

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO**

**FACULTAD DE ECOLOGÍA**

**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS AMBIENTALES**



**INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA Y DOMÉSTICA EN  
LA CALIDAD DE AGUA PARA USO DOMÉSTICO DEL ACUÍFERO  
SUBTERRÁNEO, EN EL DISTRITO DE YANTALO- 2012**

**TESIS**

**Para obtener el título de:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**Autoras:**

**JANET CORDOVA PEÑA**

**ESTELA JANETH COBA GUIPIO**

**Asesor:**

**Ing. Msc. YRWIN FRANCISCO AZABACHE LIZA**

**Co-asesor:**

**Ing. SAMUEL LOPEZ CHAVEZ**

**MOYOBAMBA – PERÚ**

**2013**

**Nº DE REGISTRO 06051912:**



**ACTA DE SUSTENTACION PARA OBTENER EL TITULO**  
**PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

En la sala de conferencia de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín-T sede Moyobamba y siendo las **Dos de la tarde del día martes 03 de Diciembre del Dos Mil Trece**, se reunió el Jurado de Tesis integrado por:

- |                                                 |                   |
|-------------------------------------------------|-------------------|
| <b>Ing. M.Sc. MANUEL RAMÍREZ NAVARRO</b>        | <b>PRESIDENTE</b> |
| <b>Ing. M.Sc. SANTIAGO ALBERTO CASAS LUNA</b>   | <b>SECRETARIO</b> |
| <b>Ing. RUBÉN RUIZ VALLES</b>                   | <b>MIEMBRO</b>    |
| <br>                                            |                   |
| <b>Ing. M.Sc. YRWIN FRANCISCO AZABACHE LIZA</b> | <b>ASESOR</b>     |

Para evaluar la Sustentación de la Tesis Titulado **“Influencia de la Actividad Agrícola y Doméstica en la Calidad de Agua para Uso Doméstico del Acuífero Subterráneo, en el Distrito de Yantaló, Moyobamba-2012”**, presentado por las Bachilleres en Ingeniería Ambiental Estela Janeth Coba Gupio y Janet Córdova Peña según Resolución Consejo de Facultad N° 0034-2012-UNSM-T/FE-MCF de fecha 29 de Agosto del 2012.

Los señores miembros del Jurado, después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica; luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran: APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo de BUENO y nota CATORCE ( 14 ).

En fe de la cual se firma la presente acta, siendo las 16 : 00 horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el presente acto de sustentación.

Ing. M.Sc. **MANUEL RAMÍREZ NAVARRO**  
 Presidente

Ing. M.Sc. **SANTIAGO ALBERTO CASAS LUNA**  
 Secretario

Ing. **RUBÉN RUIZ VALLES**  
 Miembro

Ing. M.Sc. **YRWIN FRANCISCO AZABACHE LIZA**  
 Asesor

## DEDICATORIA

*A Dios, por brindarnos la oportunidad de vivir y seguir adelante tanto en las malas como en las buenas épocas de nuestras vidas y por darnos salud y bienestar para apoyar a la gente que nos estima y necesita.*

*A nuestros padres por la confianza que han depositado en nuestra persona, y que con sus sabios consejos han sabido conducirnos por el camino correcto y por estar siempre a nuestro lado apoyándonos en todas nuestras aspiraciones a futuro.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A los docentes profesionales de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín por su acertada orientación y asesoría en el campo de la investigación, y por su confianza y paciencia depositada en nosotras.

Al Asesor, el Ing. MSc. Yrwin Francisco Azabache Liza, por el gran apoyo incondicional que nos brindó en el desarrollo de nuestro proyecto.

Al Ing. Quím. Samuel López Chávez, por su dedicación, tolerancia, comprensión y por el apoyo incondicional durante el periodo de la investigación.

A nuestros compañeros y amigos de la Facultad de Ecología por el apoyo y amistad que nos han brindado siempre.

## INDICE

### **DEDICATORIA**

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE	iv
ABSTRACT	vi
RESUMEN	vii

### **I. REVISION BIBLIOGRAFICA**

<b>1.1. Planteamiento del problema.</b>	<b>01</b>
<b>1.2. Objetivos.</b>	<b>04</b>
<b>1.2.1. Objetivo General.</b>	<b>04</b>
<b>1.2.2. Objetivos Específicos.</b>	<b>04</b>
<b>1.3. Fundamentación Teórica.</b>	<b>05</b>
<b>1.3.1. Antecedentes de la Investigación.</b>	<b>05</b>
<b>1.3.1.1. A nivel Internacional.</b>	<b>05</b>
<b>1.3.1.2. A nivel Nacional.</b>	<b>06</b>
<b>1.3.1.3. A nivel regional</b>	<b>09</b>
<b>1.3.1.3.1. Nivel freático</b>	<b>09</b>
<b>1.3.1.3.2. Permeabilidad</b>	<b>10</b>
<b>1.3.1.3.3. Prueba de pozo de santa rosa</b>	<b>10</b>
<b>1.3.1.3.4. Prueba de bombeo al pozo</b>	<b>10</b>
<b>1.3.1.3.5. Calidad del agua del acuífero de juanjui</b>	<b>10</b>

<b>1.3.2. Bases Teóricas.</b>	<b>12</b>
1.3.2.1. Acuífero subterráneo.	12
1.3.2.2. Contaminación del acuífero subterráneo.	13
1.3.2.3. Determinación del Índice de Calidad del Agua.	18
1.3.2.4. Marco Legal para la Evaluación de la calidad de Agua en un Acuífero	20
<b>1.3.3. Definición de Términos.</b>	<b>25</b>
<b>1.4. Variables.</b>	<b>27</b>
1.4.1. Variable Independiente.	27
1.4.2. Variable Dependiente.	27
<b>1.5. Hipótesis.</b>	<b>28</b>
<b>II. MARCO DE INVESTIGACIÓN</b>	
<b>2.1. Tipo de Investigación.</b>	<b>29</b>
2.1.1. De acuerdo a la Orientación.	29
2.1.2. De acuerdo a la Técnica de Contrastación.	29
<b>2.2. Diseño de Investigación (Descriptiva).</b>	<b>30</b>
<b>2.3. Población y Muestra.</b>	<b>31</b>
2.3.1. Población	31
2.3.2. Muestra	37
<b>2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.</b>	<b>38</b>
2.4.1. Técnicas de Recolección de Datos Primaria.	38
2.4.2. Técnicas de Recolección de Datos Secundaria.	38
<b>2.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.</b>	<b>38</b>

<b>III. RESULTADOS</b>	
<b>3.1. Respecto a la determinación de parámetros de la calidad de agua en el acuífero subterráneo y las tres calicatas</b>	<b>39</b>
<b>3.1.1. Temperatura.</b>	<b>39</b>
<b>3.1.2. Ph.</b>	<b>40</b>
<b>3.1.3. Turbidez.</b>	<b>40</b>
<b>3.1.4. Solidos Totales Disueltos.</b>	<b>41</b>
<b>3.1.5. Nitratos.</b>	<b>41</b>
<b>3.1.6. Fosfatos.</b>	<b>42</b>
<b>3.1.7. Oxígeno Disuelto.</b>	<b>42</b>
<b>3.1.8. Demanda Bioquímica De Oxígeno.</b>	<b>43</b>
<b>3.1.9. Coliformes Totales.</b>	<b>43</b>
<b>3.1.10. Coliformes Termotolerantes.</b>	<b>44</b>
<b>3.2. Respecto a la determinación de los índices de la calidad del agua muestreadas</b>	<b>54</b>
<b>3.3. Discusiones.</b>	<b>57</b>
<b>3.4. Conclusiones.</b>	<b>59</b>
<b>3.5. Recomendaciones.</b>	<b>61</b>
<b>IV. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>62</b>
<b>V. ANEXOS</b>	
➤ <b>ANEXO I: RESULTADOS FISICOS, QUIMICOS, BIOLÓGICOS Y MICROBIOLÓGICOS.</b>	<b>63</b>
➤ <b>ANEXO II: TABLAS COMPLEMENTARIAS – ICA.</b>	<b>67</b>
➤ <b>PANELES FOTOGRAFICOS.</b>	<b>75</b>

