la dureza como son, estroncio, hierro y manganeso, pero en menor grado ya que generalmente están contenidos en pequeñas cantidades, esta dureza es adquirida durante el paso del agua a través de las formaciones de la roca que contienen los elementos que la producen. El poder solvente lo adquiere el agua, debido a las condiciones ácidas que se desarrollan a su paso por la capa de suelo, donde la acción de las bacterias genera  $\text{CO}_2$ , el cual existe en equilibrio con el ácido carbónico. En estas condiciones de pH bajo el agua ataca las rocas, particularmente a la calcita ( $\text{CaCO}_3$ ), entrando los compuestos en solución.

De acuerdo a Wateruality (2013), Los cambios en los niveles de minerales en el agua dura puede influir en el sabor del agua, al acumularse los minerales en los electrodomésticos pueden recudir la vida de los mismos y tapan la tubería. Así mismo la cooperación Textos científicos (2006), menciona otro problema para las amas de casa y es que el agua dura tiene la capacidad de precipitar el jabón es por ello que se requiere grandes cantidades de jabón para producir espuma.

### **2.2.2.3. Grados de la dureza del agua**

S. Rodríguez (2010), manifiesta: Que el grado de dureza es una medida de la concentración total, en peso, del contenido de iones  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ , expresada como equivalente de carbonato de calcio y usualmente medida en partes por millón o miligramos por litro. El siguiente ejemplo ilustra como la dureza expresada como equivalente de carbonato de calcio es calculada para un agua que contiene 285 ppm de Ca y 131 ppm de Mg.

Existen grados de dureza del agua americanos, franceses, alemanes e ingleses que a continuación se mencionan con sus equivalencias en mg CaCO<sub>3</sub>/l de agua.

- Grado americano (a°): Equivale a 17,2 mg CaCO<sub>3</sub>/l de agua.
- Grado francés (°f): Equivale a 10,0 mg CaCO<sub>3</sub>/l de agua.
- Grado alemán (Deutsche Härte, °dH): Equivale a 17,9 mg CaCO<sub>3</sub>/l de agua.
- Grado inglés (°e) o grado Clark: Equivale a 14,3 mg CaCO<sub>3</sub>/l de agua.

Según la página oficial de Acuaristas del Perú 2008, en su foro también menciona el grado de dureza, pero esta es expresada en Partes por Millón (ppm) de Carbonato de Calcio. Ver cuadro N°1

### **2.2.3. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DEL AGUA**

Carrasco, F. (2006) La conductividad del agua es un valor muy utilizado para determinar el contenido de sales disueltas en ella. Es el inverso de la resistencia que opone el agua al paso de la corriente eléctrica. Se mide en microsiemens/cm ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y, si bien no existe una relación constante con la salinidad, para realizar cálculos aproximados se acepta que la salinidad total del agua (expresada en mg/L) corresponde al valor de la conductividad (expresada en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) multiplicado por un factor de 0,6 – 0,7.

DIGESA (2005) Concentraciones establecidas por guías internacionales a1/a2/a3: la comunidad europea recomienda valores de 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  análisis o propuesta nacional a1/a2/a3: se recomienda concentraciones de 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$

### **2.2.4. ALCALINIDAD**

Keven (1989), define que la capacidad del agua para neutralizar ácidos o aceptar protones. Esta representa la suma de las bases que pueden ser tituladas en una muestra de agua. Dado que la alcalinidad de aguas superficiales está determinada generalmente por el contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, ésta se toma como un indicador de dichas especies iónicas. No obstante, algunas sales de ácidos débiles como boratos, silicatos, nitratos y fosfatos pueden también contribuir a la alcalinidad de estar también presentes. Estos iones negativos en solución están comúnmente asociados o

pareados con iones positivos de calcio, magnesio, potasio, sodio y otros cationes. El bicarbonato constituye la forma química de mayor contribución a la alcalinidad. Están comúnmente asociados o pareados con iones positivos de calcio, magnesio, potasio, sodio y otros cationes. El bicarbonato constituye la forma química de mayor contribución a la alcalinidad. Ver cuadro N°2

### **2.2.5. PH**

DIGESA. (2005). Parámetros físico- químicos, manifiesta que es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número iones hidrogeno presentes. Se mide en una escala a partir de 0 a 14, en la escala 7, la sustancia es neutra. Los valores de pH por debajo de 7 indican que una sustancia es ácida y los valores de pH por encima de 7 indican que es básica. Cuando una sustancia es neutra el número de los átomos de hidrógeno y de oxhidrilos son iguales. Cuando el número de átomos de hidrógeno (H+) excede el número de átomos del oxhidrilo (OH-), la sustancia es ácida

#### **2.2.5.1. Riesgos**

DIGESA. (2005). Parámetros físico- químicos, no ejerce efectos directos en los consumidores, es uno de los parámetros indicadores de la calidad del agua. Para que la desinfección con cloro sea eficaz es preferible que sea un pH inferior a 8, en valores superiores de pH 11 produce irritación ocular y agravación de trastornos cutáneos

#### **2.2.5.2. Método de análisis**

Es recomendable la medición in situ, de modo que no se modifique los equilibrios iónicos. Debido al transporte o una permanencia prolongada en recipientes cambia cuando es llevado al laboratorio, el método aplicado en in situ es método electrométrico.

<b>TIPO DE AGUA</b>	<b>PPM (CaCo<sub>3</sub>)</b>	<b>Alemanes</b>	<b>Franceses</b>	<b>Ingleses</b>
<b>muy blanda</b>	0-30	0-1.67	0-2.98	0-2.08
<b>Blanda</b>	31-100	1.73-5.58	3.09-9.98	2.16-6.97
<b>Ligeramente dura</b>	101-250	5.64-13.96	10.09-24.98	7.05-17.45
<b>Dura</b>	250-300	13.98-16.80	24.98-30.00	17.45-21
<b>Muy dura</b>	Más de 300	Más de 16.80	Más de 30	Más de 21

**Cuadro 1 Grados de dureza del agua S. Rodríguez (2010)**

<b>RANGO</b>	<b>ALCALINIDAD (mg/L CaCo<sub>3</sub> )</b>
<b>BAJA</b>	< 75
<b>MEDIA</b>	75 150
<b>ALTA</b>	>150

**Cuadro 2 rangos de la alcalinidad del agua Kevem (1980)**

## **2.2.6. TURBIDEZ**

DIGESA. (2005). La turbidez del agua es producida por materias en suspensión, como arcillas, cieno o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton, sedimentos procedentes de la erosión y microorganismos, el tamaño de estas partículas varía desde 0,1 a 1.000 nm (nanómetros) de diámetro. La turbidez se utiliza para indicar la calidad del agua y la eficiencia de la filtración para determinar si hay presencia de organismos que provocan enfermedades. La materia suspendida en el agua absorbe la luz, haciendo que el agua tenga un aspecto nublado. Esto se llama turbidez. La turbidez se puede medir con varias diversas técnicas, esto demuestra la resistencia a la transmisión de la luz en el agua.

### **2.2.6.1. Análisis o propuesta nacional**

A1: en todo los casos donde se desinfecte el agua, la turbiedad debe ser baja, en concentraciones de 5 UNT, establecida por OMS los considera aceptables para los consumidores. Otras legislaciones consideran 10 UNT hasta 40 UNT

A2: se recomienda concentraciones de 1000 UNT por las condiciones naturales de los recursos hídricos y porque el sistema de tratamiento convencional permite obtener concentraciones menores

A3: se recomienda concentraciones de 5000 UNT. El sistema de tratamiento avanzado permite la remoción de la turbidez hasta obtener concentraciones menores.

## **2.2.7. CLORUROS**

Para Arnedo 2007, Los cloruros son una de las sales que están presentes en mayor cantidad en todas las fuentes de abastecimiento de agua y de drenaje. El sabor salado del agua, producido por los cloruros, es variable y dependiente de la composición química del agua, cuando el cloruro está en forma de cloruro de sodio, el sabor salado es detectable a una concentración de 250 ppm de NaCl.

Cuando el cloruro está presente como una sal de calcio o de magnesio, el

típico sabor salado de los cloruros puede estar ausente aún a concentraciones de 1000 ppm.

### **2.2.8. CALCIO**

J. Fernández (2010) define que el calcio es un elemento químico, de símbolo Ca y de número atómico 20. Su masa atómica es 40,078 u. El calcio es un metal blando, grisáceo, y es el quinto más abundante en masa de la corteza terrestre. También es el ion más abundante disuelto en el agua de mar, tanto como por su molaridad y como por su masa, después del sodio, cloruros, magnesio y sulfatos

Además menciona Fernández 2010, que los iones de calcio disueltos en el agua llegan a formar depósitos en tuberías y calderas cuando el agua es dura, es decir, cuando contiene demasiado calcio o magnesio, pero una solución es los ablandadores.

### **2.3. IMPACTOS EN LA SALUD.**

Según el artículo Aquasain 2014, manifiesta que el calcio, sodio y magnesio en el agua por encima de 500 mg/l o 50° franceses, empiezan a generar un sabor desagradable.

En cuanto a las piedras en el riñón formadas por oxalato cálcico, decir que estudios hechos en el Hospital Cochin de París por J. Thomas, E. Thomas, P. Desquez y A. Monsaingeon constataron que la presencia de una cierta concentración de Magnesio inhibe la cristalización de dicho precipitado. Sin embargo, aquellas formaciones de piedras con origen en infecciones urinarias, no son recomendadas con tratamientos magnésicos.

Por otro lado el consumo elevado de sal produce hipertensión arterial, ya que los riñones no son capaces de eliminar la que sobra. Este problema se incrementa con la edad.

El consumo elevado de agua con exceso de sales, empeora los problemas de corazón y de las arterias, sobre todo en las personas con obesidad.

En las mujeres, el consumo elevado de sal después de la menopausia podría facilitar la aparición de osteoporosis, al aumentar la pérdida de calcio.

Las personas que sufren de úlcera al estómago, al consumir agua con valores por encima de los parámetros favorecen la aparición de otros problemas.

Para Ramírez 2013, La dureza del agua para consumo humano es tema de constante preocupación en las personas, debido a los potenciales efectos en la salud. Varios estudios epidemiológicos se han referido a la relación inversa entre la dureza del agua y las enfermedades cardiovasculares, es decir, que ejercería un factor protector para el Infarto de miocardio, lo que se atribuye a que el calcio y el magnesio determinan la dureza del agua. Sin embargo, también hay investigaciones que no han encontrado esa relación.

Hasta el momento, no hay evidencias publicadas en la literatura científica del área de salud que demuestren una relación entre dureza de aguas y daños renales; requiriéndose para ello desarrollar estudios epidemiológicos adicionales y de alta calidad. Sin embargo, se ha descrito en la literatura internacional, la relación entre agua dura y afecciones a la piel. Un estudio en niños entre 6 y 12 años provenientes de 1.030 escuelas públicas de educación básica en Japón, buscó la presencia de dermatitis atópica y sibilancia bronquial. Se encontró una prevalencia de 22,9% de dermatitis atópica en los niños expuestos al consumo de agua dura, siendo la prevalencia cruda 1,5% más alta que en los municipios que distribuían agua potable agua blanda. Para ver si el agua clorada podría afectar también a los menores, se hizo la misma relación de estas variables, pero no existió relación significativa.

Henry y Heinke (1999) manifiesta que la formación de cálculos en las vías urinarias es una enfermedad que puede causar dolor, hemorragia, obstrucción del flujo de la orina o una infección. Tiene muchas causas que contemplan elementos anatómicos, infecciones y ambientales como la ingesta constante de aguas duras o con exceso de sales de calcio como el carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). De acuerdo con la "Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas relacionados con la Salud", la litiasis urinaria se

divide en "cálculos al riñón y de uréter" y "cálculos de las vías urinarias inferiores", "cálculo de las vías urinarias inferiores en enfermedades clasificadas en otras partes" y "cólico renal no especificado".

Mora et al. (2000), reportaron una relación entre los cálculos en las vías urinarias y su relación con el consumo de calcio en el agua de bebida en Costa Rica, concluyendo que el consumo prolongado de aguas que presentaban concentraciones mayores de 120 mg/l de CaCO<sub>3</sub> representa un factor de riesgo para el padecimiento de este tipo de enfermedad. También, Medina-Escobedo et al. (2002) concluyeron que la litiasis incrementa a parecer con la edad tanto en hombres y mujeres.

Sin embargo, autores como Fetter y Zimskind (1961) demostraron que la litiasis ocurre entre la tercera y cuarta décadas de la vida de un individuo, variando con la edad. Así mismo, Vahlensieck et al. (1982) reportaron que la litiasis es más común en los hombres que en mujeres y que aproximadamente tres hombres por una mujer padecen la enfermedad. Otros como Dall'era et al. (2005) trabajando con pobladores hispanos y caucásicos y Stamatou et al. (2006) trabajando con pobladores de la zona de Thebes (Grecia), manifestaron que aunque la prevalencia en hombres es ligeramente más alta que en las mujeres, no fue estadísticamente significativo.

### **2.3.1. NORMATIVIDAD**

La calidad del agua potable es de suma importancia para la salud, por lo cual la mayoría de los países tienen legislaciones internas relacionadas con las aguas de consumo humano. Estas normas sirven para determinar la responsabilidad de los distintos sectores involucrados en la producción y distribución del agua potable, su monitoreo y su control. Es por eso que todos los países cuentan con reglamentaciones es decir con pautas que deben seguir para que el agua sea inocua para la salud humana.

Todos los países utilizan como parámetro las guías de la OMS, pero la OMS no propone valor guía para la dureza, basado en criterios sanitarios. No obstante, el grado de dureza del agua puede influir en la aceptación de ésta por el consumidor, la cual puede ser muy variable según las comunidades, en función

de las condiciones locales. El umbral de sabor del ión calcio es del orden de 100 a 300 mg/L según el anión asociado, y el umbral de sabor del magnesio es probablemente inferior al del calcio. En algunos casos, los consumidores toleran una dureza de más de 500 mg/L.

### **2.3.1.1. COMPARACIÓN DE LAS NORMAS INTERNACIONALES DE CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO**

Es necesario aclarar que en algunos países no existe una directriz para la dureza, calcio, sodio y magnesio. Esto se da según Neira (2006), porque no existen suficientes estudios relativos a los efectos de esta sustancia en el organismo y, por tanto, no es posible definir un valor límite. La dureza, el calcio y el magnesio se agrupan entre las sustancias que pueden producir quejas en los usuarios del agua potable. Los valores límites permisibles de los elementos estudiados en diferentes países se pueden apreciar en el anexo N° 3.

Sólo en Colombia no se sobrepasa los 200 mg/L. Cabe destacar que en algunos países europeos se ha comenzado a establecer un rango de dureza en sus normas, como por ejemplo, en Polonia donde se estableció un rango de 60 a 500 mg/L de CaCO<sub>3</sub> como límite, ya que se ha estudiado que una deficiencia de los minerales componentes de la dureza, puede provocar ciertas enfermedades. También en Europa se ha establecido una concentración mínima exigida para las aguas destinadas al consumo humano que hayan sido sometidas a un tratamiento de ablandamiento, la que se estableció como 60 mg/L de Ca

El calcio tampoco se rige por un valor guía entregado por la OMS, ya que no lo presenta, pero menciona que el umbral de sabor de éste es del orden de 100 a 300 mg/L, según el anión asociado. En este caso existen 3 países que sobrepasan este umbral, Guatemala, República Dominicana y Bolivia.

### **2.3.1.2. NORMAS NACIONALES**

El Perú Aprobó Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, contenidos en el Anexo I del presente Decreto Supremo, con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición

de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Estos estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental

**Decreto supremo n° 004 - 2017 - MINAM aprueban los estándares nacionales de calidad ambiental para agua.**

**Artículo 2: Aprobación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.**

Apruébese los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo. . En el anexo N° 4 se puede apreciar estándares nacionales de calidad ambiental para agua dura. (Decreto supremo N° 002, 2008)

**MINISTERIO DE SALUD, Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.**

MINSA 2010, En el Artículo 64°.- Parámetros adicionales de control obligatorio (PACO); en el punto 2 define los Parámetros organolépticos son: Sólidos totales disueltos, amoníaco, cloruros, sulfatos, dureza total, hierro, manganeso, aluminio, cobre, sodio y zinc, conductividad.

Dentro de los parámetros de calidad organoléptica tenemos que la dureza total se mide en  $\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$  y el límite máximo permisible de 500. Ver anexo N° 5.

### **Normas oficiales para la calidad del agua Perú**

El presente Reglamento de Calidad del Agua de Consumo Humano ha sido elaborado en virtud del Acta de Entendimiento entre la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, DIGESA-MINSA y la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, SUNASS

**Artículo 9.** Los requisitos del agua de consumo humano son los siguientes:

(f) Donde el agua sea blanda, haya sido ablandada o desalinizada y es abastecida para bebida, cocina o producción de alimentos, debe cumplir con los requisitos mínimos de dureza y alcalinidad establecidos. Ver anexo N° 6. (REGLAMENTO DE CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO PERU, 1995)

#### **2.4. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS**

**Agua blanda:** El agua blanda es el agua en la que se encuentran disueltas mínimas cantidades de sales. Si no se encuentra ninguna sal diluida entonces se denomina agua destilada. En el caso de agua de pozo es recomendable ablandar tanto como para consumo humano como para aceites. (Galvis, 2015).

**Aguas duras:** En química, el agua calcárea o agua dura por contraposición al agua blanda es aquella que contiene un alto nivel de minerales, en particular sales de magnesio y calcio. A veces se da como límite para denominar a un agua como dura una dureza superior a 120 mg CaCO<sub>3</sub>/L. (Galvis, 2015).

**Agua subterránea:** Agua localizada en el subsuelo y que requiere de una estructura de captación (pozo o galería filtrante) para su extracción. (López, 2014)

**Aguas Terrestres:** Son las que se encuentran en contacto con la tierra, ya sean superficiales o subterráneas subterráneas. (LEY GENERAL DE AGUAS, 1969).

**Calcio:** El calcio es un metal de plata de baja dureza que reacciona fácilmente con el oxígeno en el aire y el agua. En la naturaleza Nunca se encontró aislado como metal, y se encuentra principalmente constituyente como rocas como la caliza, como mármol (CaCO<sub>3</sub>), Yeso (CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O) y fluorita (CaF<sub>2</sub>). (Alves, 2004).

**Calidad del agua:** La calidad del agua se refiere a las condiciones en que se encuentra el agua respecto a características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano (Potablewater, 2006).