## INDICE DE TABLA

<b>TABLA 01:</b> Muestra de la forma del cálculo del ICA en un punto de monitoreo según Vergara	<b>19</b>
<b>TABLA 02:</b> Índice de calidad (ICA) del acuífero subterráneo del mes de octubre	<b>54</b>
<b>TABLA 03:</b> Índice de calidad (ICA) del acuífero subterráneo del mes de noviembre	<b>55</b>
<b>TABLA 04:</b> Índice de calidad (ICA) del acuífero subterráneo del mes de diciembre	<b>56</b>
<b>TABLA 05:</b> Resultados en el punto de muestreo N° 01	<b>64</b>
<b>TABLA 06:</b> Resultados en el punto de muestreo N° 02	<b>64</b>
<b>TABLA 07:</b> Resultados en el punto de muestreo N° 03	<b>65</b>
<b>TABLA 08:</b> Resultados en el punto de muestreo N° 04	<b>65</b>
<b>TABLA 09:</b> Valores máximos y mínimos de los parámetros físicos químicos y bacteriológicos analizados en el acuífero subterráneo y las tres calicatas	<b>66</b>
<b>TABLA 10:</b> Escala de los ICA como función del uso del agua, según WQI. CANTER (1998).	<b>68</b>
<b>TABLA 11:</b> Valores del índice de calidad de agua (ICA) para las clases establecidas por la Ley General de Aguas DL 17752.	<b>69</b>
<b>TABLA 12:</b> Estándares Nacional de Calidad Ambiental para agua Categoría 01	<b>80</b>



## INDICE DE CUADROS

<b>CUADRO 01:</b> Comparación entre los Límites Máximos tolerables y los Rangos obtenidos de las muestras de agua analizadas.	<b>08</b>
<b>CUADRO 02:</b> Resultados de los análisis del laboratorio de Juanjui	<b>11</b>
<b>CUADRO 03:</b> Estándares de calidad ambiental (ECAs)	<b>21</b>
<b>CUADRO 04:</b> Producción en el área de influencia	<b>35</b>
<b>CUADRO 05:</b> Población de ganado vacuno ovino y porcino en el distrito de Yantaló	<b>35</b>
<b>CUADRO 06:</b> Identificación de las coordenadas en los puntos de muestreo	<b>36</b>
<b>CUADRO 07:</b> Valores de temperatura	<b>39</b>
<b>CUADRO 08:</b> Valores de pH	<b>40</b>
<b>CUADRO 09:</b> Valores de turbidez	<b>40</b>
<b>CUADRO 10:</b> Valores de Sólidos totales disueltos	<b>41</b>
<b>CUADRO 11:</b> Valores de Nitratos	<b>41</b>
<b>CUADRO 12:</b> Valores de Fosfatos	<b>42</b>
<b>CUADRO 13:</b> Valores de concentración de oxígeno Oxígeno disuelto	<b>42</b>
<b>CUADRO 14:</b> Valores de concentración de Demanda bioquímica de oxígeno	<b>43</b>
<b>CUADRO 15:</b> Valores del número más probable de Coliformes totales	<b>43</b>
<b>CUADRO 16:</b> Valores del número más probable de Coliformes de Coliformes Termotolerantes	<b>44</b>
<b>CUADRO 17:</b> Grupo de Estudio Técnico Ambiental (GESTA AGUA)	<b>82</b>

## **INDICE DE FIGURAS**

<b>FIGURA 01:</b> Modelo de contaminación de los mantos acuíferos por un pozo séptico	<b>14</b>
<b>FIGURA 02:</b> Modelo de contaminación por residuos de aguas en distrito	<b>15</b>
<b>FIGURA 03:</b> Modelo de contaminación por residuos de basureros a la intemperie en un distrito	<b>16</b>
<b>FIGURA 04:</b> Contaminación de acuífero subterráneo por actividades agrícolas y domésticas.	<b>17</b>
<b>FIGURA 05:</b> Diseño de investigación	<b>30</b>
<b>FIGURA 06:</b> Valores máximos y mínimos de la temperatura	<b>45</b>
<b>FIGURA 07:</b> Valores máximos y mínimos de pH	<b>45</b>
<b>FIGURA 08:</b> Valores máximos y mínimos de la turbidez	<b>46</b>
<b>FIGURA 09:</b> valores máximos y mínimos de los sólidos totales disueltos	<b>47</b>
<b>FIGURA 10:</b> Valores máximos y mínimos de nitratos	<b>48</b>
<b>FIGURA 11:</b> Valores máximos y mínimos de fosfatos	<b>49</b>
<b>FIGURA 12:</b> Valores máximos y mínimos de oxígeno disuelto	<b>50</b>
<b>FIGURA 13:</b> Valores máximos y mínimos de demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	<b>51</b>
<b>FIGURA 14:</b> Valores máximos y mínimos de Coliformes totales	<b>52</b>
<b>FIGURA 15:</b> Valores máximos y mínimos de Coliformes Termotolerantes	<b>53</b>
<b>FIGURA 16.</b> Valoración de la Calidad del Agua en Función del Porcentaje	<b>70</b>
<b>FIGURA 17.</b> Valoración de la Calidad del Agua en Función de los Coliformes Fecales	<b>70</b>
<b>FIGURA 18.</b> Valoración de la Calidad del Agua en Función del Ph	<b>71</b>
<b>FIGURA 19.</b> Valoración de la Calidad del Agua en Función de la DBO	<b>71</b>
<b>FIGURA 20.</b> Valoración de la Calidad del Agua en Función de la Temperatura	<b>72</b>
<b>FIGURA 21.</b> Valoración de la Calidad del Agua en Función de los Fosfatos	<b>72</b>
<b>FIGURA 22.</b> Valoración de la Calidad del Agua en Función de los Nitratos	<b>73</b>
<b>FIGURA 23.</b> Valoración de la Calidad del Agua en Función de la Turbidez	<b>73</b>
<b>FIGURA 24.</b> Valoración de la Calidad del Agua en Función de los Sólidos Totales disueltos	<b>74</b>

## RESUMEN

La ocurrencia de los eventos naturales y la influencia de actividades antropogénicas pueden afectar el ambiente acuático en especial a los cuerpos de agua superficial (ríos, lagunas, lagos, mares, etc.). La calidad de las aguas subterráneas está relacionada predominantemente con las características fisicoquímicas del suelo que actúan como filtro y en la mayoría de casos tiene escasa variabilidad en su calidad, en cambio las aguas superficiales están expuestas a una amplia gama de factores que pueden alterar la calidad del agua a diferentes niveles de intensidad y con alteraciones simples o complejas.

Los cambios en la actualidad del agua superficial pueden ocurrir debido a la influencia de múltiples factores, dentro de los cuales se encuentran las actividades domésticas, industriales, mineras, agrícolas, etc, que contaminan el agua con desechos biológicos y químicos. De este modo, en determinados casos el agua se vuelve inapropiada para el consumo humano o para otras aplicaciones, como son agricultura, crianza de animales, industria, recreación y protección de la vida acuática.

La contaminación Hídrica es uno de los problemas de mayor trascendencia en las ciudades modernas y su principal agente contaminador es la propia gente a través de los desechos domésticos y agrícolas.

El presente trabajo de tesis; **“Influencia de la Actividad Agrícola y Domestica en la Calidad de Agua para uso Doméstico del Acuífero Subterráneo, en el Distrito de Yantaló-2012”**., consiste en monitorear los parámetros físicos químico y bacteriológico y luego establecer una comparación de los resultados con los valores de referencia recomendados por las normas legales de los Estándares de Calidad Ambiental para agua de consumo humano según la categoría A-1 que son aquellas aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. El trabajo se realizó en el Distrito de Yantaló, Provincia de Moyobamba y Departamento de San Martín. Para la evaluación de dicho estudio, se optó hacer tres calicatas para poder contrastar el nivel de contaminación con respecto al acuífero subterráneo, cuyas dimensiones de las calicatas mencionadas son: Calicata N°01 (L: 1m x A: 1m x H<sub>b</sub>: 2m), Calicata N°02 (L: 1m x A: 1m x H<sub>b</sub> H: 2m), Calicata N°03 (L: 1m x A:

1m x H<sub>b</sub>: 2m) , con una distancia de separación de dos metros (2m) cada una, en forma transversal con respecto al acuífero subterráneo, ubicadas en el distrito de Yantaló.

Para el monitoreo de la toma de muestra, se estableció quincenalmente durante tres meses del año 2012(Octubre a Diciembre), siguiendo los protocolos establecidos.

Se han monitoreado 4 estaciones: Punto 01: En el acuífero subterráneo, punto 02: Calicata N°01, punto 03: Calicata N°02, punto 04: Calicata N°03. Donde se muestran los valores para determinar cada parámetro físico, químico, biológico y microbiológico de las estaciones mencionadas en relación con los Estándares de Calidad de Agua (ECA) según Decreto supremo N°002-2008-MINAM.

En términos globales el Índice de Calidad de Agua de 61.09, se constituye como Indicador Ambiental, en el desarrollo de programas de Ecogestión de Recursos Hídricos, en Acuífero subterráneo y las tres Calicatas.

El Índice de Calidad de Agua de 61.09, en el Acuífero subterráneo permite asignarle una categoría de Calidad regular.



## CENTRO DE IDIOMAS

"AÑO DE LA INVERSIÓN PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA"

### SUMMARY

The occurrence of natural events and the influence of anthropogenic activities can affect the aquatic environment in particular to the bodies of superficial water (rivers, lagoons, lakes, seas, etc.). The quality of the groundwater is associated predominantly with the soil physicochemical characteristics that act as a filter and in most cases has little variability in their quality, on the other hand the superficial waters are exposed to a wide range of factors that can alter the quality of the water to different levels of intensity and with simple or complex alterations.

Changes in the present of the surface water can occur due to the influence of multiple factors, within which are domestic activities, industrial, mining, agricultural, etc., which pollute the water with chemical and biological waste. In this way, in certain cases the water becomes unfit for human consumption or for other applications, such as agriculture, animal husbandry, industry, recreation and protection of aquatic life.

Water pollution is one of the most serious problems in modern cities and their main agent polluter is the own people through domestic and farm waste.

The present thesis work; "The influence of domestic and agricultural activity in the water quality for domestic use of the underground aquifer, in the Yantalo District -2012", is to monitor the physical parameters chemical and bacteriological and then establish a comparison of the results with reference values recommended by the legal rules of the Environmental Quality Standards for human consumption water according to the category A-1 that are those waters that can be reported with disinfection.

The work was realized in Yantalo District, Moyobamba Province and San Martin Department. For the evaluation of the above mentioned study, it was chosen to do three calicatas to be able to confirm the level of pollution with regard to the aquifer underground, which dimensions of the mentioned calicatas are: Calicata N°01 (L: 1m x A: 1m x Hb: 2m), Calicata N°02 (L: 1m x A: 1m x Hb H: 2m), Calicata N°03 (L: 1m x A: 1m x Hb: 2m), with a separation distance of two meters (2m) each, in a cross with respect to the underground aquifer, located in the Yantalo district.



## CENTRO DE IDIOMAS

"AÑO DE LA INVERSIÓN PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA"

---

For the monitoring of the sample capture, it was established every two weeks for three months of the 2012 year (October to December), following the established protocols.

Four stations have been monitored: Point 01: In the aquifer underground, point 02: Calicata N°01, point 03: Calicata N°02, point 04: Calicata N°03. Where there appear the values to determine every physical, chemical, biological and microbiological parameter of the stations mentioned in relation with the Standards of Water quality (ECA) according to supreme Decree N°002-2008-MINAM.

In global terms the Quality of water Index of 61.09, is constituted as environmental indicator, in the development of water resources Ecomanagement, in underground aquifer and the three Calicatas.

The index of Water Quality of 61.09, in the underground aquifer lets you assign it to a The Index of Water quality of 61.09, in the underground aquifer it allows to assign a category of regular Quality.

Key words: underground aquifer, environmental indicator.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la superficie de nuestro planeta alrededor de 155 billones de toneladas de materia orgánica son producidas mediante el proceso fotosintético, cada año (Rajarathnam, 1991); sin embargo solamente una porción de esta materia orgánica es directamente comestible por el hombre y por los animales, la mayoría de ella, tomada diversas formas, no es comestible y en muchos casos se convierte en una gran fuente de contaminación ambiental ([www.bvsde.paho.org/bvsacd/acodal/xxx.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/acodal/xxx.pdf)).

Las pocas alternativas, desde el punto de vista económico, social y nutricional que en la actualidad se presentan para el aprovechamiento de los residuos agroindustriales, aunado a la falta de conciencia en la protección del medio ambiente provocan que estos sean mal manejados y se conviertan en fuentes de contaminación de los recursos naturales (suelo, agua y aire) ([www.bvsde.paho.org/bvsacd/acodal/xxx.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/acodal/xxx.pdf)).

El deterioro de la calidad del agua supone un grave problema ambiental, económico y social. Cada segundo, la industria, las ciudades, las zonas agrícolas, vierten toneladas de residuos a los ríos y a las costas. Cada litro de agua contaminada que se vierte significa la pérdida de cien litros de Agua potable.

(<http://www.greenpeace.org/espana/campaigns/aguas/calidad-del-agua>).

El abasto fijo mundial de agua en todas sus formas (vapor, líquido y sólido) es enorme, si se esparciese uniformemente esta agua en forma líquida sobre la superficie terrestre, podría formar una capa de casi 3 000 metros (9 800 pies) de profundidad. Sin embargo, sólo una pequeña fracción de la misma está disponible para nosotros como agua dulce, y ésta se halla distribuida de manera muy poco uniforme. Un 97% del volumen de agua en la Tierra se encuentra en los mares y océanos, y tal

líquido es demasiado salado para ser bebido, para los cultivos y para la mayor parte de los usos industriales, excepto para los procesos de enfriamiento (American Water Works Association, 2002).

El 3% restante es agua dulce; casi 2,997% de esta se tiene en el hielo de los polos y en glaciares, o es agua subterránea situada a demasiada profundidad y resulta demasiado costoso extraerla. Esto significa que solo un 0,003% del volumen del agua total en la Tierra es de fácil acceso para nosotros, en lagos, humedad del suelo, en agua subterránea aprovechable, vapor de agua atmosférica y en corrientes fluviales. Si el abasto mundial de agua fuese sólo de 100 litros, nuestra reserva utilizable sería de sólo 0,003 de litro (la mitad de una cucharadita de té) (American Water Works Association, 2002).