**Conexión de Agua Potable:** Conjunto de conducciones e instalaciones diseñadas, construidas y autorizadas para abastecer de agua potable a la propiedad, que comprende el arranque domiciliario conectado a la matriz de la red pública y la instalación interior de agua potable.

**Descalcificadores:** Descalcificar consiste en eliminar a través de intercambios iónicos la dureza del agua debida al exceso de calcio y magnesio, que son los causantes de provocar incrustaciones en las instalaciones. El agua pasa a través de un lecho de resina que, gracias a sus características químicas, se encarga de atraer y retener la cal sin alterar la característica de agua potable. Así pues, a diferencia de otros sistemas (imanes o electroimanes) la cal a la salida del tratamiento no existe. (Culligan, 2015).

**Enfermedades cardiovasculares:** Las enfermedades cardiovasculares (ECV) son un grupo de desórdenes del corazón y de los vasos sanguíneos. (ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, 2015).

**Fuente (De Agua):** Lugar donde se encuentran las aguas y del cual pueden ser derivadas para su utilización. (LEY GENERAL DE AGUAS, 1969).

**Intercambio iónico:** Intercambio iónico. Operación de separación basada en la transferencia de materia fluido-sólido. Involucra la transferencia de uno o más iones de la fase fluida al sólido por intercambio o desplazamiento de iones de la misma carga, que se encuentran unidos por fuerzas electrostáticas a grupos funcionales superficiales. La eficacia del proceso depende del equilibrio sólido-fluido y de la velocidad de transferencia de materia. Los sólidos suelen ser de tipo polimérico, siendo los más habituales los basados en resinas sintéticas. (Ecured, 2016).

**Litiasis renal:** Los riñones eliminan, por medio de la orina y a través de la vía urinaria, sustancias que están en la sangre y que son nocivas para el normal funcionamiento del organismo. Las sales minerales, en altas concentraciones en la orina y en determinadas condiciones, pueden precipitar y dar lugar a la formación de cálculos, lo que se conoce por litiasis urinaria. Se diferencian dos entidades distintas con importantes diferencias históricas, geográficas y etiopatogénicas: la litiasis renal o renoureteral, originada en el tracto urinario superior (TUS), y la litiasis vesical. (González, 2007).

**Magnesio:** El magnesio (Mg) es el metal estructural más ligero que se conoce. Es un 40 % más ligero que el aluminio. El magnesio metálico puede laminarse y estirarse cuando se calienta entre 300 y 475 °C, pero es quebradizo por debajo de esta temperatura y puede arder si se calienta mucho más. Es soluble y forma compuestos con varios ácidos, pero los ácidos fluorhídrico y crómico no lo afectan. A diferencia del aluminio, es resistente a la corrosión alcalina. (Gunnar, 2001).

**Minerales:** Los minerales son sólidos homogéneos, inorgánicos y de origen natural, con una composición química definida y una disposición atómica ordenada. (Universidad Complutense de Madrid, 2004)

**Napa:** Masa delimitada de aguas subterráneas. (LEY GENERAL DE AGUAS, 1969).

**Ósmosis Inversa:** La Ósmosis es un fenómeno muy común en la naturaleza. Tanto el organismo de los animales y plantas como el propio cuerpo humano se sirven de la Ósmosis para realizar una gran cantidad de procesos. Cuando dos fluidos de distinta densidad se encuentran separados por una membrana semipermeable existe una diferencia de presión entre ambos, y el fluido menos denso tiene a pasar a través de la membrana hasta equilibrar dicha presión. Este es el fenómeno conocido como Ósmosis. En la industria, esa tendencia natural se fuerza a actuar en sentido inverso en lo que lo haría la naturaleza. Este hecho es el que da el nombre al sistema que al llamamos Ósmosis Inversa. (Ortega, 2001).

**Reactivos químicos:** Son recipientes que contienen sustancias químicas que deben contener información que permita identificarlas y conocer sus riesgos. (UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES, 2011).

**Sodio:** El sodio es un metal de color blanco y plateado que pertenece al grupo 1 de la tabla periódica, siendo el más abundante de todos los metales alcalinos y caracterizándose por una gran reactividad. Es un metal blando (a temperatura ambiente puede cortarse con un cuchillo cual mantequilla) y brillante que flota en el agua, cuando se descompone allí, resulta en el desprendimiento de hidrógeno y la formación de hidróxido. (Pino, 2016).

**Sustancias tóxicas:** Las sustancias tóxicas son productos químicos cuya fabricación, procesado, distribución, uso y eliminación representan un riesgo inasumible para la salud humana y el medio ambiente. (Icarito, 2010).

## **2.5. HIPOTESIS**

Mediante un sistema de tratamiento físico-químico se reducirá los niveles de los parámetros físico-químicos de las aguas subterráneas del Parque Residencial Puertas del Sol Distrito de la Victoria-Lambayeque.

## **III. MATERIALES Y METODOS**

### **3.1. TIPO DE ESTUDIO Y DISEÑO DE INVESTIGACION**

#### **3.1.1. TIPO DE ESTUDIO Y DISEÑO DE INVESTIGACION:**

El presente trabajo de investigación es experimental.

- **Diseño de investigación:** (Diseño clásico)

Porque se realizara una medición y dos muestras, la muestra A será el agua del pozo tubular siendo el grupo control, la muestra B será el agua que se le aplicara el tratamiento físico-químico, obteniendo nuestra medición 2.

### **3.2. POBLACION Y MUESTRA EN ESTUDIO.**

#### **3.2.1. Población**

Agua subterránea ubicado en el Parque Residencial Puertas del Sol, Distrito de la Victoria-Lambayeque.

#### **3.2.2. Muestra**

El agua subterránea con problemas físico-químicos de la fuente de abastecimiento del Parque Residencial Puertas del Sol, Distrito de la Victoria-Lambayeque.

#### **3.2.3. Tipo de muestreo**

Se realizara un muestreo no probabilístico debido que tenemos la intención de ir al sitio o lugar específico para realizar la muestra y estudiarlo específicamente

### **3.3. MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

Se toma las muestras teniendo el mayor cuidado posible y así asegurar su calidad, ver anexo N° 7. Para lo cual se propone la medición de los siguientes parámetros físicos-químicos. Ver anexo N° 8.

En función de los parámetros a analizar de las masas de agua subterránea, se determina el tipo de recipiente y acondicionamiento más conveniente para la toma de muestra de agua. Siendo el objetivo, evitar que se produzcan reacciones químicas y procesos de adsorción entre el material del recipiente y la muestra de agua. Estos procesos provocarían la contaminación de la muestra de agua, dejando de ser representativa del acuífero. En el anexo N° 9 se encuentran los requisitos para la toma de muestra de agua y acondicionamiento.

#### **3.3.1. Preparación de los equipos**

El primer paso previo a las acciones de muestreo de agua subterránea consiste en realizar una serie de operaciones de puesta a punto de los materiales y equipos de toma de muestras.

Entre las operaciones a considerar se ha de preparar convenientemente (previa limpieza y descontaminación cuando convenga) el material siguiente:

##### **✓ Documentación de campo:**

- Protocolo de muestreo
- Manuales de uso y calibración de los equipos de campo.
- Normas de seguridad e higiene
- Material como libreta, hojas de campo y etiquetas.

Es importante disponer de una lista de comprobación de material que ha de ser revisada antes del inicio de la campaña, ver el cuadro: "Verificación de equipo y material para la campaña de muestreo". Anexo 10: Check- List – 1.

✓ **Equipos y materiales de muestreo:**

- Entre los equipos de muestreo se encuentran: Medidores portátiles de pH, conductividad, potencial redox, oxígeno disuelto, temperatura), envases, recipientes para el envasado y transporte de las muestras, y en su caso para el almacenamiento del agua procedente de las purgas, equipo de filtrado de muestras.
- Material de seguridad e higiene (guantes, gafas, etc.).
- Material auxiliar (rollos de papel, cinta adhesiva, cuerdas, bolsas de plásticos).Previo a la salida de campo se debe considerar:
  - Revisar el estado de los equipos
  - Comprobar el funcionamiento de los equipos.
  - Limpieza de todos los equipos a utilizar
  - Verificar el estado de baterías y material de repuesto (pilas, conservantes, agua desmineralizada, filtros).
  - Patrones de calibración. Deben ser calibrados al comienzo de cada jornada de muestreo, según las instrucciones y las soluciones patrón.
  - Si se producen variaciones de medidas muy extremas entre dos muestras, es necesario recalibrar el dispositivo.
  - Etiquetado y referenciado de las botellas antes de la toma de muestras
- Dispositivos de toma de muestras y de medida de niveles.

✓ **Lavado y reutilización de los equipos.**

El procedimiento general para el lavado de los equipos es con detergentes, aclarado tres veces con agua corriente y, por último, dos aclaraciones con agua destilada.

Existen determinados equipos que requieren de un procedimiento específico de limpieza:

- Material de plástico, excepto las botellas de recogida de muestras que deben ser nuevas, se limpia con HCl o HNO<sub>3</sub> y se enjuaga abundantemente con agua corriente y agua des ionizada.

✓ **Etiquetas de muestras y cuadernos de campo**

El etiquetado o rotulado de las botellas ha de realizarse antes de la toma de la muestra. Como mínimo cada muestra debe de quedar identificada con los siguientes datos:

- Código
- Referencia de la muestra
- Fecha y hora de toma
- Tratamiento (acidificación, conservantes, etc)

Cada toma de muestra de cada punto de control debería llevar asociada una ficha (Vea Anexo 11), "Registro Monitoreo de Calidad de Agua Subterránea" Check-List - 2), en la que quedará plasmado los datos y las circunstancias necesarias para su identificación inequívoca y que permita una mejor interpretación de los resultados obtenidos. La ficha se complementará en el momento de la toma de muestra, evitando equivocaciones y mezclas de resultados. Los datos que deben aparecer en la ficha con carácter obligatorio son los siguientes:

- Referencia de la muestra.
- Nombre de quien ha realizado la toma de muestra.
- Fecha y hora de la toma.
- Identificación del punto de muestreo.
- Adiciones (acidificación, conservantes, etc.).
- Situación del punto de muestra.
- Tiempo de bombeo.
- Profundidad de muestro.
- Volumen de muestro en campo.
- Parámetros determinados en campo.
- Observaciones. Donde aparecerá cualquier tipo de incidencia o anomalía que pueda influir en el análisis de la muestra o su caracterización. Ejemplos de

observaciones: Presencia de turbidez o desprendimiento de gases, olores o colores anómalos, presencia de actividades potencialmente contaminantes en los alrededores de punto de control.

### **3.3.2. Metodología de muestreo.**

Los procedimientos para la toma de muestras y análisis químicos deben ser uniformes a fin de garantizar la posibilidad de comparar los resultados de análisis procedentes de puntos de control muy distantes, que habrán sido muestreados por diferentes personas, mediante diversos sistemas de toma de muestra y, en ocasiones, analizados en laboratorios distintos- El anexo N° 12 muestra el procedimiento general para la toma de muestra.

## **3.4. PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.**

### **3.4.1. Descriptivo**

Se realizaron 2 exámenes físico-químicos de las aguas subterráneas del parque residencial puertas del sol, el estudio se realizó en la universidad Pedro Ruiz Gallo en el laboratorio de ingeniería química. Los cuales los resultados fueron los siguientes:

- **Dureza total** : 560 (mg/L)
- **PH** : 8.2
- **Conductividad** : 1920 ( $\mu$ S/cm)
- **Turbidez** : 5.87 (UNT)
- **Calcio** : 220 (Ppm)
- **Magnesio** : 340 (Ppm)
- **Cloruros** : 232.17 (Ppm)
- **Alcalinidad** : 400 (Ppm)
- **Sal** : 1.3 (Ppt)

Las muestras se realizaron en los meses de octubre y diciembre obteniendo los mismos resultados, el rango de los parámetros físico-químicos son elevados como se indican en los resultados, la dureza pasa los LMP al igual que la conductividad eléctrica, calcio y magnesio y relativamente también la turbidez.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1. Objetivo específico 1. Analizar los parámetros físico-químicos del agua subterránea del parque residencial puertas del sol, distrito de la victoria-Lambayeque.**

#### **4.1.1. ANÁLISIS FÍSICO-QUIMICO**

Los análisis físico-químicos se realizaron en la universidad Pedro Ruiz Gallo en el laboratorio de ingeniería química. El estudio de los análisis se realizó con el señor Floriano Saucedo Gallardo técnico de laboratorio de fisicoquímica de la Universidad Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque.

Se realizaron los siguientes análisis:

<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>UNIDAD DE MEDIA</b>	<b>RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS</b>	<b>LPM</b>
<i>Conductividad eléctrica</i>	AB-PE-03	μS/Cm	1920	1500
<i>Turbidez</i>	AB-PE-14	UNT	5.87	5
<i>Alcalinidad</i>	AB-PE-01	Ppm	400	-
<i>PH</i>		Ppm	8.2	6.5 – 8.5
<i>Cloruros</i>	AB-PE-02	Ppm	232.17	250
<i>Dureza total</i>	AB-PE-07	mg/L	560	500
<i>Calcio</i>	AB-PE-05	Ppm	220	200
<i>Magnesio</i>	AB-PE-06	Ppm	340	150
<i>Sal</i>		PPT	1.3	-

**Cuadro 3 Análisis físico-químicos del agua subterránea del Parque Residencial Puertas del Sol, (Elaboración propia)**

## Proceso de los análisis físico-químicos del agua subterránea del parque residencial puertas del sol:

### ➤ Dureza total (DT)

La medición de la dureza se realizó por titulación, lo cual se tomó la muestra del pozo general de abastecimiento del agua del parque residencial puertas del sol, distrito de la victoria - Lambayeque, y llevamos la muestra de agua al laboratorio para hacer las pruebas correspondientes.

#### - **Materiales**

- Matraz
- Pipeta
- Soporte
- Bureta de 50 ml
- Pizeta
- Vaso precipitado

#### - **reactivos/indicador**

- (EDTA) Etilendiamino tetra acético 0.01 molar
- Buffer pH 10
- (ENT) Erio cromo negro "T" (indicador)

#### - **Procedimiento**

- Toma de muestra del agua subterránea del parque residencial puertas del sol
- Agregar a la muestra 1 ml de reactivo buffer pH 10
- Agregar 50 mg del indicador (ENT) Erio cromo negro "T", hasta que forme un color rojo vinoso
- Se titula con reactivo etilendiamino tetra acético (EDTA) 0.01 molar hasta formar un color azul

#### - **Resultados**

Se gastó 28 ml EDTA de los 50 ml que contenía la bureta lo cual indica que:

$$(1000) / (50) (\text{gr}) = 20$$

$$(28) (\text{ml}) \times (20) = \mathbf{560 \text{ ppm}}$$

**El resultado de la dureza total es 560 ppm sobrepasando el LMP de dureza que es 500 ppm.**

➤ **Calcio (Ca)**

**- Materiales**

- Matraz
- Pipeta
- Soporte
- Bureta de 50 ml
- Pizeta
- Vaso precipitado

**- reactivos/indicadores**

- (NaOH) hidróxido de sodio
- (C<sub>8</sub>H<sub>8</sub>N<sub>6</sub>O<sub>6</sub>) murexida (indicador)
- (EDTA) Etilendiamino tetra acético 0.01 molar

**- Procedimiento**

- Agregar 2 ml de reactivo (NaOH) hidróxido de sodio a la muestra
- Agregar 50 gr de indicador (C<sub>8</sub>H<sub>8</sub>N<sub>6</sub>O<sub>6</sub>) murexida, hasta que forme un color rozado
- Se titula con reactivo etilendiamino tetra acético (EDTA) 0.01 molar hasta formar un color violeta

**- Resultados**

Se gastó 11 ml de EDTA de los 50 ml que contenía la bureta lo cual indica que:

$$(1000) / (50) (\text{gr}) = 20$$

$$(11) (\text{ml}) \times (20) = \mathbf{220\text{ppm}}$$

**El resultado del calcio es 220 ppm sobrepasando el LMP de calcio que es 200 ppm**

➤ **Conductividad eléctrica**

**- Materiales**

- Pizeta
- Tubo de ensayo
- Conductímetro BOECO CT-600

**- Procedimiento**

- Lavar bien el tubo de ensayo
- Agregar al tubo de ensayo la muestra de agua
- Colocar el tubo de ensayo al conductímetro para su medición

**- Resultados**

***Se obtuvo una conductividad eléctrica de 1920  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , sobrepasando el LMP que es 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .***

Fotografía N°1 Toma de muestra del agua



Fotografía N°2 Reactivo buffer pH 10



Fotografía N°3 Erio cromo negro "T"



Fotografía N°4 Etilendiamino tetra acético (EDTA) 0.01



Fotografía N° 5 Reactivo (NaOH) hidróxido de sodio



Fotografía N°6 Indicador (C<sub>8</sub>H<sub>8</sub>N<sub>6</sub>O<sub>6</sub>) Murexida



Fotografía N°7 Titulación con etilendiamino tetra acético (EDTA) 0.01



Fotografía N° 8 Resultados de la conductividad eléctrica



➤ **Sal**

- Se utiliza el mismo procedimiento que el de la conductividad eléctrica

***Se obtuvo un resultado de 1.3 ppt, no existe un valor límite para sal***

➤ **Turbidez**

**- Materiales**

- Pizeta
- Pipeta
- Vaso precipitado

**- Procedimiento**

- Se agrega 10 ml de muestra al equipo turbidímetro portátil HI 93703

**- Resultados**

***El resultado de turbidez es 5.85 (UNT) unidad nefelométricas de turbidez, encontrándose fuera del parámetro que es 5 UNT***

➤ **pH**

**- Materiales**

- Pizeta
- Pipeta
- Tubo de ensayo

**- indicadores**

- solución fenol

**- Procedimiento**

- Se agrega 3.5 ml de la muestra al medidor de pH
- Se agrega 4 gotas del indicador fenol

**- Resultados**

***Al agregar el indicador fenol a la muestra, cambio su color normal a rojo, y según la medición se obtuvo un pH de 8.2***

**Fotografía N°9 Resultados de la sal**



**Fotografía N°10 Muestra del Agua subterránea**



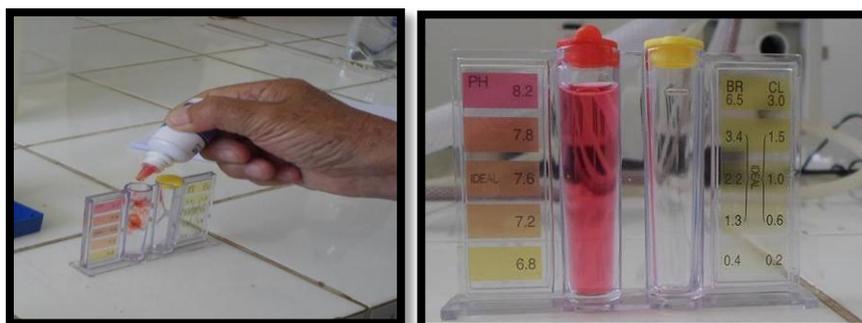
**Fotografía N°11 Resultados de la turbidez**



**Fotografía N°12 Agregando muestra al medidor pH**



**Fotografía N°13 Resultados del pH**



➤ **Alcalinidad**

**- Materiales**

- Pipeta
- Bureta
- Probeta
- Matraz

**- reactivos/indicadores**

- (C<sub>20</sub>H<sub>14</sub>O<sub>4</sub>) fenolftaleína
- (C<sub>14</sub>H<sub>14</sub>N<sub>3</sub>NaO<sub>3</sub>S) anaranjado metilo
- (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ácido sulfúrico 0.02
- (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) dicromato de potasio

**- Procedimiento**

- Se agrega 50 ml de muestra
- Se agrega 2 gotas de (C<sub>20</sub>H<sub>14</sub>O<sub>4</sub>) fenolftaleína
- Se agrega 3 gotas de (C<sub>14</sub>H<sub>14</sub>N<sub>3</sub>NaO<sub>3</sub>S) anaranjado metilo hasta que forme un color amarillo
- Se titula con (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ácido sulfúrico 0.02 hasta que cambie a color rojo cereza
- Se agrega 1 ml de (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) Dicromato de potasio lo cual permite que se regrese a su color inicial amarillo.