La preocupación por los problemas de degradación ambiental, asociados al uso y manejo de los recursos naturales, no es nueva. Tampoco lo son los esfuerzos por controlar los impactos generados por ellos. No obstante, el control de estos problemas ha probado ser mucho más difícil de lo esperado. En ausencia de enfoques efectivos en esta materia, la gravedad de los efectos negativos de la intervención humana sobre los recursos naturales va en aumento (Basterrechea, 2003). En los inicios de esta centuria, muchos países están entrando a un periodo de escasez severa de agua. Un reporte reciente del Instituto Internacional de Gestión del Agua (IWMI) estima que 2,7 mil millones de personas (1/3 de la población mundial) vivirá en regiones que enfrentarán una dramática crisis de agua en los próximos 25 años. La creciente escasez y competencia por este recurso cambiará el modo que valoremos y utilicemos el agua y la manera como movilizemos y administremos el recursos hídrico. Esto requerirá nuevas políticas, tecnologías, instituciones y técnicas de gestión (Seckler, 2003).



El presente proyecto tuvo por objetivo principal, determinar la calidad de las aguas para el uso doméstico del acuífero subterráneo, en el distrito de Yantaló de la Región San Martín, durante los meses de Octubre - Diciembre del 2012; a fin de brindar lineamientos de control, con la finalidad de ser utilizada para uso doméstico de dicha localidad.

Estas consideraciones nos permiten plantearnos la siguiente interrogante:

**¿Cuál es la influencia de la Actividad Agrícola y Domestica en la Calidad de Agua para uso Doméstico del Acuífero Subterráneo, en el Distrito de Yantaló-2012?**

**1.2.1 Objetivo General:**

- ✓ Determinar la Influencia de la Actividad Agrícola y Domestica a través del Índice de Calidad Ambiental, para el uso Doméstico del Acuífero Subterráneo en el Distrito de Yantaló 2012.

**1.2.2 Objetivos Específicos:**

- ✓ Determinar los parámetros de calidad físicos (T°, SST, pH, Turbidez), químicos (Oxígeno Disuelto, Fosfatos, Nitratos), biológicos (DBO) y microbiológicos (Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes), en base a los Estándar de Calidad De Agua (ECAs) de la Calidad de Aguas del acuífero subterráneo y las tres calicatas.
- ✓ Determinar de los parámetros producidos por la actividad agrícola (Fosfatos, Nitratos) y doméstico (Coliformes Termotolerantes) de la calidad del acuífero subterráneo y las tres calicatas.
- ✓ Determinar de la influencia de la Actividad Agrícola y Doméstica de la calidad de agua en el acuífero subterráneo.
- ✓ Determinar los Índices de Calidad de Agua de los puntos de muestreo.

## 1.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 1.3.1 Antecedentes de la Investigación.

El agua es un recurso imprescindible para la vida, pero escaso. La escasez de agua dulce (menos del 1% de la existente en el planeta) es uno de los problemas ambientales fundamentales presentados en el Informe "Perspectivas del Medio Ambiente Mundial" del PNUMA. (Proyecto de las Naciones Unidas para el medio ambiente).

La provisión de agua está amenazada por factores como el derroche y la contaminación por residuos industriales y humanos, por ello el manejo prudente de este recurso es crucial para el desarrollo sustentable.

Además, gran parte de las personas de los países en desarrollo sufren de enfermedades causadas directa o indirectamente por el consumo de agua contaminada o por organismos portadores de enfermedades que se reproducen en el agua. (<http://www.grenpeace.org/espana/campaigns/aguas/calidad-del-agua>).

#### 1.3.1.1 A Nivel Internacional.

En el año 2002 en Nicaragua, UNICEF, en conjunto con la Gerencia de Acueductos Rurales (GAR) de ENACAL, inició la perforación de un pozo perforado en la comunidad de las Mangas para abastecer a diez comunidades de la parte plana del área de estudio (Las Manos, El Zapote, Sabana Larga, Comarca La Unión, Soledad de La Cruz, El Cacao, Real de la Cruz, Roberto Centeno, consumen aguas de acuífero subterráneo.

*Fuente: MAXIMINA ALTAMITANO ESPINOZA (2005)*

#### ➤ ESTUDIO REALIZADO EN EL AÑO 2005 POR MAXIMINA ALTAMIRANO ESPINOZA – MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL AGUA SUBTERRANEA.

Uno de los problemas ambientales y de salud de gran preocupación en Nicaragua son las concentraciones naturales de arsénico en las aguas subterráneas, como las encontradas en las regiones noroeste y suroeste de Nicaragua (Estrada, F, 2002), próximas a áreas mineralizadas, a lo largo de la estructura tectónica activa más importante, tal cual es la Depresión de Nicaragua.

*Fuente: MAXIMINA ALTAMITANO ESPINOZA (2005)*

La principal ocupación es el cultivo del maíz, sorgo, frijoles, y otras actividades propias de sus pequeñas fincas. Once de estas comunidades se localizan en la parte plana de la subcuenca, mientras el resto de comunidades en la parte elevada.

*Fuente: MAXIMINA ALTAMITANO ESPINOZA (2005)*

De los 57 muestras de agua captadas, 21 presentan concentraciones de arsénico total en el rango 10 a 122.  $\mu\text{g l}^{-1}$ , las cuales sobrepasan el valor guía establecidos para agua de consumo humano (OMS, 1987).

De acuerdo a los valores de pH y Eh medidos in situ el arsénico se encuentra como arsenatos con un estado de oxidación (V) En el 93. % de las muestras de aguas captadas en 57 pozos, mientras el 7 % se encuentran como arsenito (III), siendo esta la especie del arsénico más tóxica y móvil.

*Fuente: MAXIMINA ALTAMITANO ESPINOZA (2005)*

En la comunidad, El Zapote se encontraron las concentraciones mayores de arsénico en la subcuenca. Por ejemplo en rocas y en suelos las concentraciones.

De arsénico total detectadas fueron de 14.98  $\mu\text{g g}^{-1}$ , y 57.19  $\mu\text{g g}^{-1}$  respectivamente, mientras en agua fue de 122.15  $\mu\text{g l}^{-1}$ . Dos muestras comparativas de suelo tomadas en los alrededores, según la orientación de la franja Noroeste, aun y cuando se ubicaron fuera del área de estudio, presentaron concentraciones mayores y similares a la de El Zapote, indicando que la contaminación por arsénico se extiende más allá del área de estudio siguiendo la dirección de esta franja de 12 km. de ancho

### **1.3.1.2 A Nivel Nacional.**

#### **1.3.1.2.1. Cañete: Monitoreo de las Aguas Subterráneas en el valle Mala – Informe Final**

En el valle de Mala, las áreas agrícolas se ubican mayormente en la parte baja en ambos márgenes del río; y cuentan con una superficie de 5661,35 hectáreas. El Plan de Cultivo y Riego 2001 – 2002, ha significado la aprobación de 2619,75 Has de cultivo, destacando la manzana con un área de 992,13 Has (37,87%), seguido por el maíz con 504,50 Has (19,26%) y en menor proporción el grupo otros, que comprende los cultivos de pan llevar (7,07%). *Fuente: INRRENA (2002)*

En el área de estudio se ha registrado 23 pozos tubulares, que en su conjunto representan el 6,81 % del total monitoreados, observándose la mayor concentración en el distrito Mala con 20 pozos y la menor, en San Antonio y Calango con dos (02) y un (01) pozo respectivamente.