**- Resultados**

Se gastó 20 ml DE (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ácido sulfúrico 0.02 de los 50 ml que contenía la bureta lo cual indica que:

$$(1000) / (50) \text{ (gr)} = 20$$

$$(20) \text{ (ml)} \times (20) = \mathbf{400 \text{ ppm}}$$

***El resultado de alcalinidad 400 ppm. No existe un LMP para alcalinidad.***

➤ **Cloruros (Cl)**

**- Materiales**

- Pipeta
- Bureta
- Probeta
- Matraz

**- reactivos/indicadores**

- (AgNO<sub>3</sub>) nitrato de plata 0.01
- (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>) Cromato de potasio 32.7 (indicador)

### **- Procedimiento**

- Se agrega 50 ml de muestra
- Se agrega (AgNO<sub>3</sub>) nitrato de plata 0.01, hasta cambiar de color
- Se agrega (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>) Cromato de potasio 32.7 (indicador), hasta que forme un color rojo ladrillo

### **- Resultados**

Se gastó 35.5 ml de (AgNO<sub>3</sub>) nitrato de plata 0.01 de los 50 ml que contenía la bureta lo cual indica que:

$$(32.7) \times (0.01) \times (1000) \times (35.5) / (50) \text{ (gr)} = \mathbf{232.17 \text{ ppm}}$$

***El resultado de los cloruros es 232.17 ppm, está dentro del rango de los LMP de cloruros que es 250 ppm.***

#### ➤ **Magnesio (Mg)**

El magnesio se determina por las mediciones ya encontradas.

$$\begin{aligned} & \text{(DT-Ca)} \\ & (560) (220) = \mathbf{340 \text{ ppm}} \end{aligned}$$

***El resultado del magnesio es 340 ppm sobrepasando el LMP de magnesio que es 150 ppm.***

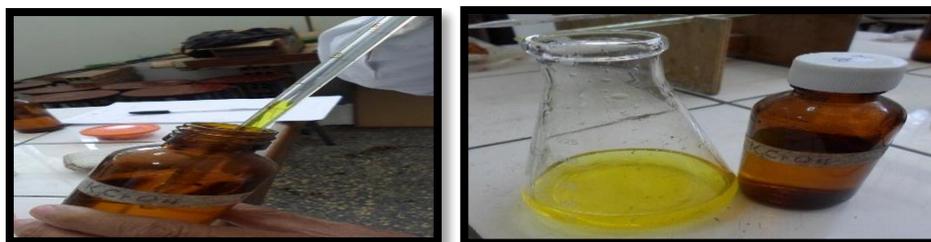
**Fotografía N°14 Efecto del anaranjado de metilo**



**Fotografía N°15 (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) Ácido sulfúrico 0.02**



**Fotografía N° 16 (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) Dicromato de potasio**



**Fotografía N° 17 Efecto del (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>) Cromato de potasio**

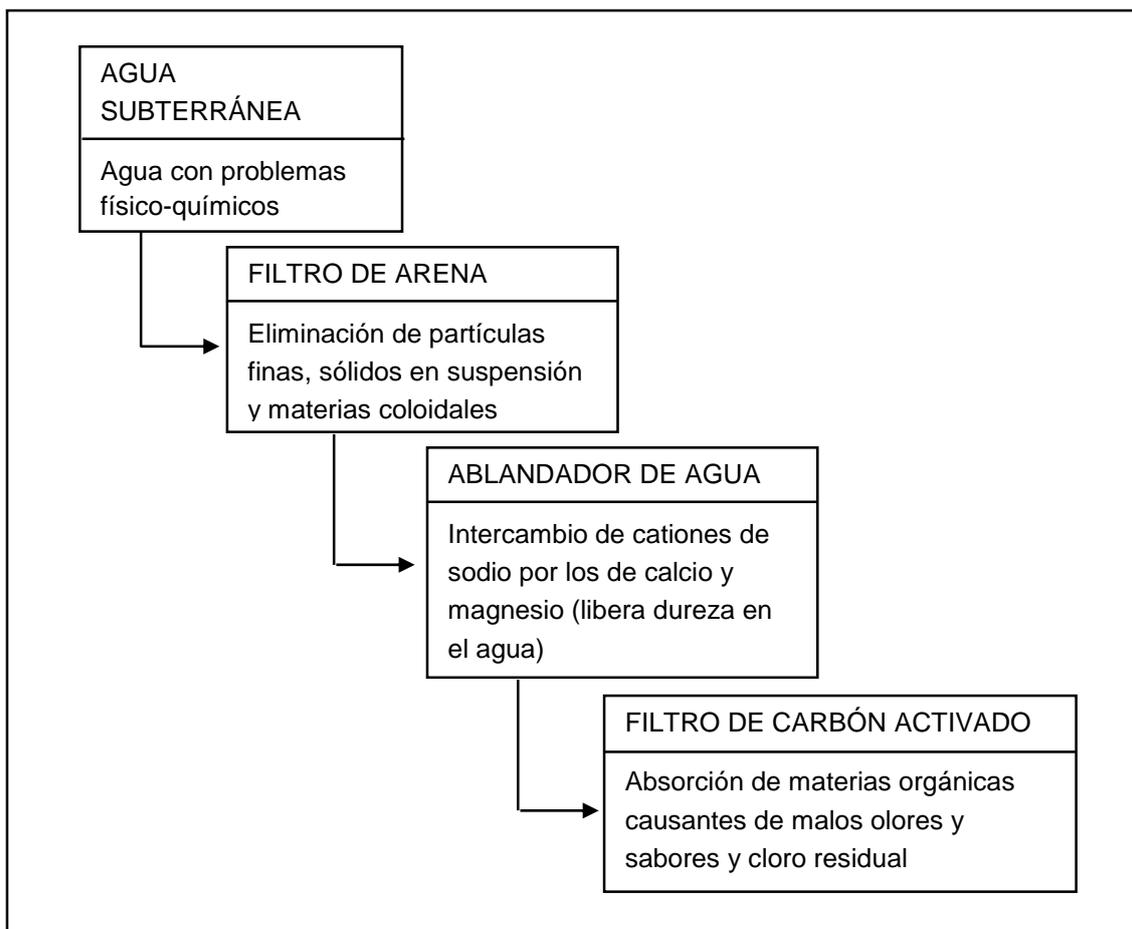


**4.2. Objetivo específico 2. Evaluar y Medir la efectividad del tratamiento por medios físicos-químicos de las aguas subterráneas del parque residencial puertas del sol, distrito de la victoria-Lambayeque.**

**4.2.1. PROCESO QUIMICO**

Las plantas de tratamiento de agua de osmosis inversa, generalmente trabajan con unas etapas de filtración que anteceden al proceso de osmosis inversa como tal, esto se realiza con el fin de garantizar los mejores resultados con lo concerniente a la purificación del agua.

Para el tratamiento de agua de osmosis inversa con todas sus etapas de filtración, se debe tener en cuenta el factor físico-químico, el cual nos permite entender detalladamente el proceso de tratamiento del agua.



**Cuadro 4 Proceso químico de pre-tratamiento de agua, (Elaboración propia)**

ELEMENTO FISICO	ELEMENTO FUNCIONAL
Red eléctrica 220 Vac , 60Hz.	Provee la energía eléctrica del sistema
PLC	Elemento encargado de procesar y controlar el ciclo de tratamiento de la planta
Data panel	Medio físico que permite la visualización e interacción con las variables de la planta
Electro – Válvulas	Permiten el paso controlado del agua a tratar a través de unos estímulos eléctricos en determinado tiempo
Motobombas	Generan presión en el proceso para el constante fluido del Agua
Sensores	Suministran información externa del proceso
Tanques de almacenamiento y tratamiento	Almacenan, procesan y protegen el agua, para el correcto funcionamiento del tratamiento.
Tuberías	Medio físico encargado de transportar el agua de una etapa de tratamiento a la otra o hacia el exterior

**Cuadro 5 Funcionalidad y relación de elementos físicos, navas (2011).**

## **4.2.2. EVALUACIÓN DEL TRATAMIENTO FISICO-QUIMICO**

El proceso de elaboración consiste básicamente en las siguientes operaciones:

### **4.2.2.1. FILTROS DE ARENA**

Son muy efectivos para retener sustancias orgánicas, pues pueden filtrar a través de todo el espesor de arena, acumulando grandes cantidades de contaminantes antes de que sea necesaria su limpieza. El equipo de filtración de este tipo consta de un solo filtro o de una batería de filtros que funcionan en paralelo.

La filtración se lleva a cabo haciendo pasar el líquido a tratar, a través de un lecho de arena de graduación especial. El tamaño promedio de los granos de arena y su distribución han sido escogidos para obtener las distancias mínimas entre granos, sin causar pérdidas de altas presiones.

El agua sin tratar contiene normalmente sólidos en suspensión. Los cuales son indeseables o perjudiciales para uso en aplicaciones industriales o domésticas. Los filtros de arena a presión eliminan las partículas finas y la materia coloidal coagulada previamente. Las partículas atrapadas en el lecho se desalojan fácilmente invirtiendo el flujo a través de la unidad. Esto hace expandir la arena, limpiándose por acción hidráulica y por fricción de un grano con otro.

El filtro de arena es la parte inicial del sistema reteniendo partículas gruesas y finas hasta 20 micras. El sistema en general busca obtener agua potable a partir de agua de pozo.

Basándose en la realidad problemática del parque residencial Puertas Del Sol donde se observa abundante sedimentación en la cisterna general de abastecimiento de tipo blanquecina, dicha cisterna almacena el agua bombeada desde el pozo tubular. La bomba sumergible controlada por un tablero automatizado mantiene la cisterna llena a casi  $\frac{3}{4}$  de su capacidad total, pero se observa que existe sedimentación en la base de la cisterna esta a su vez es distribuida por 4 bombas de distribución a todos los domicilios de la urbanización donde también se observa el mismo problema y los mismos

pobladores detectaron la sedimentación en las cisternas de sus casas inclusive se han visto forzados a instalar en la entrada de la tubería de agua de sus hogares un filtro de sedimentos de 5 micras la cual están cambiando regularmente a fin de evitar que se acumule esta sedimentación en sus cisternas domiciliarias.

Es muy importante tener en cuenta que la urbanización está asentada en una zona agrícola y a 8 min en auto del botadero de Reque.

Se logró realizar el análisis de turbidez y microbiológico del agua, sacando una muestra directamente del pozo tubular antes que se almacene en la cisterna general después de realizar las coordinaciones y permisos por parte de la empresa EPSEL dando como resultado 5.87 NTU de turbidez

Habiendo observado y detectado este gran problema con el agua del Parque Residencial proponemos la instalación de los filtros de arena para el pre tratamiento del agua tal y como lo recomiendan también los especialistas distribuidores de equipos y accesorios como AQUATROL, AYB ECOSISTEMAS, Madeleine Sánchez Molocho, José Torres Catillo representante de la transnacional NIPRO distribuidores en nuestra región de maquinaria para el tratamiento de agua para consumo.

➤ **Sustancia que retiene.**

- Partículas en suspensión, sustancias inorgánicas y material coloidal coagulada y turbidez.

➤ **Medidas del tanque de arena.**

- ✓ Filtros de arena = De 20 ft<sup>3</sup>
- ✓ Flujos de = 267 a 334 litros por minuto
- ✓ Tanque = Composite 30" diámetro x 72" altura
- ✓ Volumen del medio filtrante = 15 ft<sup>3</sup>, Multimedia (antracita, arena y grava) o zeolita
- ✓ Volumen del tanque = 25.00 (pies cúbicos)
- ✓ Área del tanque = 4.91 (pies cuadrados)
- ✓ Flujo excelente = 185.79 LPM, (49.09 GPM)

- ✓ Flujo normal = 232.20 LPM, (61.36 GPM)
- ✓ Flujo pico = 278.70 LPM, (73.63 GPM)
- ✓ Flujo de retro lavado = LPM
- ✓ Válvula = Fleck 3150 de reloj, Conex. 2"  
= Bronce libre de plomo  
= 5 ciclos  
= Flujos (50 psi Entrada) - Válvula Sola

#### **4.2.2.2. ABLANDADORES DE AGUA**

También llamado descalcificadora o ablandador de agua, es un aparato que por medios mecánicos, químicos y/o electrónicos tratan el agua para evitar, minimizar o reducir, los contenidos de sales minerales y sus incrustaciones en las tuberías y depósitos de agua potable.

##### **➤ Funcionamiento**

La suavización se lleva a cabo haciendo pasar el agua a través de un lecho de resina para intercambio iónico. Esta resina cuyas moléculas insolubles están formadas por un anión polimérico y un catión de sodio, posee gran afinidad por cationes divalentes (tales como calcio y magnesio) que se encuentran en baja concentración en el agua. Al poner en contacto agua conteniendo cationes de calcio y magnesio (dureza) con la resina, esta intercambia sus cationes de sodio por los de calcio y magnesio, es decir, libera al agua de los cationes responsables de la dureza de esta.

El agua dura seguirá liberándose de los cationes de calcio y magnesio hasta que la resina haya perdido todos sus cationes de sodio y por lo tanto su capacidad de intercambio. La resina, sin embargo, se puede regenerar ya que la reacción es reversible. Esto se obtiene poniéndola en contacto con una solución concentrada de una sal de sodio, cloruro de sodio por ejemplo, ya que esta intercambia los cationes de calcio y magnesio por los de sodio.

**El proceso de suavización por intercambio iónico se efectúa en cuatro etapas, así:**

- Agua dura se hace pasar por la resina hasta que esta haya perdido su poder de intercambio
- La resina se lava en contracorriente haciéndola expandir lo suficiente para que libere cualquier solido suspendido que hubiere traído el agua cruda
- La resina se regenera hasta recobrar su capacidad original y finalmente se lava para desalojar los productos de la regeneración
- El efluente de la primera etapa será agua suavizada la cual se destinara al servicio requerido y el efluente de las otras etapas ira al desagüe

➤ **Medida de los ablandadores de agua**

**- Descripción**

**- valoraciones**

✓ Tanque	= Composite 30" diámetro x 72" altura
✓ Volumen del medio filtrante	= 15 ft <sup>3</sup> , Resina catiónica ciclo sodio
✓ Flujo normal	= 283.88 LPM, ( 75.00 GPM )
✓ Flujo pico	= 300.00 LPM, ( 79.20 GPM)
✓ Flujo de retro lavado	= ...
✓ Capacidad granos (económica)	=300,000
✓ Capacidad granos (normal)	=390,000
✓ Capacidad granos (máxima)	=450,000
✓ Volumen del tanque	= 25.00 (pies cúbicos)
✓ Área del tanque	= 4.91 (pies cuadrados)
✓ Válvula	= Fleck 3150 de reloj, Conex. 2"