En el valle de Mala se han registrado 337 pozos, de los cuales 269 son utilizados con fines doméstico, agrícola, pecuario e industrial; predominando el primero de los nombrados con 247 pozos.

*Fuente: INRRENA (2002).*

➤ **Pozos de uso Doméstico**

El monitoreo ejecutado ha registrado 247 pozos de este uso, de los cuales 232 son a tajo abierto; observándose la mayor densidad en el distrito de Mala con 205 pozos. *Fuente: INRRENA (2002)*

➤ **Pozos de uso Agrícola**

En el área de estudio se ha monitoreado, 13 pozos de este uso, representando el 3,86% del total de pozos utilizados, los cuales se encuentran distribuidos 10 en el distrito de Mala y 03 en San Antonio, mientras que los distritos de Santa Cruz de Flores y Calango no presentan pozo alguno de este uso. *Fuente: INRRENA (2002)*

➤ **Pozos de uso Pecuario**

Los resultados del inventario ha registrado 06 pozos de este uso (1,77% del total de utilizados), de los cuales 05 están ubicados en el distrito de Mala y uno (01) en San Antonio. Los distritos de Santa Cruz de Flores y Calango no presentan pozo alguno de este uso. *Fuente: INRRENA (2002)*

➤ **Pozos de uso Industrial**

En el área de estudio se ha monitoreado sólo tres (03) pozos de este uso, ubicándose todos en el distrito de Mala. *Fuente: INRRENA (2002)*

➤ **Resultados de los Análisis Físico-Químicos.**

Los resultados de los análisis físico – químicos de las muestras de agua, que se recolectaron en toda el área de estudio. *Fuente: INRRENA (2002)*

**CUADRO N° 01: COMPARACIÓN ENTRE LOS LÍMITES MÁXIMOS TOLERABLES Y LOS RANGOS OBTENIDOS DE LAS MUESTRAS DE AGUA ANALIZADAS. VALLE MALA – 2002.**

Elemento	Límite Máximo	Nivel de Concentración	Nivel de Concentración Dominante
pH	7,0 - 8,5	5,3 - 8,1	7,0 - 7,8
Dureza (ppm)	250 - 500	102,68 - 1131,59	102,68 - 672,24
Ca (mg/l)	75 - 200	34,20 - 416,00	34,20 - 171,80
Mg (mg/l)	125	0,96 - 51,84	0,96 - 32,52
Na (mg/l)	120	4,60 - 342,01	4,60 - 116,38
Cl (mg/l)	250	38,34 - 876,85	38,34 - 219,04
SO4 (mg/l)	250	6,24 - 374,88	6,24 - 233,76

*Fuente: INRENA (2002)*

La calidad de las aguas utilizadas en la agricultura según su conductividad eléctrica varía de excelente a permisible. Por otro lado, según el RAS y la C.E. son mayormente del tipo C2S1, seguido del C3S1; el primero de buena calidad.

De acuerdo a los diagramas de potabilidad, las aguas mayormente varían de buena a mediocre, aunque según los sólidos totales disueltos – STD (102,21 y 759,00 ppm) son de aceptable calidad, al no sobrepasar los límites máximos tolerables.

*Fuente: INRENA (2002)*

### **1.3.1.3 A Nivel Regional.**

El acuífero de la ciudad de Juanjuí está representado por depósitos cuaternarios del tipo aluvial y coluvial presentando sus principales fuentes de recarga el Río Huallaga y las diferentes quebradas de la zona. Estas unidades cuaternarias tienen una litología fundamentalmente ígnea como consecuencia del transporte fluvio – aluvional del Río Huallaga. Los clastos ígneos son de superficies redondeadas y está compuesta en su mayor parte por gravas y arenas medianas de buena clasificación.

Según los resultados de los sondajes eléctricos verticales ejecutados, existe un material permeable saturado que está entre los 50 y 80 metros de profundidad, por debajo de este horizonte la permeabilidad es menor por la existencia de materiales finos, posiblemente de la formación Iporuro.

*Fuente:* Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo - PEHCBM (2007)

#### **1.3.1.3.1 NIVEL FREÁTICO**

De acuerdo a las mediciones y evaluaciones realizadas de los diferentes pozos hallados podemos determinar que el nivel estático de napa se encuentra entre el orden de los 3 y 8 metros de profundidad, esto lo podemos observar en el plano N° 04 de los anexos. Como podemos observar en el plano de curvas Hidroisohipsas tenemos dos fuentes de alimentación del acuífero, una que proviene de la partes altas (montañas) al lado oeste de la ciudad de Juanjuí que cuentan con una alimentación constante de las lluvias que gran se infiltran y alimentan al acuífero y la otra fuente de alimentación al otro extremo de la ciudad que corresponde a las infiltraciones del Río Huallaga.

*Fuente:* Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo- PEHCBM (2007)

### **1.3.1.3.2 PERMEABILIDAD**

Es la propiedad de una formación acuífera de dejar pasar un fluido de agua, sometido a una determinada carga. En consecuencia, se supone que existen materiales que opondrán mayor resistencia que otros al paso del fluido de agua y es así como se presentan una gama de permeabilidades.

*Fuente:* Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo- PEHCBM (2007)

### **1.3.1.3.3 PRUEBA EN POZO SANTA ROSA**

La prueba de bombeo de este pozo se realizó aprovechando el funcionamiento para el servicio de agua potable. Primero se midió el nivel estático que fue de 1.93 m y posteriormente se midieron los niveles dinámicos y el caudal de bombeo en forma simultánea, para ello se utilizó una sonda eléctrica accionada a pilas.

Las mediciones del caudal de bombeo se realizaron por el método volumétrico, controlando el tiempo del llenado de los tanques de volumen conocido.

*Fuente:* Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo- PEHCBM (2007)

### **1.3.1.3.4 PRUEBA DE BOMBEO AL POZO SR. MALDONADO.**

Utilizado para regar terrenos agrícolas, es utilizado estacionalmente, en el momento en que se realizó la prueba de bombeo se encontraba en descanso. Es a tajo abierto con revestimiento de cemento en sus paredes, encontrándose este en mal estado. Su antigüedad aproximada es de 19 años.

*Fuente:* Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo- PEHCBM (2007)

### **1.3.1.3.5 CALIDAD DEL AGUA DEL ACUIFERO DE JUANJUI.**

Para la determinación de la calidad del agua de las fuentes de inventariadas tanto superficiales y subterráneas se tomaron valores de Conductividad Eléctrica in situ y además se recogieron muestras para el análisis en laboratorio de diversos parámetros. Para la interpretación de los resultados se usaran los valores de análisis en laboratorio:

*Fuente:* Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo- PEHCBM (2007)



**CUADRO N° 02: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO DE JUANJUL**

PARAMETRO	HIERRO	MANGANESO	SULFATOS	DUREZA TOTAL
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/CaCo3/l
POZO LA PRADERA	0.24	0.07	75.92	289.14
POZO MAESTRANZA	6.39	0.28	72.11	284.14
LAGUNA 1	0.28	<0.03	40.98	158.85
LAGUNA 2	0.28	<0.03	40.31	156.44
POZO SR. MELENDEZ	0.68	0.05	39.95	98.34
POZO DEL EJERCITO	0.28	<0.03	43.67	396.45
POZO SR. RÍOS	0.28	2.10	34.49	234.92
CE CARLOS WIESE	0.28	<0.03	47.03	272.79
CAPTACIÓN VICTORIA	0.24	0.10	47.25	364.92

*Fuente:* Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo- PEHCBM (2007)

### **1.3.2 Bases Teóricas.**

La incompleta investigación en contaminación en nuestro país se debe posiblemente a que es reciente la preocupación sobre el ambiente, de allí que el gobierno peruano, el 7 de Setiembre de 1990 promulgó el Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, mediante el Decreto Legislativo N° 613, en cuyo artículo N° 25, promueve que las investigaciones científicas se orienten en forma prioritaria a la realización y actualización de los inventarios de recursos naturales y a la identificación de indicadores de calidad ambiental, así como establecer criterios para el manejo eficiente de estos recursos (Sánchez, 1992).