➤ **Sustancias que retiene**

- sales minerales
- calcio, magnesio
- dureza

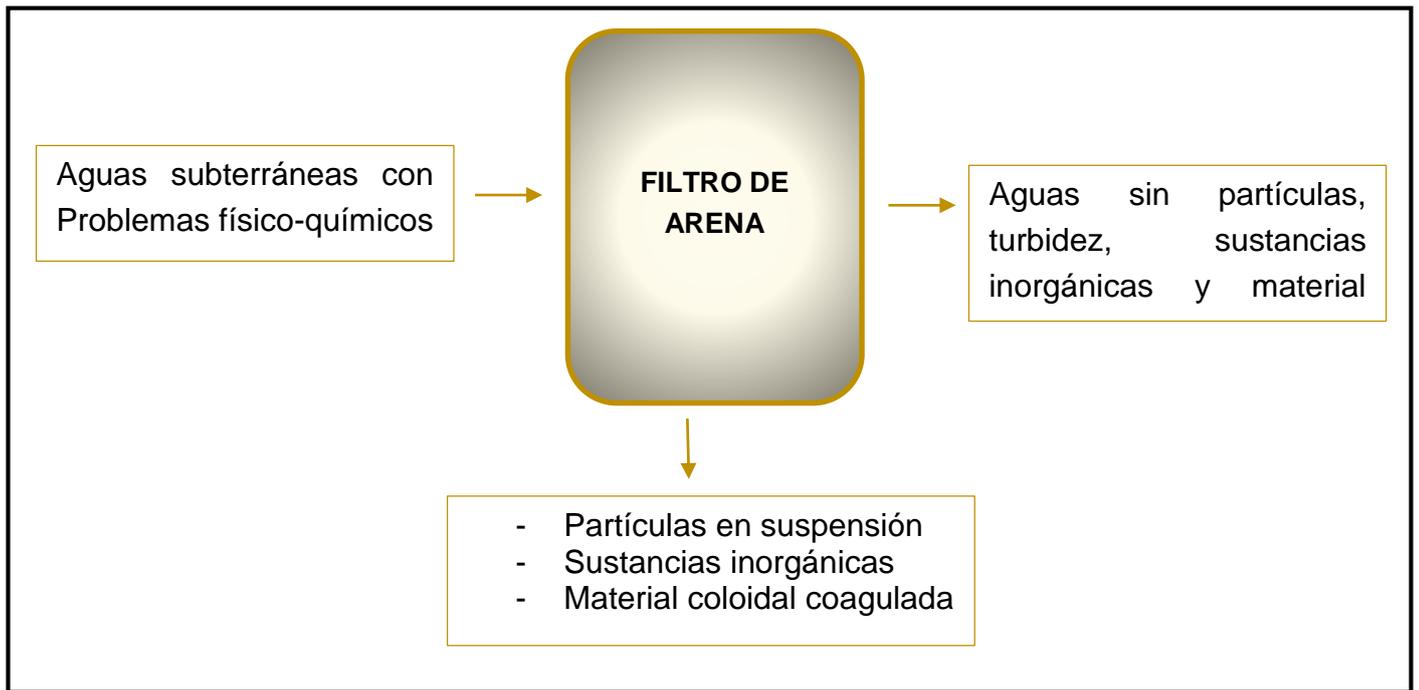


Figura 1 Efectividad del tratamiento de los filtros de arena

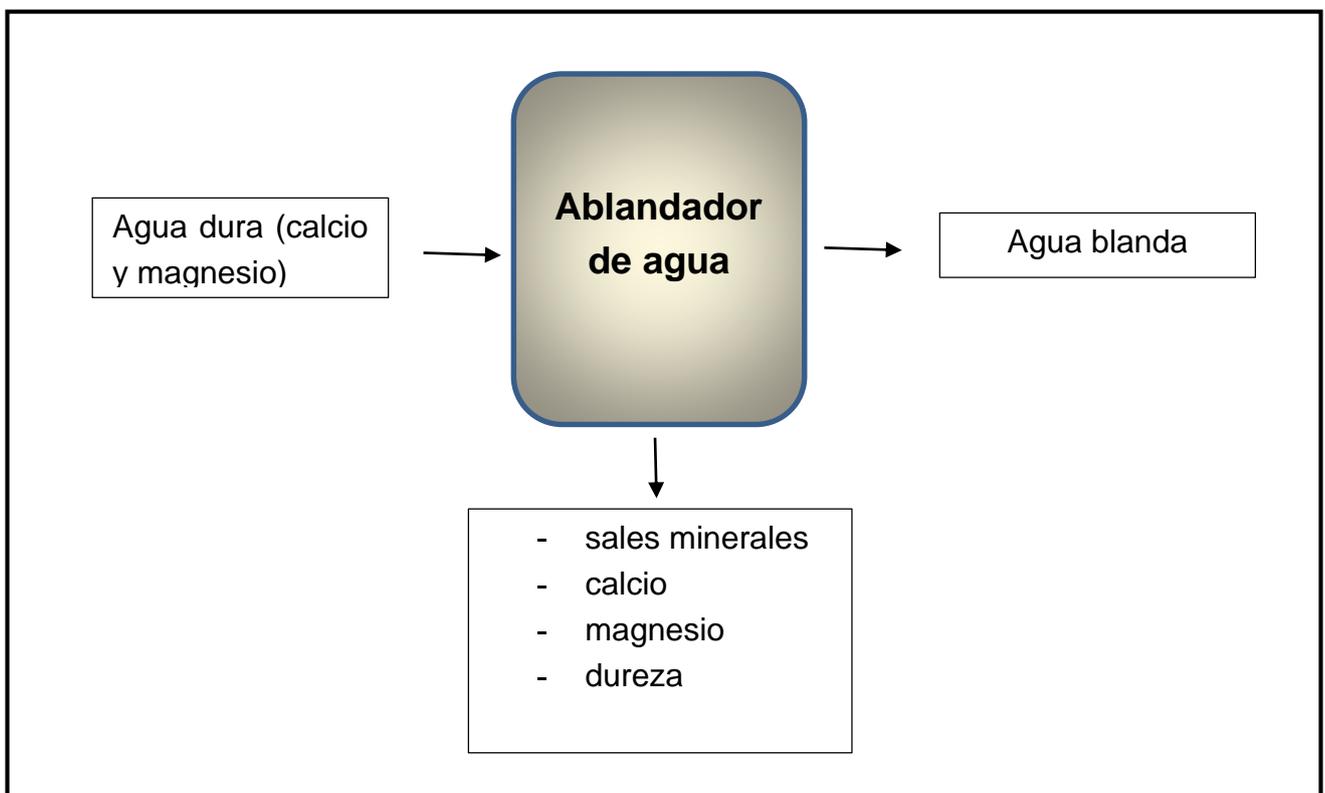


Figura 2 Efectividad del tratamiento de los ablandadores de agua

#### **4.2.2.3. FILTROS DE CARBÓN ACTIVADO**

El filtro de carbón funciona por el mismo principio que el filtro de arena, la diferencia radica en los elementos filtrantes y su finalidad. El carbón activado es un material natural que con millones de agujeros microscópicos que atrae, captura y rompe moléculas de contaminantes presentes.

Se diseña normalmente para remover cloro, sabores, olores y demás químicos orgánicos. Las propiedades de este medio filtrante hacen que las materias orgánicas y las causantes de olores y sabores, al igual que el cloro residual que se encuentra en el agua, sean absorbidas en las superficies del medio filtrante, eliminándolas así del líquido a tratar.

El filtro de carbón sirve para retener el cloro que se utiliza actualmente en la potabilización del agua extraída del pozo tubular la cual es almacenada en una cisterna general y diariamente le adicionan cloro en polvo bajo la responsabilidad de un operario de la empresa EPSEL.

El carbón activado o carbón activo es carbón poroso que atrapa compuestos, principalmente orgánicos, presentes en un gas o en un líquido. Lo hace con tal efectividad, que es el purificante más utilizado por el ser humano.

A la propiedad que tiene un sólido de adherir a sus paredes una molécula que fluye, se le llama “adsorción”. Al sólido se le llama “adsorbente” y a la molécula, “adsorbato”.

Después de la filtración -que tiene por objeto retener sólidos presentes en un fluido-, no existe un sólo proceso de purificación con más aplicaciones que el carbón activado. Entre ellas están:

- Potabilización de agua (el carbón retiene plaguicidas, grasas, aceites, detergentes, subproductos de la desinfección, toxinas, compuestos que producen color, compuestos originados por la descomposición de algas y vegetales o por el metabolismo de animales).

La decloración consiste en un mecanismo complicado que puede seguir distintos caminos de reacción en los que el CA puede intervenir como reactivo o como catalizador.

El cloro libre puede adicionarse al agua en forma de cloro gas, solución de hipoclorito de sodio, o tabletas -gránulos- de hipoclorito de calcio.

En cualquiera de estos casos, el cloro queda disuelto en forma de ácido hipocloroso (HOCl), un ácido débil que tiende a disociarse parcialmente.

La distribución entre ácido hipocloroso y ión hipoclorito depende del pH y de la concentración de estas especies. A ambas formas moleculares se les define como cloro libre.

Las dos son fuertes oxidantes que al ser adicionados al agua reaccionan de manera casi inmediata con impurezas orgánicas e inorgánicas, y ejercen un efecto biocida en los microorganismos.

El cloro que reacciona y el que interviene en esta etapa de desinfección, deja de ser libre y queda combinado y deja de ser libre. Una vez terminada esta etapa, es necesario eliminar el cloro libre residual, mediante carbón activado granular.

Cuando el carbón se expone al cloro libre, se llevan a cabo reacciones en las que el HOCl o el OCl<sup>-</sup> se reducen a ión cloruro. Dicha reducción es el resultado de distintos caminos de reacción posibles.

En dos de los más comunes, el CAG actúa de acuerdo con las siguientes reacciones:

En donde C\* representa al carbón activado. C\*O y C\*O<sub>2</sub> son óxidos superficiales, que poco a poco van ocupando espacios que, al quedar bloqueados, ya no participan en la reacción. Algunos de estos óxidos se liberan hacia la solución como CO y CO<sub>2</sub>. Esto vuelve a dejar espacios disponibles que por lo tanto aumentan la capacidad del CAG para esta reacción.

En cuanto al, también se acumula en la superficie del carbón durante los primeros momentos de operación. Al seguir llegando HOCl o a la superficie del carbón, la reacción se hace un poco más lenta, y entonces se empieza a liberar el. Esta disminución de velocidad se debe al envenenamiento del carbón con los óxidos superficiales. Dicho envenenamiento continúa de manera gradual, mientras disminuye la capacidad, tanto de adsorción como de decloración del CA.

En las reacciones anteriores puede intervenir en lugar de HOCl, con la diferencia que no se produce H+. Puede observarse que el CA reacciona y por lo tanto desaparece. Si no hubiera acumulación de óxidos superficiales, la reacción continuaría hasta la desaparición completa del carbón.

**Fuente:** Diseño de plantas de tratamiento de agua de la Organización Panamericana de la salud

➤ **Mediada de los filtros de carbón activado**

- Descripción	- valoraciones
✓ Tanque	= Composite 30" diámetro x 72" altura
✓ Volumen del medio filtrante de coco	= 15 ft <sup>3</sup> , Carbón activado de concha
✓ Volumen del tanque	= 25.00 (pies cúbicos)
✓ Área del tanque	= 4.91 (pies cuadrados)
✓ Flujo para decoloración	= 185.79 LPM, ( 49.09 GPM )
✓ Flujo para olores y sabores	= 111.47 LPM, ( 29.45 GPM)
✓ Flujo para ósmosis inversa	= 92.90 LPM, ( 24.54 GPM)
✓ Flujo de retrolavado	= 185.79 LPM
✓ Válvula	= Fleck 3150 de reloj, Conex. 2"

➤ **Sustancias que retiene.**

- Remoción de olores, sabores, cloro residual y materia orgánica de aguas de procesos cuando estas lo requieran.
- Preparación de aguas libres de cloro, sinsabores e inodoras

**4.2.2.4. EQUIPO DE OSMOSIS INVERSA DOBLE PASO 10 MEMBRANAS**

La osmosis inversa es el proceso en el cual se aplica una presión mayor a la presión osmótica, esta presión es ejercida en el compartimiento que contiene la más alta concentración de sólidos disueltos. Esta presión obliga al agua a

pasar por la membrana semi-permeable en dirección contraria al del proceso natural de osmosis.

Para poder purificar el agua necesitamos llevar a cabo el proceso contrario al de ósmosis convencional, es lo que se conoce como Ósmosis Inversa. Se trata de un proceso con membranas, en el cual se aplica una presión mayor a la presión osmótica, esta presión es ejercida en el compartimiento que contiene la más alta concentración de sólidos disueltos. Esta presión obliga al agua a pasar por la membrana semi-permeable en dirección contraria al del proceso natural de osmosis, dejando las impurezas detrás. La permeabilidad de la membrana puede ser tan pequeña, que prácticamente todas las impurezas, moléculas de la sal, bacterias y los virus, son separados del agua.

➤ **Principio de Operación de la Osmosis inversa.**

El solvente pasa espontáneamente de una solución menos concentrada a otra más concentrada a través de una membrana semipermeable, pero al aplicar una presión mayor que la presión osmótica a la solución más concentrada, el solvente comenzara a fluir en el sentido inverso, el flujo del solvente depende de:

- Presión aplicada
- Presión Osmótica aparente
- Área de la membrana presurizada

➤ **Características de la osmosis inversa**

- Permite remover la mayoría de los sólidos (inorgánicos u orgánicos) disueltos en el agua (99%)
- Remueve los materiales suspendidos y micro-organismos
- Proceso de purificación de forma continúa
- Tecnología simple, que no requiere de mucho mantenimiento
- Es modular y necesita poco espacio, de acuerdo a los caudales deseados.

➤ **Medidas del osmosis inversa**

01 equipo osmosis inversa 6 membranas primer paso y 4 membranas como segundo paso:

- ✓ Filtro de Sedimentos de 05 micras 4.5" de diámetro x 20" de altura.
- ✓ 10 Porta membranas de acero inoxidable 4" x 40".
- ✓ 10 Membranas para osmosis inversa Ge-Desal AG440.
- ✓ Producción por día 13,200 GPD.
- ✓ Presión de Operación 150-200 psi.
- ✓ Rechazo de sal 95-98%.
- ✓ Juego de Flujometros.
- ✓ Tablero de control completamente automatizado.
- ✓ Medidores de conductividad digital en línea.
- ✓ Electrobombas centrifuga, 3 y 2 HP Marca Flint and Walling, Berkeley o similar en acero inoxidable.
- ✓ Juego de conexiones de alta presión.
- ✓ Juego de manómetros con glicerina en acero inoxidable Válvula solenoide en acero inoxidable.
- ✓ Estructura en acero inoxidable 3.16 resistente a corrosiones y otros agentes oxidantes

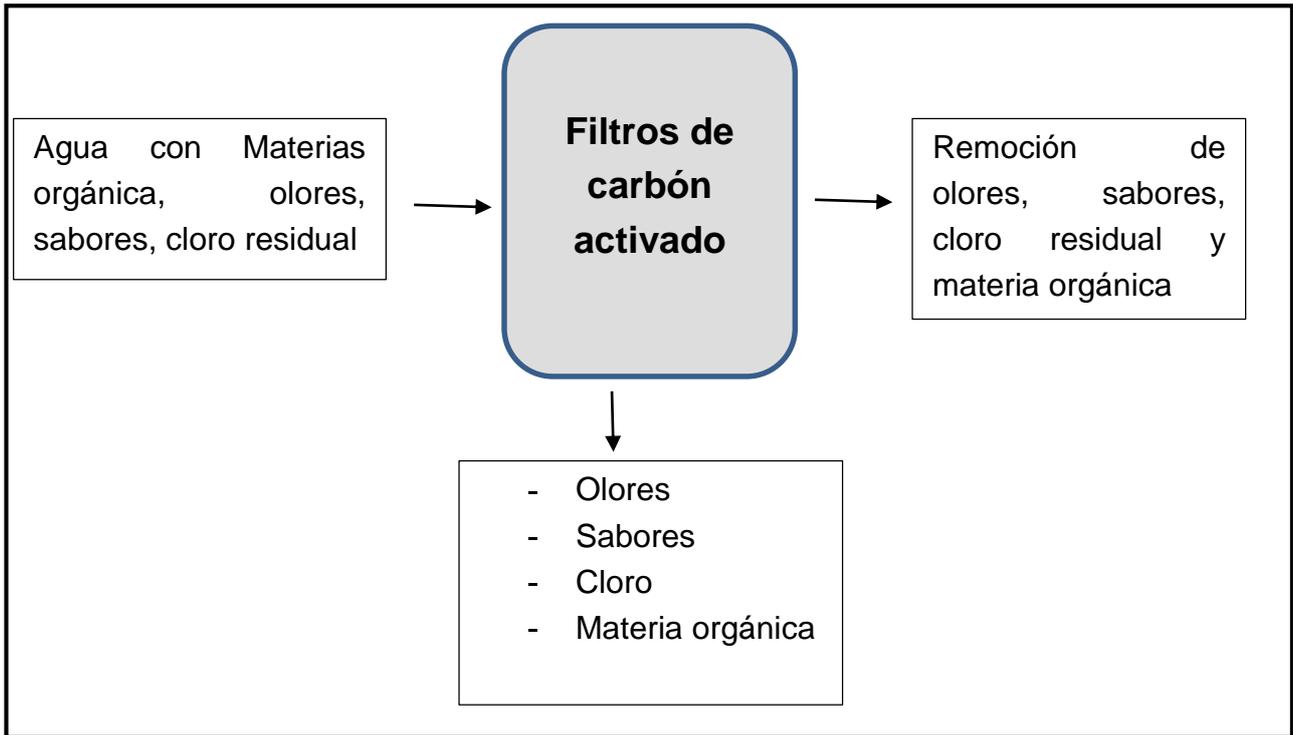
➤ **Sustancias que retiene**

- Las Impurezas, moléculas de la sal, bacterias y los virus.
- Los sólidos (inorgánicos u orgánicos) disueltos en el agua (99%).
- Remueve los materiales suspendidos y micro-organismos

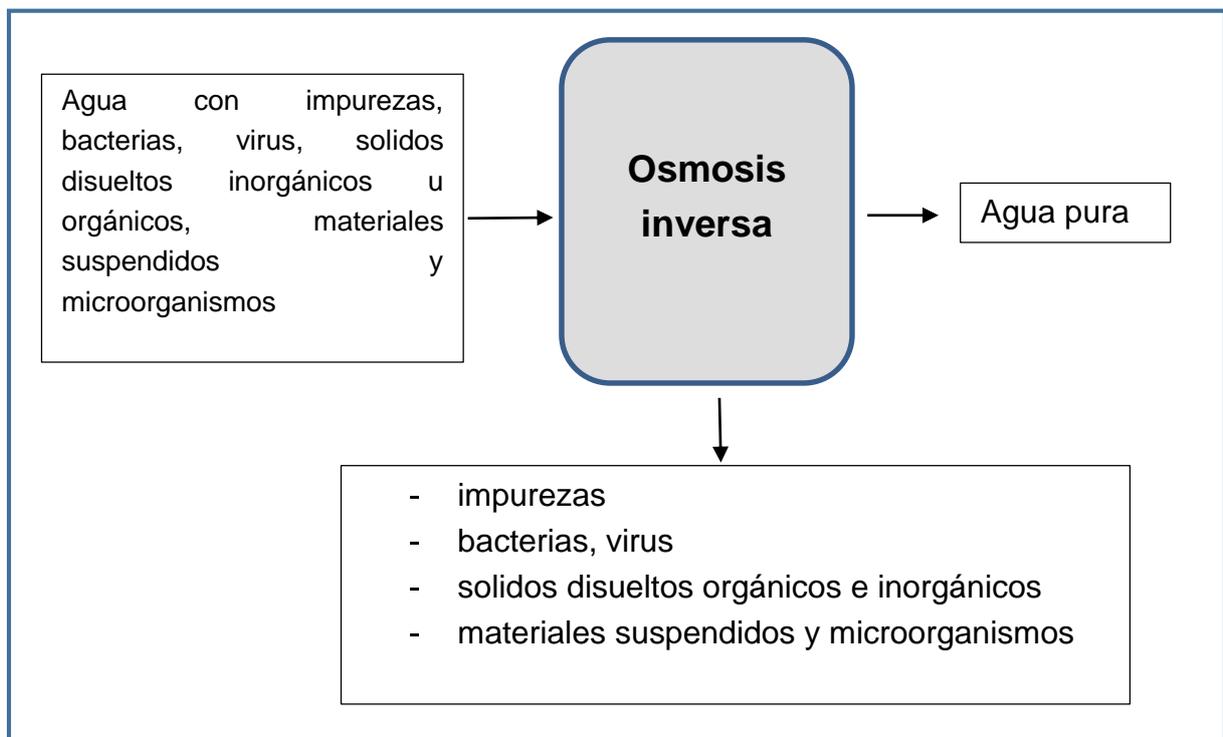
Se realizó el análisis microbiológico de la muestra de agua del pozo tubular del Parque Residencial Puertas del Sol realizado por el microbiólogo :**JUAN SANTIAGO VALLE OQUENDO MSc. MICROBIOLOGO CLINICO CBP 2236** del EESSALUD Hospital Almanzor Aguinaga Asenjo Chiclayo. Ver análisis completo en los anexos.

**Encontrándose los siguientes microorganismos:**

1. **Achromobacter xylooxidans**
2. **Estaphylococos caprae**
3. **Estafilococos hyicus**
4. **Stenotropomonas maltophila**
5. **Micrococcus luteus**
6. **Micrococcus lylae.**
7. **Candida parapsilosis.**

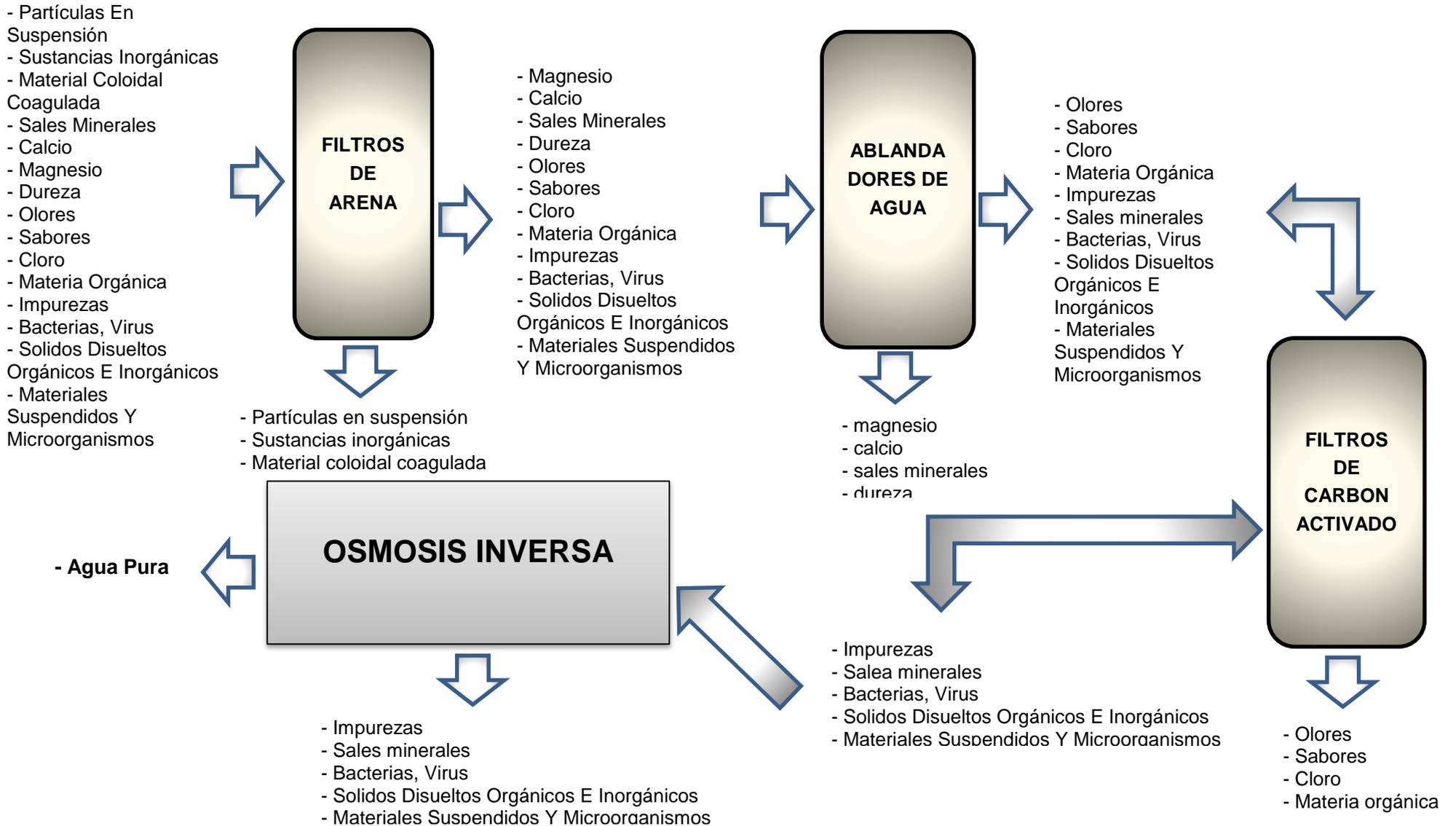


**Figura 3 Efectividad del tratamiento de los filtros de carbón activado**

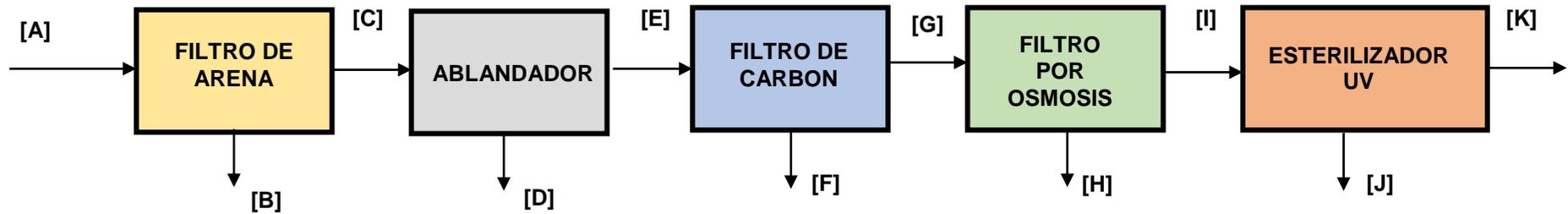


**Figura 4 Efectividad el tratamiento de osmosis inversa**

➤ **DIAGRAMA GENERAL DE FLUJO DE ENTRADAS Y SALIDAS DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO**



➤ **BALANCE DE MATERIA**



Flujo másico (kg/hr)	[A]	[B]	[C]	[D]	[E]	[F]	[G]	[H]	[I]	[J]	[K]
<b>Turbiedad</b>	0.11	0.06	0.04	0.00	0.01	0.01	---	---	---	---	---
<b>solidos disueltos</b>	11.40	3.30	8.02	6.65	1.48	0.68	0.80	0.60	0.25	---	0.25
<b>Dureza Total</b>	6.72	0.00	6.72	5.27	0.05	0.01	0.05	0.04	0.01	---	0.01
<b>Alcalinidad</b>	4.80	2.88	1.9	1.42	1.42	0.36	0.70	0.50	0.20	---	0.20
<b>AGUA</b>	11977.06	120.00	11857.06	59.37	11797.69	29.50	11768.19	---	11768.18	---	11768.19
<b>TOTAL</b>	12000.00	126.14	11873.76	72.72	11801.99	30.55	11770.49	0.73	11768.65	---	11768.65

**Cuadro 6 resultados del balance (elaboración propia).**

**Nota: Como base para el cálculo de balance de materia se considera un promedio de 12 000 L/hr de producción de agua por el sistema de tratamiento de agua**

➤ **BALANCE DE MATERIA**

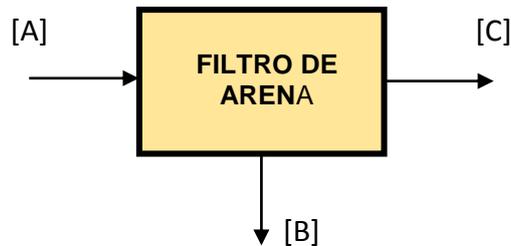
Composición del agua de alimentación.

Parámetros	Valor	Unidad de medida
Dureza total	560	mg/L
Conductividad (*)	1900	μS/cm
Turbiedad (**)	5.87	NTU
Cloruros	230	Ppm
Alcalinidad	400	Ppm

(\*) 1900 μS/cm equivalen aproximadamente a 950 ppm de solidos totales disueltos.

(\*\*) 5.87 NTU equivalen aproximadamente a 8.81 ppm de solidos suspendidos

• **Balace en el Filtro de Arena**



En este equipo se elimina el 60% de la turbiedad, se reduce 60% de alcalinidad, y se pierde 1% de agua en retrolavado.

**CORRIENTE A** = 12 000 kg/hr

**CORRIENTE B**

$$kg \text{ de agua de retrolavado en B} = 12\,000 \text{ kg/hr} * \frac{1}{100} = 120 \text{ kg/hr}$$

FACTORES DE CONVERSION

$$\frac{12\,000 \text{ kg}}{\text{hr}} * \frac{1 \text{ L}}{1 \text{ kg}} = 12\,000 \text{ L/hr}$$

$$\frac{1 \text{ kg}}{10^6 \text{ mgr}}$$

$$\text{turbiedad} = 5.87 \text{ NTU} * \frac{1.5 \text{ ppm}}{\text{NTU}} = 8.81 \text{ ppm}$$

$$kg \text{ de turbiedad retenida en B} = 8.81 \frac{\text{mgr}}{\text{L}} * 12\,000 \frac{\text{L}}{\text{hr}} * \frac{1 \text{ kg}}{10^6 \text{ mgr}} * 0.6 = 0.063 \text{ kg/hr}$$

$$kg \text{ de turbiedad retenida en B} = 1.5 \frac{\text{mgr}}{\text{L}} * 0.012 * 0.6 = 0.063 \text{ kg/hr}$$

$$\text{kg de alcalinidad retenida en B} = 400 \frac{\text{mgr}}{\text{L}} * 0.012 * 0.6 = 2.88 \text{ kg/hr}$$

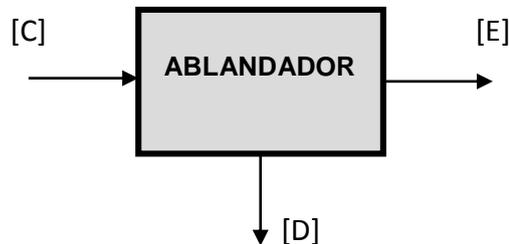
$$\text{Total Corriente B} = 126.24 \text{ kg/hr}$$

### CORRIENTE C

$$\text{Total Corriente C} = (12\ 000 - 126.24) \text{ kg/hr}$$

$$\text{Total Corriente C} = 11\ 873.76 \text{ kg/hr}$$

- **Balance en el Ablandador**



En este equipo se elimina el 99 % de la dureza, 50% de alcalinidad, y se pierde 0.5% de agua en retrolavado.

$$\text{kg de agua de retrolavado en D} = 11\ 874.72 \text{ kg/hr} * \frac{0.5}{100} = 59.37 \text{ kg/hr}$$

$$\text{kg de dureza retenida en D} = 440 \frac{\text{mgr}}{\text{L}} * 0.01187 * 0.99 = 5.27 \text{ kg/hr}$$

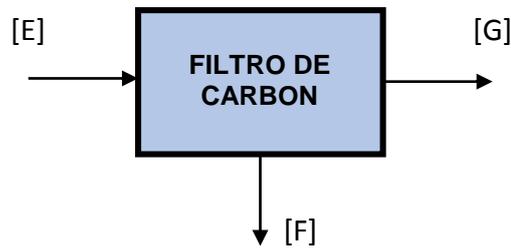
$$\text{kg de alcalinidad retenida en D} = 120 \frac{\text{mgr}}{\text{L}} * 0.01187 * 0.5 = 1.42 \text{ kg/hr}$$

$$\text{Total Corriente D} = 72.72 \text{ kg/hr}$$

$$\text{Total Corriente E} = (11\ 874.72 - 72.72) \text{ kg/hr}$$

$$\text{Total Corriente E} = 11\ 801.04 \text{ kg/hr}$$

- **Balance en el Filtro de Carbón**



En este equipo se elimina el color y olor. Se reduce la alcalinidad en 25 % y se considera una pérdida de agua en el retrolavado del 0.5%.

**CORRIENTE F:**

$$kg \text{ de agua de retrolavado en } F = 11\,801.99 \text{ kg/hr} * \frac{0.25}{100} = 29.5 \text{ kg/hr}$$

$$kg \text{ de turbiedad retenida en } F = 0.6 \frac{mgr}{L} * 0.0118 = 0.01 \text{ kg/hr}$$

$$kg \text{ de dureza retenida en } F = 0.00 \text{ kg/hr}$$

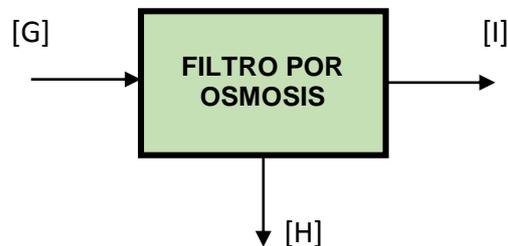
$$kg \text{ de alcalinidad retenida en } F = 125 \frac{mgr}{L} * 0.0118 * 0.25 = 0.36 \text{ kg/hr}$$

$$\text{Total Corriente } F = 30.55 \text{ kg/hr}$$

$$\text{Total Corriente } G = (11\,801.99 - 30.55) \text{ kg/hr}$$

$$\text{Total Corriente } G = 11\,770.49 \text{ kg/hr}$$

- **Balance en el Filtro por Osmosis**



En este equipo se reducen los sólidos suspendidos hasta 25 ppm.

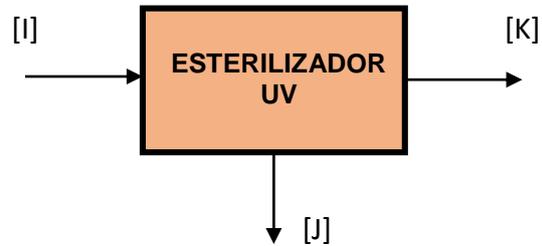
$$kg \text{ de solidos retenidos en } H = 105 \frac{mgr}{L} * 0.0117 * 0.49 = 0.6 \text{ kg/hr}$$

$$\text{Total Corriente } H = 0.73 \text{ kg/hr}$$

*Total Corriente I = (11 770.49 – 0.73) kg/hr*

*Total Corriente I = 11 768.65 kg/hr*

- **Balance en el Esterilizador UV**



En este equipo se eliminan los gérmenes patógenos. No es significativo el balance de materia.

#### **4.3. Objetivo específico 3. Evaluar los parámetros físico-químicos de las aguas subterráneas después del tratamiento, en una planta con equipos similares, debido a que la planta que proponemos no está instalada.**

Para analizar los parámetros físico-químicos utilizamos una planta similar y con los mismos equipos que estamos proponiendo, la planta que nos brindó su apoyo fue la empresa HOPE que es procesadora de agua de mesa, ubicada en Chiclayo calle 8 de enero, ya que la planta que proponemos, los equipos no se encuentran instalados pero si cuenta con la infraestructura que es de material noble. Es así que con esta agua obtenida de la planta HOPE realizamos los análisis correspondientes.

Los análisis físico-químicos se realizaron en la universidad Pedro Ruiz Gallo en el laboratorio de ingeniería química. El estudio de evaluación se realizó con el señor Floriano Saucedo Gallardo técnico de laboratorio de fisicoquímica, mismo que nos prestó su ayuda para analizar las concentraciones de dureza del agua subterránea del parque residencial puertas del sol.

Después del tratamiento propuesto evaluamos las concentraciones de dureza, conductividad eléctrica, alcalinidad, cloruros, calcio, magnesio y sal para determinar si efectivamente la propuesta de tratamiento físico-química es positivo y que las concentraciones de los elementos químicos estén por debajo de los límites máximos permisibles de la calidad del agua, en la cual se realizaron las siguientes evaluaciones:

##### ➤ **Dureza total (DT)**

La medición de la dureza se realizó por titulación, lo cual se tomó como muestra el agua del pozo general de abastecimiento del parque residencial, pero ya pasada por el sistema de tratamiento propuesto y llevamos la muestra de agua al laboratorio para hacer las pruebas correspondientes y evaluar si están en el rango de los LMP de aguas.

##### **- *Materiales***

- Matraz

- Pipeta

##### **- *reactivos/indicador***

- Buffer pH 10

- (ENT) Erio cromo negro "T" (indicador)

- Soporte
- Bureta de 50 ml
- Pizeta
- Vaso precipitado

**- Procedimiento**

- Toma de muestra de agua ya tratada por la planta de tratamiento.
- Agregar a la muestra 1 ml de reactivo buffer pH 10
- Agregar 50 mg del indicador (ENT) Erio cromo negro "T", hasta que forme un color rojo vinoso, no formo rojo vinoso sino azul.