#### **1.3.2.1 Acuífero Subterráneo.**

Segundo custodio y Llamas (2001), define un Acuífero Los acuíferos son cuerpos de rocas permeables en los que están almacenados grandes volúmenes de aguas subterráneas. Pueden estar abiertos al medio ambiente de la superficie (no confinados), parcialmente conectados a la superficie (confinados) o totalmente desconectados (fósiles). En condiciones naturales, los acuíferos, sean confinados y/o confinados, están en perfecto equilibrio hidrológico con respecto al medio ambiente presente en la superficie. Los flujos superficiales tales como manantiales y cursos de agua, así como las aguas subterráneas, están en equilibrio con las afluencias originadas en escorrentías en sus zonas de recarga. Generalmente la calidad del agua que contienen es muy buena y se la puede usar en forma directa para el abastecimiento humano. Sin embargo, los acuíferos son sistemas extremadamente frágiles. Una vez agotados o contaminados, su recuperación puede demorar siglos.

#### **➤ Clasificación Acuíferos:**

De acuerdo a Custodio, E. y Llamas. (2005), los acuíferos se pueden clasificar de la siguiente forma.

1. **Acuífero libre.-** Es aquel acuífero que se encuentra en directo contacto con la zona subsaturada del suelo. En este acuífero la presión de agua en la zona superior es igual a la presión atmosférica, aumentando en profundidad a medida que aumenta el espesor saturado.
2. **Acuífero confinado.-** Es aquel acuífero que se encuentra cubierto por algún nivel relativamente impermeable o un acuitardo. En estos acuíferos la presión del agua es mayor que la presión atmosférica, y cuando son perforados por un pozo, el nivel de agua en este hacia bajo el nivel del suelo en que se ubica el agua en un pozo cuando este no es bombeado. A diferencia, se le denomina nivel dinámico al nivel instantáneo del pozo durante el bombeo. Teóricamente en un acuífero infinito después de un tiempo de bombeo, el nivel dinámico del pozo debería mantenerse constante en el tiempo.
3. **Acuíferos Semiconfinados.-** Corresponden a situaciones similares a las que presentan los acuíferos confinados pero con la particularidad que el estrato confinante corresponde a un acuitardo, en lugar de un acuífugo o acuícludo. Por lo tanto, los acuíferos semiconfinados pueden recibir una cierta recarga, también llamada goteo, a través de la capa semipermeable que los confina.
4. **Acuíferos Congelados.-** Son los responsables de la alimentación de pequeños manantiales, los cuales, suelen presentar fuertes variación estacionales de caudal.

#### **1.3.2.2. Contaminación de Acuífero Subterráneo.**

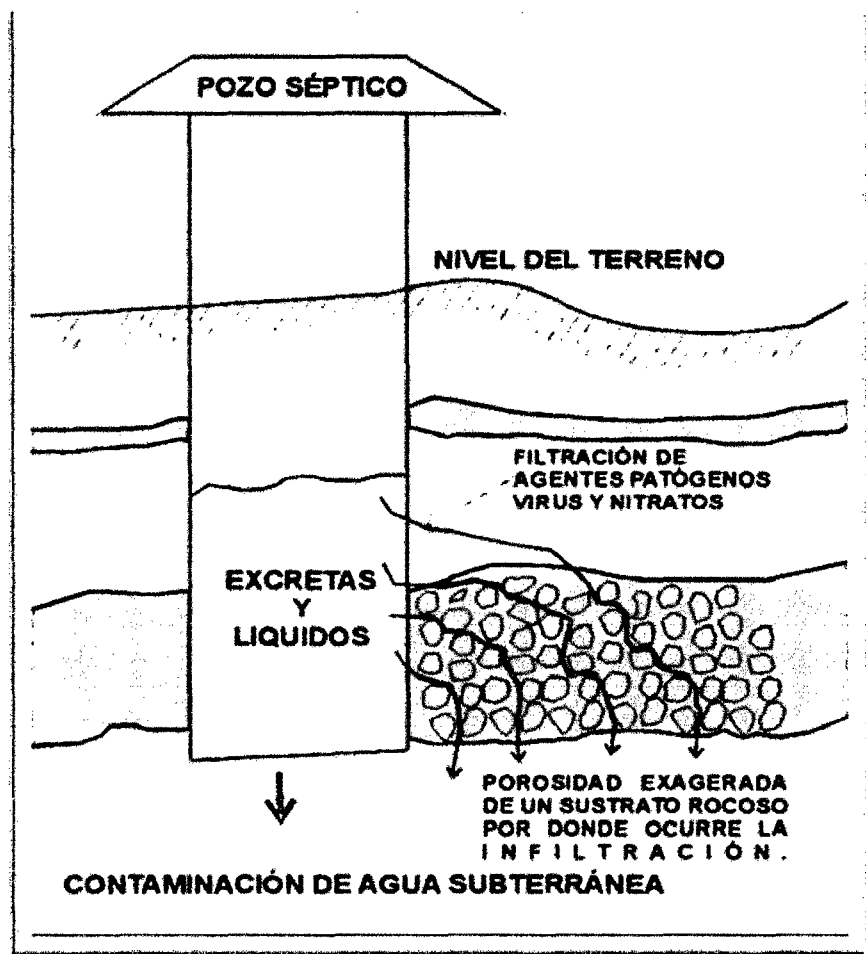
La contaminación del agua subterránea puede ser debida principalmente a causas: naturales o humanas siendo las más graves estas últimas. En general nos referimos a la contaminación provocada por la serie de industrias, que generan una gran cantidad de desechos, que son vertidos en muchos casos en ríos, suelos; así como basureros que confinan muchos materiales de diversa composición, llegando a provocar serios daños en los mantos acuíferos por la acción de los diversos mecanismos que actúan en la superficie y en el subsuelo. Antonio Cardona B. et al. (2005).

➤ **Modelos de contaminación de Acuífero Subterráneo:**

De acuerdo (Kelly A. Reynolds, 2002). La contaminación de aguas subterráneas se puede contaminar de la siguiente manera:

1. **Pozos sépticos (letrinas):** De acuerdo (Kelly A. Reynolds, 2002). En muchas partes del territorio nacional y principalmente en el medio rural, hoy en día el pozo séptico (letrina) es el sistema más común que se utiliza para la disposición de las excretas, por no contar con un sistema de alcantarillado adecuado para este tipo de residuos que pudieran ser transportados a plantas de tratamiento, lo que ocasiona producción de agentes patógenos y nitratos que contaminan las aguas subterráneas.