**- Resultados**

**(DT) dureza total = 50 mg/L**

➤ **Calcio (Ca)**

**- Materiales**

- Matraz
- Pipeta
- Soporte
- Bureta de 50 ml
- Pizeta
- Vaso precipitado

**- reactivos/indicadores**

- (NaOH) hidróxido de sodio
- (C<sub>8</sub>H<sub>8</sub>N<sub>6</sub>O<sub>6</sub>) murexida (indicador)
- (EDTA) Etilendiamino tetra acético 0.01 molar

**- Procedimiento**

- 50 ml de muestra
- Agregar 2 ml de reactivo (NaOH) hidróxido de sodio a la muestra
- Agregar 50 gr de indicador (C<sub>8</sub>H<sub>8</sub>N<sub>6</sub>O<sub>6</sub>) murexida, hasta que forme un color rosado, pero se formó color violeta indicando que no hay calcio

**- Resultados**

**Calcio = 40 Ppm**

➤ **Conductividad eléctrica**

**- Materiales**

- Pizeta
- Tubo de ensayo
- Conductímetro BOECO CT-600

**- Procedimiento**

- Lavar bien el tubo de ensayo
- Agregar al tubo de ensayo la muestra de agua
- Colocar el tubo de ensayo al conductímetro para su medición

**- Resultados**

*Se obtuvo una conductividad eléctrica de 20  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , muy por debajo del LMP que es 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .*

➤ **Sal**

- Se utiliza el mismo procedimiento que el de la conductividad eléctrica

***Se obtuvo un resultado de 0.1 ppt, no existe un valor límite para sal***

➤ **Alcalinidad**

**- Materiales**

- Pipeta
- Bureta
- Probeta
- Matraz

**- reactivos/indicadores**

- (C<sub>20</sub>H<sub>14</sub>O<sub>4</sub>) fenolftaleína
- (C<sub>14</sub>H<sub>14</sub>N<sub>3</sub>NaO<sub>3</sub>S) anaranjado metilo
- (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ácido sulfúrico 0.02

**- Procedimiento**

- Se agrega 50 ml de muestra
- Se agrega 2 gotas de (C<sub>20</sub>H<sub>14</sub>O<sub>4</sub>) fenolftaleína
- Se agrega 3 gotas de (C<sub>14</sub>H<sub>14</sub>N<sub>3</sub>NaO<sub>3</sub>S) anaranjado metilo hasta que forme un color amarillo

- se titula con (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ácido sulfúrico 0.02 hasta que cambie a color rojo cereza

#### **- Resultados**

Se gastó 3 ml de (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ácido sulfúrico 0.02 de los 50 ml que contenía la bureta lo cual indica que:

$$(1000) / (50) (\text{gr}) = 20$$

$$(20) (\text{ml}) \times (3) = \mathbf{60 \text{ ppm}}$$

***El resultado de alcalinidad 12 ppm. No existe un LMP para alcalinidad.***

#### ➤ **Cloruros (Cl)**

##### **- Materiales**

- Pipeta
- Bureta
- Probeta
- Matraz

##### **- reactivos/indicadores**

- (AgNO<sub>3</sub>) nitrato de plata 0.01
- (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>) Cromato de potasio 32.7 (indicador)

##### **- Procedimiento**

- Se agrega 50 ml de muestra
- Se agrega (AgNO<sub>3</sub>) nitrato de plata 0.01, hasta cambiar de color
- Se agrega (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>) Cromato de potasio 32.7 (indicador), hasta que forme un color rojo ladrillo

##### **- Resultados**

Se gastó 1.5 ml de (AgNO<sub>3</sub>) nitrato de plata 0.01 de los 50 ml que contenía la bureta lo cual indica que:

$$(32.7) \times (0.01) \times (1000) \times (1.5) / (50) (\text{gr}) = \mathbf{9.81 \text{ ppm}}$$

***El resultado de los cloruros es 9.81 ppm, está por debajo del rango de los LMP de cloruros que es 250 ppm.***

➤ **Magnesio (Mg)**

El magnesio se determina por las mediciones ya encontradas.

(DT-Ca)

(50) (40) =10

***El resultado del magnesio es 10 porque no hubo dureza ni calcio***

**Fotografía N°18 Resultados de la dureza total**



**Fotografía N°19 Resultados del calcio**



**Fotografía N°20 Resultados de la conductividad eléctrica**



**Fotografía N°21 Resultados de sal**



#### **4.4. Objetivo específico 4. Comparar los valores obtenidos con la normatividad peruana.**

Antes del tratamiento los valores obtenidos como dureza total, pH, conductividad, calcio, magnesio, alcalinidad y sales sobrepasaban los límites máximos permisibles de calidad de agua

Después del tratamiento los valores obtenidos como dureza total, conductividad, calcio, magnesio, alcalinidad y sales están muy por debajo de los límites máximos permisibles de calidad de agua

Los resultados se pueden apreciar en los siguientes cuadros:

VALORES OBTENIDOS			NORMATIVIDAD PERUANA
parámetros	Valor	Unidad de medida	Valor
<b>Dureza total</b>	560	mg/L	100 – 500
<b>PH</b>	8.2	Valor de pH	6,5 a 8,5
<b>Conductividad</b>	1920	μS/cm	1500
<b>turbidez</b>	5.85	UNT	5
<b>Calcio</b>	220	Ppm	200
<b>magnesio</b>	340	Ppm	150
<b>Cloruros</b>	232.17	Ppm	250
<b>Alcalinidad</b>	400	Ppm	-
<b>Sal</b>	1.3	Ppt	-

**Cuadro 8 Comparación de la normatividad peruana con los valores obtenidos de la muestra de agua del pozo tubular del parque residencial Puertas del Sol antes del tratamiento, (Elaboración propia).**

VALORES OBTENIDOS			NORMATIVIDAD PERUANA
Parámetros	Valor	Unidad de medida	Valor
<b>Dureza total</b>	50	mg/L	100 – 500
<b>Conductividad</b>	20	μS/cm	1500
<b>Calcio</b>	40	Ppm	200
<b>Magnesio</b>	10	Ppm	150
<b>Cloruros</b>	9.81	Ppm	250
<b>Alcalinidad</b>	60	Ppm	-
<b>Sal</b>	0.1	Ppt	-

**Cuadro 9 Comparación de la normatividad peruana con los valores obtenidos de la muestra de agua del pozo tubular del parque residencial Puertas del Sol después del tratamiento, (Elaboración propia).**

#### 4.5. SISTEMA DE TRATAMIENTO PROPUESTO.

Ubicación de la propuesta de la planta de tratamiento.



Figura 5 Imagen Satelital de la urbanización del parque residencial puertas del sol

#### 4.5.1. Demanda de agua del Parque Residencial `Puertas del Sol

El Parque Residencial cuenta con 603 viviendas y una población de 2483 habitantes, la demanda del agua sería la siguiente:

$$\frac{\text{Consumo}}{\text{Día}} = \frac{603 \text{ viviendas}}{\text{Día}} \times \frac{4 \text{ personas}}{1 \text{ vivienda}} \times \frac{150 \text{ H}_2\text{O}}{1 \text{ persona}} = \boxed{361,800 \text{ L/día}}$$

La proyección de la demanda de agua para consumo humano en el parque residencial dentro de 20 años sería la siguiente:

$$\boxed{361,800 \times 20\% = 434,160\text{L}}$$

#### 4.5.2. Característica de la planta de agua, que ya se encuentra instalada.

##### 1 Pozo subterráneo y bomba sumergible

- Descripción	- valoraciones
✓ Ubicado en la parte interior de la zona residencial	
✓ Pozo profundo perforado	
✓ Caudal de la fuente	= 25 lts/seg
✓ Ph del agua	= 7.96
✓ Turbidez de agua	= 5.85 NTU (promedio)
✓ Conductividad eléctrica del agua	= 1867 $\mu\text{m/cm}$
✓ Diámetro de funda $\emptyset$	= 10 <sup>n</sup>
✓ Altura total (profundidad)	= 72.00 m
✓ Equipamiento	= Electro bomba sumergible $\emptyset$ 6 pulgadas, potencia de 25 hp trifásica. Ver anexo 13

## 2 Cisterna de almacenamiento

- Descripción	- valoraciones
✓ Altura total	= 4.63 m
✓ Altura de agua efectiva	= 3.73 m
✓ Capacidad de cisterna total	= 450,000 L
✓ Capacidad de cisterna efectiva	= 360,000 L
✓ Area	= 5 x 8 m

## 3 Estación de bombeo

- Descripción	- valoraciones
✓ Ubicación	=se encuentra posicionada a 8 metros de la fuente
✓ Material	=casa de bomba protección de material noble
✓ Equipamiento	=4 bombas verticales $\varnothing = 6$ , 5 hp c/u, con una presión de 120 psi aprox. Ver anexo 13

### 4.5.3. Planta de tratamiento propuesto

En este trabajo de investigación proponemos como alternativa de solución la propuesta de instalación de una planta de tratamiento de agua consistente en:

- **4 filtros de arena**

- Descripción	- valoraciones
✓ Filtros de arena	= De 20 ft <sup>3</sup>
✓ Flujos de	= 267 a 334 litros por minuto
✓ Tanque	= Composite 30" diámetro x 72" altura
✓ Volumen del medio filtrante	= 15 ft <sup>3</sup> , Multimedia (antracita, arena y grava) o zeolita
✓ Volumen del tanque	= 25.00 (pies cúbicos)
✓ Área del tanque	= 4.91 (pies cuadrados)
✓ Flujo excelente	= 185.79 LPM, (49.09 GPM)
✓ Flujo normal	= 232.20 LPM, (61.36 GPM)

- ✓ Flujo pico = 278.70 LPM, (73.63 GPM)
- ✓ Flujo de retro lavado = LPM
- ✓ Válvula = Fleck 3150 de reloj, Conex. 2"  
= Bronce libre de plomo  
= 5 ciclos  
= Flujos (50 psi Entrada) - Válvula Sola

- **2 Ablandadores de agua**

- **Aplicaciones y ventajas:**

- liminar dureza del agua potable (calcio y magnesio)
- Se evita la incrustación también conocida como sarro y obstrucción de las tuberías y calentadores, ahorrándose costosas reparaciones.
- Hace más eficientes a los calentadores de agua, disminuyendo el consumo de gas o electricidad.
- Ahorro de jabón en el lavado de telas, vajilla, etc.
- Pelo y piel suaves.
- Pre-tratamiento de agua para calderas y torres de enfriamiento.

- **Descripción**

- **valoraciones**

- ✓ Tanque = Composite 30" diámetro x 72" altura
- ✓ Volumen del medio filtrante = 15 ft3, Resina catiónica ciclo sodio
- ✓ Flujo normal = 283.88 LPM, ( 75.00 GPM )
- ✓ Flujo pico = 300.00 LPM, ( 79.20 GPM)
- ✓ Flujo de retro lavado = ...
- ✓ Capacidad granos (económica) =300,000
- ✓ Capacidad granos (normal) =390,000
- ✓ Capacidad granos (máxima) =450,000
- ✓ Volumen del tanque = 25.00 (pies cúbicos)
- ✓ Área del tanque = 4.91 (pies cuadrados)
- ✓ Válvula = Fleck 3150 de reloj, Conex. 2"

- **2 Filtros de carbón activado**

Los purificadores de carbón activados pueden adsorber hasta el 30% de su masa contenida de carbón activado, en contaminantes, principalmente compuestos orgánicos como: plaguicidas, herbicidas, triclorometano y otros compuestos carcinogénicos. Además elimina por reacción el cloro libre en el agua. Así un agua purificada con carbón activado es un agua más pura. Los equipos industriales comerciales de carbón activado para agua industrial son paquetes listos para ser armados e instalados y constan de un tanque de fibra de vidrio, una válvula de montaje superior que puede ser automática o manual, un distribuidor y colector interno, y carbón activado.

El filtro de carbón activado es de 15 ft<sup>3</sup>, flujo para decloración de 185.80 litros por minuto.

**- Descripción**

**- valoraciones**

✓ Tanque	= Composite 30" diámetro x 72" altura
✓ Volumen del medio filtrante de coco	= 15 ft <sup>3</sup> , Carbón activado de concha
✓ Volumen del tanque	= 25.00 (pies cúbicos)
✓ Área del tanque	= 4.91 (pies cuadrados)
✓ Flujo para decloración	= 185.79 LPM, ( 49.09 GPM )
✓ Flujo para olores y sabores	= 111.47 LPM, ( 29.45 GPM)
✓ Flujo para ósmosis inversa	= 92.90 LPM, ( 24.54 GPM)
✓ Flujo de retrolavado	= 185.79 LPM
✓ Válvula	= Fleck 3150 de reloj, Conex. 2"

- **Equipo de osmosis inversa doble paso 10 membranas**

Conformado por:

01 equipo osmosis inversa 6 membranas primer paso y 4 membranas como segundo paso:

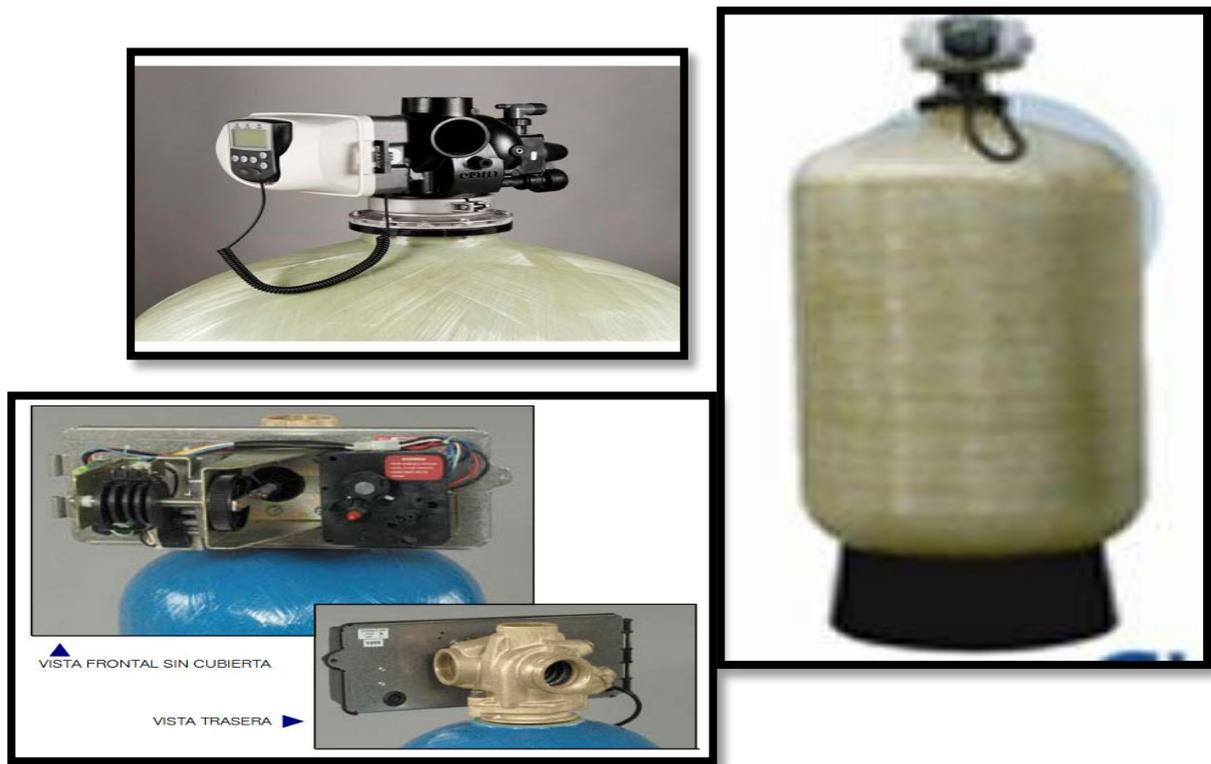
- ✓ Filtro de Sedimentos de 05 micras 4.5" de diámetro x 20" de altura.
- ✓ 10 Porta membranas de acero inoxidable 4" x 40".
- ✓ 10 Membranas para osmosis inversa Ge-Desal AG440.
- ✓ Producción por día 13,200 GPD.
- ✓ Presión de Operación 150-200 psi.
- ✓ Rechazo de sal 95-98%.
- ✓ Juego de Flujometros.
- ✓ Tablero de control completamente automatizado.
- ✓ Medidores de conductividad digital en línea.
- ✓ Electrobombas centrifuga, 3 y 2 HP Marca Flint and Walling, Berkeley o similar en acero inoxidable.
- ✓ Juego de conexiones de alta presión.
- ✓ Juego de manómetros con glicerina en acero inoxidable Válvula solenoide en acero inoxidable.
- ✓ Estructura en acero inoxidable 3.16 resistente a corrosiones y otros agentes oxidantes.

- **Equipo ultravioleta**

**Equipo esterilizador de agua por rayos ultravioletas Marca: STERILIGHT**

**Características técnicas:**

- ✓ Marca: STERILIGHT
- ✓ Capacidad de flujo: 10-12 GPM
- ✓ Voltaje: 220 VAC, 60 Hz
- ✓ Presión de Operación: 125 PSI
- ✓ Dosaje Aluminio Pulido



**Figura 6 Filtros de arena**



**Figura 7 Ablandadores de agua**



**Figura 8 Filtros de carbón activado**



**Figura 9 Equipo de osmosis inversa**



**Figura 10 Equipo ultravioleta**

➤ **Precio de los equipos**

Los precios de los equipos lo obtuvimos de la empresa NOVEN SISTEMAS DE AGUA, es una empresa mexicana distribuidora de equipos y accesorios para plantas de tratamientos de agua, ([www.novenweb.com.mx](http://www.novenweb.com.mx))

<b>PRECIO DE LOS EQUIPOS</b>		
<b>UNIDAD</b>	<b>EQUIPOS</b>	<b>COSTO</b>
4	Filtro de arena	52,752 S/.
2	Ablandador de agua	26,366 S/.
2	Filtro de carbón activado	25,000 S/.
1	Osmosis inversa	25,000 S/.
1	Lámpara ultravioleta	3541 S/.
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>107,659 S/.</b>

**Cuadro 10 precio de los equipos**

## V. DISCUSION

Analizamos los parámetros físico-químicos del agua subterránea del parque residencial puertas del sol, los cuales estos resultados son consistentes con otros estudios realizados en esta misma residencial, La Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA, 2014), quienes realizaron un estudio físico-químico del agua subterránea del parque residencial puertas del sol, demostraron que parámetros como la dureza, calcio, magnesio, pH, alcalinidad sobrepasaban los límites máximos permisibles de calidad del agua y que estos eran causantes de las molestias que genera en sus hogares específicamente en sus tuberías y artefactos domésticos. Ello es acorde con lo que en este estudio se realizó.

Pero, en lo que no concuerda el estudio de DIGESA referidas con el presente, es que DIGESA propone 4 filtros de arena para la solución del problema, lo cual en este estudio no se encuentra estas propuestas, nos basamos en un sistema de tratamiento de agua más completo basándose en parámetros químicos que se tiene que disminuir para que esta agua sea de consumo humano bajo reglamentos de calidad del agua.

La conductividad del agua subterránea del parque residencial puertas del sol es de 1920  $\mu\text{S}/\text{cm}$  se encontró por encima de los límites máximo permisibles emitidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. (1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ )

La mayor conductividad eléctrica en pozos subterráneos se debe a la contaminación de las aguas subterráneas relacionada principalmente con el nivel freático que es poco profundo; este riesgo para la calidad del agua se debe a que la ciudad cuenta con un drenaje sanitario y pluvial deficiente, gran parte de estas escurren o se infiltran hacia ellos tal como reporta Granel et al. (2002). Este efecto del incremento de la conductividad en las aguas de pozos superficiales estaría también directamente relacionado con el aporte de residuos sólidos por efecto dilución al momento en que la lluvia llega al suelo diferentes factores comienzan a afectar su uso futuro como fuente de consumo humano tal como menciona Orozco et al. (2008)

La conductividad eléctrica del estudio es superior a los reportados por Pérez et al. (2003) quienes reportan valores entre 383 – 639  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en aguas subterráneas de Zimapán en México, asimismo por Orozco et al. (2008) quienes cifran valores de 71 - 496  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y Montes de Oca Martínez (2009) quien reporta una conductividad de 153.9 – 650  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , es probable que estas diferencias sean por las condiciones del medio ambiente tal como menciona Granel et al. (2002)

Por consiguiente de acuerdo a los resultados de análisis de conductividad a través de la medición directa, se determina que el agua de pozos artesanales no son aptas para consumo humano por mostrar valores que exceden los LMP emitidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. (1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

La dureza total en el agua subterránea del parque residencial puertas del sol fue 560 mg/L, el promedio de las aguas subterráneas es mayor a los límites máximo permisibles emitidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. (500 mg/L).

En cambio Vence et al. (2009) en aguas subterráneas en los municipios de la Paz y San Diego Colombia, reporta valores de 15 mg/L a 180 mg/L de dureza cifras inferiores al presente estudio. En investigaciones realizadas por Pérez et al. (2003) reportan valores entre 150.80 mg/L a 348.60 mg/L.

La turbiedad 5.85 UNT se encontró fuera de los límites máximo permisibles emitidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA (5 NTU).

La turbiedad del agua es producida por materias en suspensión, como arcillas, cieno o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton, sedimentos procedentes de la erosión y microorganismos. La turbiedad se utiliza para indicar la calidad del agua y la eficiencia de la filtración para determinar si hay presencia de organismos que provocan enfermedades (Marcó et al., 2004).

Los valores del estudio son inferiores a los reportes por Esparza et al (2005) en aguas de pozos de Pelipeline y Jallamilla del distrito de Achaya Azángaro - Puno, quienes citan valores de 20.50 NTU a 141 NTU.

Evaluamos la efectividad del tratamiento propuesto mencionando equipos de tratamiento de agua, para bajar los parámetros físico-químicos de las aguas subterráneas del parque residencial puertas del sol y en concordancia con Moreno (2011), quien menciona los mismos equipos que se utilizaría para tratar el agua con estos problemas es por eso que Moreno recomienda que se utilice filtros de arena, suavizadores de agua, carbón activado y osmosis inversa para tener una agua apta para consumo humano, en concordancia con lo propuesto en nuestra proyecto de tesis.

Aunque López (2015) en su trabajo diseño de tratamiento de agua potable por osmosis inversa menciona que, no es necesario llegar a un tratamiento de osmosis inversa debido ya que es suficiente con el pre tratamiento del agua como son filtros de arena, suavizadores, carbón activado, para obtener un agua de consumo humano permitidos por el reglamento de calidad de agua ya que el osmosis genera una agua ultra pura y muy costosa.

Se evaluó los parámetros físico-químicos de las aguas subterráneas después del tratamiento propuesto del parque residencial puertas del sol, distrito de la victoria-Lambayeque, los cuales obtuvimos resultados positivos y muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, en concordancia con Romero (2016), que realizo un análisis físico-químico después de haber tratado su agua mediante un sistema de osmosis inversa lo cual obtuvo resultados que eran muy bajos sobre todo parámetros como dureza total, sal, cloruros, calcio y magnesio.

## **VI. CONCLUSIONES**

- 1.** Se logró analizar los parámetros físico-químicos del agua subterránea del parque residencial puertas del sol, distrito de la victoria-Lambayeque corroborando los análisis realizados por la DIGESA arrojando que efectivamente la calidad del agua no cumplía los estándares requeridos para consumo humano en nuestro país.
- 2.** Se evaluó y se pudo medir la efectividad de la propuesta por medio de un tratamiento físico-químico con equipos de tecnología de punta para la filtración de agua subterránea.
- 3.** Se logró evaluar y medir la calidad del agua después del tratamiento propuesto obteniendo agua de muy buena calidad para consumo dentro de los estándares requeridos por la normatividad nacional e internacional.
- 4.** Se realizó la comparación de los diferentes análisis físico –químicos con los estándares de calidad del agua antes y después de la propuesta de las aguas subterráneas del Parque Residencial Puertas del Sol, Distrito de la Victoria-Chiclayo. Para su uso como agua potable.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- 1.** Desarrollar programas de vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano, por parte de la Municipalidad Provincial de Chiclayo a través de EPSEL y DIGESA.
- 2.** Educar a la población como medida inmediata sobre cómo hacer uso de las aguas subterráneas en labores domésticas, agrícolas, comerciales entre otros.
- 3.** Es muy importante que al tomar las muestras para analizar los parámetros físico-químicos del agua subterránea de un pozo tubular se usen envases estériles y limpios para no alterar su composición.
- 4.** En esta propuesta de tesis siempre habrá oportunidades de una mejora continua; por lo tanto se recomienda a futuros estudiantes o profesionales que tengan interés en el proyecto puedan complementar la propuesta con mayor innovación tecnológica y técnicas para el tratamiento de las aguas subterráneas con problemas físico- químicos. .

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Acuaristas del Peru. (25 de 5 de 2008). *www.acuaristasperu.com*. Obtenido de [www.acuaristasperu.com](http://www.acuaristasperu.com):  
<http://www.acuaristasperu.net/forum/index.php?topic=212.0>
- Arbulu, A. (2001). muestreo y analisis de aguas de pozos. Universidad Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque. Recuperdo de [http://www.arbulu.terry.com/articulos/MONITOREO\\_AGUA\\_SUBTERRANEA%20DE%20C HICLAYO.pdf](http://www.arbulu.terry.com/articulos/MONITOREO_AGUA_SUBTERRANEA%20DE%20C HICLAYO.pdf)
- Arnedo, A. (2007). Dureza del agua de consumo doméstico y prevalencia de eczema atópico en escolares de Castellón, España. *Salud Publica de Mexico*, 295-299
- Aquaprof. (2016). *Aquaprof*. Obtenido de <http://www.aquaprof.es/info/descalcificadores/dureza/>
- .Azan, M. (2008). *slideplayer*. Obtenido de slideplayer:  
<http://slideplayer.es/slide/3924269/>
- Chulluncuy, N. (2011). *Tratamiento de agua para consumo*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. Recuperdo de [http://fresno.ulima.edu.pe/sf/sf\\_bdfde.nsf/OtrosWeb/Ing29Tratamiento/\\$file/07-ingenieria-calidad-CHULLUNCUY.pdf](http://fresno.ulima.edu.pe/sf/sf_bdfde.nsf/OtrosWeb/Ing29Tratamiento/$file/07-ingenieria-calidad-CHULLUNCUY.pdf)
- Collazo, M & Montaña, J. (2012). *Manual de Agua Subterránea*. Uruguay: Denad Internacional S.A. Recuperado por <http://www.cebra.com.uy/presponsable/adjuntos/2012/11/Manual-de-agua-subterranea-bajo.pdf>
- Empresa Municipal de Aguas de Huelva SA. (2011). *Aguas de Huelva*. Obtenido de <http://www.aguashuelva.com/ESP/973.asp>

- EROSKI. (2005). dureza del agua. *eroski contigo*, 1-3. Obtenido de [http://www.consumer.es/web/es/economia\\_domestica/servicios-y-hogar/2005/11/29/147356.php](http://www.consumer.es/web/es/economia_domestica/servicios-y-hogar/2005/11/29/147356.php)
- Martinez, R. (10 de 7 de 2014). *slideshare*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/roxamartical/presentacion-dureza-de-aguas>
- Masiero, I. (2012). *slideplayer*. Obtenido de slideplayer: <http://slideplayer.com.br/slide/363778/>
- Neira, M. (2006). *Dureza en aguas de consumo humano y uso industrial, Impactos y medidas de mitigación. Estudio de caso: chile*. Universidad de Chile, Chile. Recuperada por [http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2006/neira\\_m/sources/neira\\_m.pdf](http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2006/neira_m/sources/neira_m.pdf)
- Ordoñez, J. (2011). *Aguas Subterráneas—Acuífero*. Lima: Sociedad Geográfica de Lima. Recuperdo de [http://www.gwp.org/global/gwp-sam\\_files/publicaciones/varios/aguas\\_subterraneeas.pdf](http://www.gwp.org/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/aguas_subterraneeas.pdf)
- Ribera, B. (20 de 3 de 2012). *slideshare*. Obtenido de slideshare: <http://es.slideshare.net/jotacealejo/determinacin-de-la-dureza-del-agua-beatriz-afn-de-rivera>
- Rodriguez, S. (2010). *La Dureza del Agua*. Universidad Tecnológica Nacional, Argentina. Recuperado de [http://www.edutecne.utn.edu.ar/agua/dureza\\_agua.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/agua/dureza_agua.pdf)
- Textos Científicos. (20 de 11 de 2006). *Textos Científicos.com*. Obtenido de <http://www.textoscientificos.com/quimica/dureza-ablandamiento-agua>
- Universidad Pontifica de Chile. (s.f). agua duras. *facultad de quimica*. obtenido de <http://www.revistaapuntes.uc.cl/quimica/html/sabesquees.html>
- Wateruality. (2013). *Wateruality info net*. Obtenido de [https://www.tucsonaz.gov/files/water/docs/Hard\\_Water\\_Spanish\\_6\\_7\\_2013.pdf](https://www.tucsonaz.gov/files/water/docs/Hard_Water_Spanish_6_7_2013.pdf)
- Yanacocha. (2006). *yanacocha*. Obtenido de yanacocha: <http://www.yanacocha.com/2-tratamiento-del-agua/>

## IX. ANEXOS.

### Anexo N° 1.

## INFORMACIÓN BÁSICA DE DEL PARQUE RESIDENCIAL PUERTAS DEL SOL



GOBIERNO REGIONAL LAMBAYEQUE  
GERENCIA REGIONAL DE SALUD LAMBAYEQUE  
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL

"Año de la Promoción de La Industria Responsable y del Compromiso Climático"

#### INFORME N° 001 –2014–G.R.LAMB/GERESA-DESA–USB

A : Ing. Liliana Díaz Ríos  
Directora Ejecutiva de Salud Ambiental

ASUNTO : Informe de Evaluación Técnica al Sistema de Agua para Consumo Humano del Parque Residencial Puertas Del Sol – Distrito de Chiclayo.

REF. : Solicitud S/N Reg. Doc: 1181277 Reg. Exp: 976025

FECHA : Chiclayo, 09 de Enero del 2014

Por medio del presente informo a Usted respecto a la inspección realizada el día 07 de Enero del 2014 para la evaluación del Sistema de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano del Parque Residencial Puertas Del Sol, jurisdicción del Distrito de Chiclayo.

#### 1. ANTECEDENTES:

El Parque Residencial Puertas Del Sol, actualmente cuenta con un sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, el mismo que se encuentra en un 80% de avance construido, este sistema viene siendo ejecutado por la Empresa Constructora Galilea S.A.C.

Con solicitud S/N Reg. Doc.: 1181277 Reg. Exp: 976025 de fecha 03/01/2014, moradores del Parque Residencial Puertas Del Sol solicitan a la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental una evaluación Técnica al Sistema de Agua para Consumo Humano, el mismo que se detalla.

#### 2. BASES LEGALES:

- Ley N° 26842, Ley de Salud;
- Ley N° 27657 del Ministerio de Salud;
- Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento;
- Reglamento de los Requisitos Oficiales Físico - Químico y Bacteriológico que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potables. Resolución Suprema del 17-12-1946 y
- Valores Guía de la Organización Mundial de la Salud.

#### 3. GENERALIDADES:

##### 3.1 UBICACIÓN

El Parque Residencial Puertas Del Sol, se ubica al sur del distrito de Chiclayo, carretera a Requena, Panamericana Norte Km. 778 + 500.

##### 3.2 POBLACION AFECTADA

La población total de la localidad es de aproximadamente 2,412 habitantes.

N° de viviendas = 603

N° de viviendas con conexiones domiciliarias de agua = 603

#### "SALUD NUEVA ACTITUD"

GERESA-L: Av. Salaverry N° 1610 – Chiclayo Teléfono: 607561 Telefax: 201562  
DESA: Calle Manuel Suárez N° 126 – Chiclayo Teléfono: 491584 Telefax: 492235  
Email: desa\_lamb@yahoo.es

Anexo N° 2.

RESULTADO DE INSPECCION TECNICA SANITARIA



Gobierno Regional Lambayeque  
Gerencia Regional de Salud  
Chiclayo  
Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental

“Año de la Promoción de la Industria Responsable y del Compromiso Climático”

Chiclayo, 14 ENE 2014

OFICIO N° 00087 -2014.GR.LAMB/GERESA/DESA.

Sr.  
CARLOS MARTIN MATIENZO ALVA  
Presidente del Parque Residencial Puertas del Sol  
Panamericana Sur Km 778+500 - Chiclayo  
Presente.-

ASUNTO: **REMITO RESULTADO DE INSPECCIÓN TECNICA SANITARIA**

REF.: INFORME N° 001 -2014-GR.LAMB/GERESAL-DESA-USB REG.DOC:1196286  
EXP. 976025

Tengo el agrado de dirigirme a usted para expresarle mi cordial saludo, a la vez hacerle llegar adjunto al presente los resultados de la Inspección Técnica Sanitaria del Sistema de Agua para consumo humano, cuya actividad ha sido realizada por personal profesional de la Unidad de Saneamiento Básico; el mismo que se remite para conocimiento de las conclusiones.

Ocasión para testimoniarle mi consideración y estima personal; me despido de usted.

Atentamente,



Gobierno Regional de Lambayeque  
Gerencia Regional de Salud

Dr. Carlos F. Uriarte Núñez  
GERENTE REGIONAL

CFUN/ldr  
c.c.:  
DESA  
USB  
Empresa constructora Galilea SAC  
Archivo  
FOLIOS:07

*Alfonso Ugarte*

REG. DOC.: 1202463  
REG. EXP.: 976025

“SALUD UNA NUEVA ACTITUD”  
GERESA-L: Av. Salaverry N° 1610 – Chiclayo Teléfono: 201562  
DESA: Calle Manuel Suárez N° 126 – Chiclayo Teléfono: 491584  
[www.regionlambayeque.gob.pe](http://www.regionlambayeque.gob.pe)

**Anexo N° 3.**

**NORMAS INTERNACIONALES DE CALIDAD DEL AGUA DE  
CONSUMO HUMANO**

<b>País</b>	<b>Dureza [mg/L]</b>	<b>Calcio [mg/L]</b>	<b>Magnesio [mg/L]</b>	<b>Año Norma</b>	<b>Nombre de la Norma</b>
OMS	-	-	-	2004	VALORES GUIAS
Chile	-	-	125	2005	NCH 409/1
C.E. Europea	-	100	50	1980	CD 80/778/EEC
Canadá	500	-	-	2004	GUIDELINES
Estados Unidos	-	-	-	2003	EPA 816 - F
México	500	-	-	2000	NOM-127-SSA1
Guatemala	500	150	100	1998	NGO29001
Honduras	400	100	50	1995	ACUERDO N° 084
El Salvador	400	75	50	1997	NSO130701
Nicaragua	400	100	50	1994	CAPRE
Costa Rica	400	100	50	1997	DTO. 25991-S
Panamá	-	-	-	1999	RESOLUCION N° 579
Republica Dominicana	500	200	150	1980	NOR-DOM
Cuba	400	-	-	1997	NC93-02
Colombia	160	60	36	1998	DEC 475/98
Venezuela	500	-	-	1998	NORM 187 & 138
Brasil	500	-	-	1990	PORTA-RIA 36-GM
Ecuador	500	-	-	1992	IEOS
Perú	300	-	-	1999	DIGE-SA (propuesta)
Bolivia	500	200	150	1997	IBNORCA NB512
Paraguay	400	100	50	2000	LEY N°1614
Uruguay	500	-	-	1996	DTO.27335
Argentina	400	-	-	1994	CODIGO ALIMENTARIO

## Anexo Nº 4.

### ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA

#### CATEGORÍA 1: POBLACIONAL y RECREACIONAL

PARAMETRO	UNIDAD	AGUAS SUPERFICIALES DESTINADAS A LA PRODUCCION DE AGUA POTABLE			AGUAS DESTINADAS PARA RECREACION	
		A1	A2	A3	B1	B2
		AGUAS QUE PUEDEN SER POTABILIZADAS CON DESINFECCION	AGUAS QUE PUEDEN SER POTABILIZADAS CON TRATAMIENTO CONVENCIONAL	AGUAS QUE PUEDEN SER POTABILIZADAS CON TRATAMIENTO AVANZADO	CONTACTO PRIMARIO	CONTACTO SECUNDARIO
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
FISICOS QUIMICOS	Y					
Dureza	mg/l	500	..	..	..	..