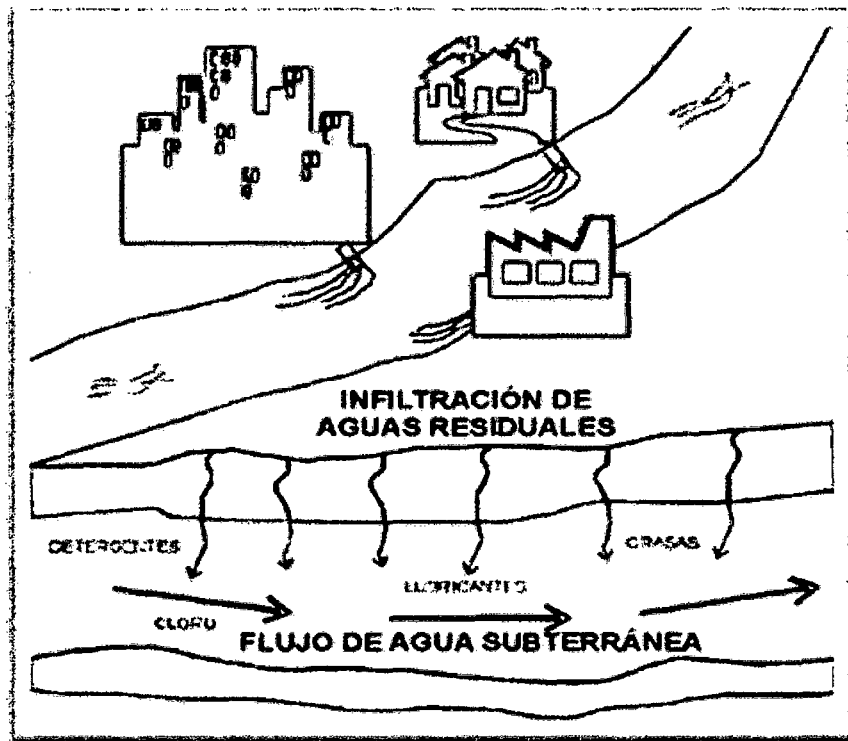
**Fig. N°01: Modelo de contaminación de los mantos acuíferos por un pozo séptico (letrina)**



Fuente: (Kelly A. Reynolds, 2002)

2. **Aguas residuales:** En todo distrito se genera una gran cantidad de aguas residuales esto dependiendo del tamaño de la población, así como de las actividades industriales; por lo que en muchos casos la mayoría del gran volumen que se genera no es tratado adecuadamente y sólo una parte es limpiada. (Kelly A. Reynolds, 2002).

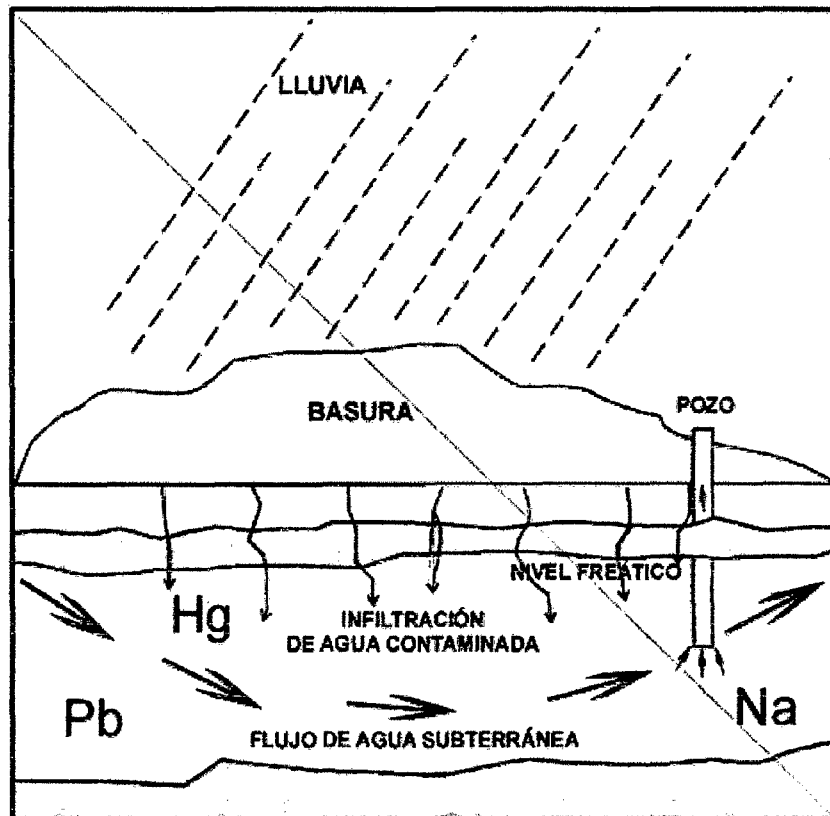
**Fig. N°02: MODELO DE CONTAMINACIÓN POR RESIDUOS DE AGUAS RESIDUALES EN UN DISTRITO.**



Fuente: (Kelly A. Reynolds, 2002).

3. **Basureros a la intemperie:** Este tipo de zona es altamente peligrosa y contribuye frecuentemente a la contaminación de suelos, sedimentos y aguas subterráneas por la gran cantidad de sustancias del tipo líquido y sólido que en ella se encuentran al entrar en contacto con el agua de lluvia se producen grandes cantidades de líquidos conocidos como lixiviados ocasionando éstos la contaminación de las aguas subterráneas por el poder de infiltrarse. (Kelly A. Reynolds, 2002).

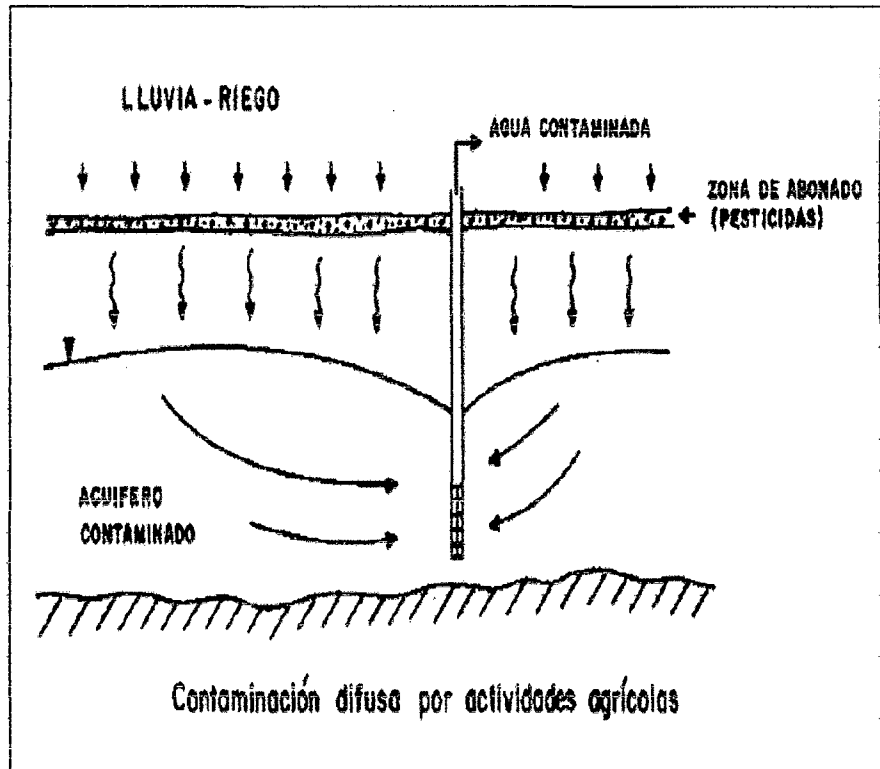
**Fig. N°03: MODELO DE CONTAMINACIÓN POR RESIDUOS DEBASUREROS A LA INTEMPERIE EN UN DISTRITO.**



Fuente: (Kelly A. Reynolds, 2002).