## Anexo Nº 5.

### 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	mg L <sup>-1</sup>	1 000
8. Cloruros	mg Cl <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	250
9. Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> L <sup>-1</sup>	250
10. Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	500
11. Amoníaco	mg N L <sup>-1</sup>	1,5
12. Hierro	mg Fe L <sup>-1</sup>	0,3
13. Manganeseo	mg Mn L <sup>-1</sup>	0,4
14. Aluminio	mg Al L <sup>-1</sup>	0,2
15. Cobre	mg Cu L <sup>-1</sup>	2,0
16. Zinc	mg Zn L <sup>-1</sup>	3,0
17. Sodio	mg Na L <sup>-1</sup>	200

UCV = Unidad de color verdadero  
 UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

## Anexo N° 6.

### PARAMETROS QUE AFECTAN LA CALIDAD ESTETICA Y ORGANOLEPTICA

Item	Parámetro	Unidad de medida	Concentración o valor
1.	Color	mg/l Pt/Co escala	15
2.	Turbiedad agua superficial agua subterránea	Unidades nefelométricas de turbiedad	5 10
3.	Olor		inofensivo
4.	Sabor		inofensivo
6.	Ión hidronio (i)	valor de pH	6,5 a 8,5
7.	Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$	1500
8.	Sulfato (ii)	mg/l como $\text{SO}_4$	400
9.	Cloruro	mg/l Cl	400
10.	Calcio (iii)	mg/l como Ca	30 - 150
11.	Magnesio	mg/l como Mg	30 - 100
12.	Sodio	mg/l como Na	200
13.	Alcalinidad (iii)	mg/l como $\text{CaCO}_3$	25
14.	Dureza total	mg/l como $\text{CaCO}_3$	100 - 500
15.	Residuo seco total	mg/l	1000 (180°C)
16.	Oxidabilidad	mg/l como $\text{O}_2$	5
17.	Aluminio (i)	$\mu\text{g}/\text{l}$ como Al	200
18.	Hierro (i)	$\mu\text{g}/\text{l}$ como Fe	300
19.	Manganeso (i)	$\mu\text{g}/\text{l}$ como Mn	100
20.	Cobre (i)	$\mu\text{g}/\text{l}$ como Cu	1000
21.	Cinc (i)	$\mu\text{g}/\text{l}$ como Zn	5000
22.	Material extractable (i) (éter de petróleo)	$\mu\text{g}/\text{l}$	10
23.	Extracto carbón cloroformo (i)	$\mu\text{g}/\text{l}$ residuo seco	200

## Anexo N° 7.

### PROCESOS BIOLÓGICOS QUE AFECTAN A LA REPRESENTATIVIDAD DE LA MUESTRA DEL AGUA.

Produce/Afecta a	Proceso	Produce/Afecta a
Consumo de constituyentes presentes en la muestra	Oxidación (muestra en contacto con aire)	Compuestos orgánicos, Hierro y sulfuros (cambio estado de oxidación)
Modificación de la naturaleza de la muestra	Volatilización	Oxígeno, cianuros, mercurio
Generación de nuevos constituyentes	Absorción de CO <sub>2</sub> del aire	Cambio contenido de CO <sub>2</sub> , pH, conductividad
Modificación concentración de O <sub>2</sub> disuelto CO <sub>2</sub> , compuestos nitrogenados, fósforo y silicio.	Absorción sobre las paredes del recipiente y sobre la materia sólida en suspensión	Metales disueltos coloidalmente, compuestos orgánicos

## Anexo N° 8.

### PARÁMETROS DE CAMPO FÍSICO-QUÍMICOS, INORGÁNICO Y METALES PROPUESTOS.

Parámetro de Campo		Parámetro Físico-Químico	
pH		Dureza Total	
Temperatura		TDS	
Oxígeno Disuelto		TSS	
Conductividad		TS	
Turbidez		Alcalinidad Total	
Caudal		Acidez	
Parámetro Inorgánico		Metales Totales	
<b>Iones Mayoritarios</b>	<b>Aniones</b>	Hierro	Selenio
Calcio	Nitratos	Mercurio	Zinc
Magnesio	Flúor	Arsénico	
Sodio	Bromuro	Cadmio	
Carbonato	<b>Cianuros</b>	Cromo	
Bicarbonato	CN (Total)	Cobre	
Sulfatos	<b>Fosfatos</b>	Níquel	
Cloruros	P-Total	Plomo	

## Anexo N° 9.

### REQUISITOS PARA LA TOMA DE MUESTRA DE AGUA Y ACONDICIONAMIENTO.

Grupo de Parámetro	Parámetro	Recipiente	Acondicionamiento	Tiempo máximo	
De Campo	Temperatura	Análisis a pie de pozo	Análisis a pie de pozo	-	
	Sólidos en Suspensión	Polietileno 1000mL	Refrigeración (4- 5° C)	24 horas	
	Conductividad Eléctrica	Análisis a pie de pozo	Análisis a pie de pozo	24 horas	
	pH	Análisis a pie de pozo	Análisis a pie de pozo	-	
	Oxígeno Disuelto	Botella especial para DBO	Añadir 1mL de Sulfato de Manganoso, 1mL, solución ionizada, 1mL ácido sulfúrico concentrado		
	Sólidos en Suspensión	Polietileno	Refrigeración (4- 5° C)	-	
	Turbidez	Polietileno 200 mL	Refrigeración (4- 5° C)	24 horas	
Físicos – Químicos	Dureza	HNO <sub>3</sub> a ph < 2		1 mes	
	Alcalinidad/Acidez	Polietileno o Vidrio	Refrigeración (4- 5° C)	24 horas	
Inorgánico (Iones Mayoritarios)	Sodio	Polietileno (1000 mL)	Filtro 0.45 µm,Refrigeración (4- 5° C)	1 mes	
	Potasio	Polietileno (1000 mL)	Filtro 0.45 µm. Refrigeración (4- 5° C)	1 mes	
	Calcio	Polietileno (1000 mL)	Refrigeración (4- 5° C)	Hasta 48 h si CE > 70 mS/cm	
	Magnesio	Polietileno (1000 mL)	Filtro 0.45 µm ,Refrigeración (4- 5° C)		
	Carbonatos	Polietileno (1000 mL)	Refrigeración (4- 5° C)		
	Bicarbonatos	Polietileno (1000 mL)	Refrigeración (4- 5° C)		
	Cloruros	Polietileno (1000 mL)	Filtro 0.45 µm ,Refrigeración (4- 5° C)	1 mes	
	Sulfatos	Polietileno (1000 mL)	Filtro 0.45 µm ,Refrigeración (4- 5° C)	1 semana	
	(Cianuro)	Cianuro	Polietileno (500 mL)	Refrigeración (4- 5° C).NaOH a pH > 12; 0.6 g ácido ascórbico	14 días
	(Aniones)	Fluoruro	Polietileno (500 mL)	Refrigeración (4- 5° C)	1 mes
		Nitrato	Polietileno o Vidrio (1000 mL)	ph<2 o refrigeración filtrado a 0.45µm y refrigeración a 4-5 ° C	24/ 48 horas
	(P-total)	Fósforo	Vidrio(1000 mL) o Vidrio Borosilicatado	Refrigeración (4- 5° C)	24 horas
	Metales	Cadmio	Polietileno o Vidrio (500 mL)	Filtrar sellado 0.45 µm, acidificar a ph < 2 con ácido nítrico concentrado y refrigerar (4 -5 ° C)	1 mes
		Zinc	Polietileno o Vidrio (500 mL)	Filtrar sellado 0.45 µm), acidificar a ph < 2 con ácido nítrico concentrado y refrigerar (4 -5 ° C)	1 mes
Hierro		Polietileno o Vidrio (500 mL)	Filtrar sellado 0.45 µm, acidificar a ph < 2 y refrigerar (4 -5 ° C)	1 mes	
Selenio		Polietileno o Vidrio (500 mL)	Filtrar sellado 0.45 µm, acidificar a ph < 2 y refrigerar (4 -5 ° C)	1 mes	
Arsénico		Polietileno o Vidrio (500 mL)	Filtrar sellado 0.45 µm, acidificar a ph < 2 y refrigerar (4 -5 ° C)	1 mes	
Cromo		Polietileno o Vidrio (500 mL)	Filtrar sellado 0.45 µm, acidificar a ph < 2 y refrigerar (4 -5 ° C)	1 mes	
Cobre		Polietileno o Vidrio (500 mL)	Filtrar sellado 0.45 µm, acidificar a ph < 2 y refrigerar (4 -5 ° C)	1 mes	
Níquel		Polietileno o Vidrio (500 mL)	Filtrar sellado 0.45 µm, acidificar a ph < 2 y refrigerar (4 -5 ° C)	1 mes	
Plomo		Polietileno o Vidrio (500 mL)	Filtrar sellado 0.45 µm, acidificar a ph < 2 y refrigerar (4 -5 ° C)	1 mes	
		Mercurio	Botella de Vidrio (1000) mL	Filtrar (0.45 µm), acidificar a ph < 2 con HNO <sub>3</sub> y adición de K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> hasta una concentración de 0.05% y refrigerar (4 -5 ° C)	5 Semanas

Anexo Nº 10.

VERIFICACIÓN DE EQUIPO Y MATERIAL PARA LA CAMPAÑA DE MUESTREO

<b>Check-List 1 , Revisión de Material Pre-muestreo</b>			
<b>Proyecto</b>		<b>Técnico</b>	
<b>Lugar</b>		<b>Fecha</b>	
<b>MATERIAL UBICACIÓN</b>			
	Itinerario para la salida (ruta, puntos de control)		
	Mapa de la zona		
	Mapa de situación de los puntos a muestrear		
	GPS		
	Fotografía Aéreas		
	Brújula		
<b>MEDICIÓN DE PARÁMETROS EN CAMPO</b>			
	Equipo para medición in-situ y complementos		
	Equipos para la calibración		
	Limpieza de los equipos		
	Copia de los manuales de uso de los equipos		
<b>TOMA DE MUESTRA</b>			
	Recipientes de vidrios o plásticos, según corresponda		
	Probeta plástica graduada de 1000 o 2000 <u>mL</u>		
	Bolsa de hielo		
	Papel Absorbente		
	Limpieza del material		
	Bolsa de residuos		
	Estabilizadores de muestras		
	Cuerda		
	Rotulador /marcador		
	Etiquetas para los botellas de muestra		
	Nevera		
	Impresos de Identificación de muestras		
	Cuaderno de campo		
	Navaja		
	Cuaderno de campo		
<b>PROTECCIÓN Y SEGURIDAD LOS TÉCNICOS</b>			
	Guantes y protector de los ojos		
	Jabón y toalla		
	Botiquín de primeros auxilios		
	Caja de cerillas		
	Linterna		
	Agua y alimento		

**Anexo Nº 11.**

**REGISTRO MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA**

CHECK-LIST 2: REGISTRO MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA							
Código de la muestra			Proyecto				
Operario		Organismo		Código del Punto			
Fecha		Hora		Piezómetro			
Origen de la muestra		Captación		Tipo de bomba			
PROCESO DE PURGADO							
Datos de la Captación			Medición del Flujo				
Diámetro (D, cm)			Nivel estático al principio (NEA, m)				
Profundidad (L, m)			Profundidad actual de la bomba				
Nivel estático del agua (NEA, m)			Duración del purgado				
Columna del agua (= L-NEA, m)			Caudal del bombeo (t)				
Volumen inicial en el sondeo (V, L)			Caudal del bombeo (t + 1)				
Bomba para purgado (QP)			Volumen purgado				
Tiempo de purgado (= V/QP)			Nivel dinámica de agua				
Medición del Flujo			Mediciones Químicas en Campo				
Nivel estático al principio			Hora de inicio del muestreo	Temperatura (° C)	CE (µm/cm)	pH	
Profundidad actual de la bomba							
Duración del purgado							
Caudal del bombeo (t)			+ 10 min				
Caudal del bombeo (t + 1)			+ 20 min				
Volumen purgado			+ 30 min				
Nivel dinámica de agua			+ 40 min				
PARÁMETROS IN-SITU							
Temperatura (° C)		pH		EC(µm/cm)			
Olor			Color				
Preparación de muestra para análisis				Profundidad toma muestra (m)			
Oxígeno Disuelto		Nitratos		Mercurio			
Sodio		Flúor		Arsénico			
Carbonato		Bromuro		Cadmio		Níquel	
Bicarbonato		Cianuro		Cromo		Plomo	
Sulfatos		Fosfato Total		Cobre		Selenio	
Cloruros		Hierro		Cobalto		Zinc	
OBSERVACIONES							

**Anexo N° 12.**

**MUESTRA EL PROCEDIMIENTO GENERAL PARA LA TOMA DE MUESTRA.**



## INFORME DE DIGESA



GOBIERNO REGIONAL LAMBAYEQUE  
GERENCIA REGIONAL DE SALUD LAMBAYEQUE  
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL

“Año de la Promoción de La Industria Responsable y del Compromiso Climático”

### INFORME N° 001 –2014–G.R.LAMB/GERESA-DESA-USB

N° de viviendas que no cuentan con conexiones domiciliarias =0.

#### 4. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO:

##### 4.1 SISTEMA DE AGUA POTABLE

El Sistema de Abastecimiento de Agua Potable es manejada por la Empresa Constructora Galilea S.A.C, momentáneamente, esta hasta que se entregue la administración a la Empresa Prestadora de Servicio de Saneamiento de Lambayeque EPSEL S.A.

##### **Fuente de abastecimiento**

La fuente de abastecimiento del sistema es del tipo subterráneo: 01 pozo profundo perforado.

##### **Tipo de Sistema**

El sistema de abastecimiento de agua para consumo humano es del tipo Bombeo con tratamiento.

##### **Tratamiento**

El tratamiento se realiza mediante desinfección con dosificación de cloro a nivel de pozo y a través de sistema de filtración con 05 filtros tipo jumbo con material filtrante.

##### **Zona de Servicio**

En general las áreas de servicio de este sistema, corresponden generalmente al uso doméstico en un total de 603 aprox. conexiones (viviendas).

##### **Componentes del Sistema**

El sistema cuenta con los siguientes componentes:

##### > **Captación:**

-Ubicación: El pozo se encuentra ubicado en el interior de la zona residencial.

-Caudal fuente = 25 lts/seg.

-pH del agua = 7.96

-Turbidez de agua = 1.8 NTU (promedio)

-Conductividad Eléctrica Agua= 1867  $\mu$ S/cm

Pozo tubular, características:

-Diámetro funda  $\varnothing$ i = 10"

-Altura total (Prof.) = 72.00 m.

-Nivel Estático = no fue posible medir.

-Nivel Dinámico= no fue posible medir.

-Equipamiento = Electrobomba sumergible  $\varnothing$  6" y potencia 25 HP; trifásica.

##### > **Estación de Bombeo:**

-Ubicación: Se encuentra posicionada a 8 metros de la fuente.

-Material = Casa de bomba, protección de material noble.

-Equipamiento = 04 bombas verticales de  $\varnothing$  =6", 5 HP c/u, con una presión de 120 psi aprox.

#### **“SALUD NUEVA ACTITUD”**

GERESA-L: Av. Salaverry N° 1610 – Chiclayo Teléfono: 607561 Telefax: 201562

DESA: Calle Manuel Suárez N° 126 – Chiclayo Teléfono: 491584 Telefax: 492235

Email: [desa\\_lamb@yahoo.es](mailto:desa_lamb@yahoo.es)

## Anexo N° 14.

### COSTOS DE EQUIPO



Carbón activado y equipo de tratamiento de agua

Carbotecnia, S.A. de C.V.  
Calle B 2105 A  
El Tigre Zapopan Zapopan  
Jalisco México 45134

#### Dirección de facturación y de envío:

Kelvin Baron Guevara  
México

Kelvin Baron Guevara  
México

Cotización # A32295

**Fecha de cotización:**  
01/12/2017 10:42:53

**Vendedor:**  
Yesica Isabel Arellano Rodríguez

**Término de Pago:**  
Contado

**Vigencia:**  
08/12/2017

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Desc.(%)	Impuestos	Precio
[G_000103] Suavizador 30" x 72", Válvula 2850 Timer E-M	1.0000 pieza(s)	114,544.00	23.00	IVA 0% Ventas	\$ 88,198.88
<b>Total base</b>				<b>\$ 88,198.88</b>	<b>MXN</b>
<b>Impuestos</b>				<b>\$ 0.00</b>	<b>MXN</b>
<b>Total</b>				<b>\$ 88,198.88</b>	<b>MXN</b>

#### CONDICIONES DE VENTA:

Material puesto en: Nuestra Planta en Zapopan Jalisco.

Tiempo de entrega:

(T.E. Corre a partir de la fecha del depósito y datos completos.)

Productos disponibles salvo previa venta, favor de confirmar la disponibilidad antes de hacer la compra.

NO INCLUYE INSTALACIÓN.

Puede leer nuestras políticas de venta en la siguiente liga: <https://www.carbotecnia.info/politicas-y-condiciones/>

Término del pago: Fin de Mes Siguiente

#### Depósitos en Moneda Nacional.

Banco: Citibanamex Cta. 5500499 Sucursal. 891  
Clabe. 002320089155004993

#### Depósitos en Moneda Extranjera (USD)

Banco: Citibanamex Cta. 9766205 Sucursal. 891  
Clabe. 002320089197662050

Cuenta para transferencia internacional. 002320089197662050

Código SWIFT: BNMXXMM

Código ABA (BANAMEX): 026007715

ANALISIS MICROBIOLOGICO.



**BIOMED**  
Laboratorio Especializado

- BIOQUIMICA - HEMATOLOGIA
- INMUNOSEROLOGIA
- ESTUDIO DE BIOPSIAS - PAP
- ESTUDIOS HORMONALES
- ESTUDIOS MICROBIOLOGICOS
- MARCADORES TUMORALES
- ESPERMATOGRAMA OMS 2010
- FRAGMENTACION ADN ESPERMATICO
- CAPACITACION ESPERMATICA
- CITOGENETICA HUMANA
- PRUEBAS DE INFERTILIDAD
- PRUEBAS DE PATERNIDAD

ANALISIS BACTERIOLOGICO DE AGUA SUBTERRANEA

1.- DATOS GENERALES DE LA MUESTRA

- 1.1.- DESCRIPCION : Agua tratada para proceso de Diálisis
- 1.2.- REGISTRO : 16/12/17
- 1.3.- SOLICITUD : Sr. JOSE HURTADO MUGUERZA
- 1.4.- RECOLECCION: Recipientes estériles 16/12/17, 06:00 pm
- 1.5.- LUGAR : Parque Residencial Puertas del Sol Galilea

MUESTRA 1: AGUA DE POZO

- 1.6.- VOLUMEN : 40 ml

2.- ANALISIS PROCESADOS

- 2.1.- RECUENTO TOTAL DE BACTERIAS AEROBIAS MESOFILAS
- 2.2.- RECUENTO DE BACTERIAS COLIFORMES
- 2.3.- RECUENTO BACTERIAS ENTEROCOCOS FAECALIS
- 2.4.- RECUENTO DE BACTERIAS NO FERMENTADORAS
- 2.5.- RECUENTO BACTERIAS ESTAFILOCOCOS DORADOS
- 2.6.- INVESTIGACION DE HONGOS/LEVADURAS

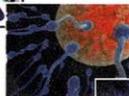
3.- RESULTADOS

3.1.- MUESTRA 1

RTBAM	: 600 UFC/ml
RB COLIFORMES	: 000 UFC/ml
RB ENTEROCOCOS FAECALIS	: 000 UFG/ml
RB NO FERMENTADORAS	: 400 UFC/ml
RB ESTAFILOCOCOS	: 100 UFC/ml
R LEVADURAS/ HONGOS	: 010 UFC/ml

4.- MICROORGANISMOS ENCONTRADOS EN LA MUESTRA:

1. Achromobacter xylooxidans
2. Estaphylococos caprae
3. Estafilococos hyicus
4. Stenotropomonas maltophila
5. Micrococcus luteus
6. Micrococcus lylae
7. Candida parapsilosis



JUAN SANTIAGO VALLE OQUENDO MSc  
MICROBIOLOGO CLINICO  
CBP 2236

Anexo N° 15.

PLANO DE DISTRIBUCION DE LA PLANTA