- 4. Actividades Agrícolas:** Las actividades agrícolas pueden contribuir significativamente a la contaminación de aguas subterráneas debido a los millones de toneladas de fertilizantes y pesticidas echados a los campos. En el caso de la aplicación de fertilizantes, frecuentemente hay un volumen de nitrógeno residual no asimilado por las plantas, cuyo transporte por lixiviación le conduce hasta la zona saturada. También la lixiviación de estiércol de ganado puede contaminar las aguas subterráneas. El uso de sustancias químicas por céspedes y huertos de hortalizas también contribuye a la contaminación de las aguas subterráneas (Kelly A. Reynolds, 2002).

**Fig. N°04: Contaminación de acuífero subterráneo por actividades agrícolas y domésticas.**



Fuente: (Kelly A. Reynolds, 2002).

5. **Actividad doméstica:** Si se atiende a los contaminantes asociados, se puede decir que es esencialmente de tipo orgánica y biológica, cuyo origen es debido a la existencia de fosas sépticas, pozos negros, alcantarillado, y vertederos, entre otros. Además de los anteriores contaminantes se debe añadir la presencia de productos químicos de tipo doméstico (detergentes, plaguicidas) y los denominados productos farmacéuticos y de uso personal (PPCPs). Estos últimos (Daughton, 2001), constituyen un grupo específico de contaminantes cuya presencia en las aguas subterráneas se ha detectado especialmente en algunos países europeos, y que constituyen una nueva amenaza a las aguas subterráneas.

Los vertederos urbanos suelen estar formados por desechos de papel, vidrio, metal, madera, etc., siendo su composición 55-65% doméstico y 35-45% comercial. Se supone que los vertederos controlados no contaminan, sin embargo, en los no controlados pueden llegar a

depositarse de forma esporádica y furtiva, materiales tóxicos y peligrosos altamente contaminantes. La contaminación procedente de esta actividad, en el caso de producirse y llegar a afectar a los acuíferos, se caracteriza por la elevada concentración del lixiviado en TSD, DQO y dureza.

### **1.3.2.3. DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA.**

Esta determinación está basada en los parámetros más representativos de calidad de agua para uso poblacional (INRENA, 1999), a los que en el procedimiento se les asigna un peso relativo; entre estos cabe mencionar: Oxígeno disuelto, Coliformes Termotolerantes (fecales), pH, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Temperatura, fosfato total, Nitratos, Turbidez, Sólidos Totales.

Para el cálculo del ICA, se utilizaron los valores promedio de los parámetros mencionados, los cuales fueron incorporados en los gráficos de sensibilidad (Anexo II), en donde, como función de la concentración del parámetro, se obtiene el valor de Q; para luego ser multiplicados por el factor de revisión (pesos específicos de cada parámetro); siendo la sumatoria de los productos parciales el ICA, en cada punto de monitoreo.

Los índices se calcularon de acuerdo al Índice de la calidad del agua (WQI) desarrollado por la Fundación de Sanidad Nacional (NSF) en 1970 y citado por Cantar (1998); fórmula que es una función ponderada de agregación producto cuya expresión matemática, es:



$$ICA_a = \sum_{i=1}^9 (Sub_i * w_i)$$

$$ICA_m = \prod_{i=1}^9 (Sub_i^{w_i})$$

**Dónde:**

**ICA:** Índice de Calidad de agua.

**W:** Pesos de importancia asignados a las variables. (Tabla N° 1)

Fuente: Vergara, 2002

**TABLA N° 01: MUESTRA LA FORMA DE CÁLCULO DEL ICA EN UN PUNTO DE MONITOREO SEGÚN VERGARA, 2002.**

PARAMETROS	RESULTADOS	VALOR DE Q	FACTOR DE REVISION (Peso de importancia)	TOTAL
Oxígeno disuelto	% Sat.		0.17	
Coliforme fecal	col/100 ml		0.16	
pH	Unidades		0.11	
DBO	mg/l		0.11	
Temperatura	Cambio °C		0.10	
Fosfato total	mg/l		0.10	
Nitratos	mg/l		0.10	
Turbidez	NTU		0.08	
Sólidos totales	mg/l		0.07	
Índice de Calidad del Agua (ICA)				

Fuente: Vergara, 2002

#### **1.3.2.4. Marco Legal para la Evaluación de la calidad de Agua en un Acuífero.**

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA) D.S N° 002-2008-MINAM: Tiene como objetivo 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 riesgos significativos para la salud de las personas ni para el medio ambiente. Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental clasifican los cuerpos de agua del país respecto a sus usos, ya sean terrestres o marítimos.

#### **➤ Marco Legal para la Evaluación de la calidad de Agua en un acuífero 2011.**

Artículo Único: Aprobación del Plan de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y límites Máximos Permisibles (LMP) 2010-2011 Apruébese el Plan de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) 2010 -2011, que en anexo forma parte de la presente Resolución Ministerial.

**PLAN DE ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) Y  
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (CLMP) 2010 -2011**

**CUADRO N°03: ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL  
(ECA).**

ECA	PARAMETRO	PLAZO	ACTUALIZAR O ELABORAR
AGUA SUBTERRÁNEA	Varios parámetros físicos químicos, orgánicos, inorgánicos y biológicos entre otros.	PRIMER SEMESTRE (2011)	Elaboración de proyecto de Decreto Supremo que complementa los ECA para Agua.
AGUA PARA REUSO	Varios parámetros físicos químicos, orgánicos, inorgánicos y biológicos de acuerdo al uso.	SEGUNDO SEMESTRE (2013)	Elaboración de proyecto de Decreto Supremo que complementa los ECA para Agua.
RUIDO	Decibelios.	SEGUNDO SEMESTRE (2011)	Revisión del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para

FUENTE: El Peruano Lima, lunes 25 de marzo de 2011

➤ **Reglamento nacional para la aprobación de Estándares de calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles. (D. S. N° 044-98-PCM)**

Este Reglamento establece el procedimiento que se debe seguir para determinar un Estándar de Calidad Ambiental (ECA) o un Límite Máximo Permissible (LMP).

➤ **Estándar de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP).**

El Límite Máximo Permissible (LMP) y el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) son instrumentos de gestión ambiental que consisten en parámetros y obligaciones que buscan regular y proteger la salud pública y la calidad ambiental en que vivimos, permitiéndole a la autoridad ambiental desarrollar acciones de control, seguimiento y fiscalización de los efectos causados por las actividades humanas.

Los LMP miden la concentración de elementos, sustancias, parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en las emisiones, efluentes o descargas generadas por una actividad productiva (minería, hidrocarburos, electricidad, etc.), que al exceder causa daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente.

Los ECA son indicadores de calidad ambiental, miden la concentración de elementos, sustancias, parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, pero que no representan riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.

Una de las diferencias es que la medición de un ECA se realiza directamente en los cuerpos receptores, mientras que en un LMP se da en los puntos de emisión y vertimiento. Sin embargo, ambos instrumentos son indicadores que permiten a través del análisis de sus resultados, establecer políticas ambientales (ECA) y correcciones el accionar de alguna actividad específica (LMP).

➤ **Aprueban los Estándares Nacional de Calidad ambiental para Agua (D.S. N° 002- 2008- MINAM).**

Que, en el inciso 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida; señalando en su artículo 67 que el Estado determina la Política Nacional del Ambiente;

Que, el artículo I del Título Preliminar de la Ley N° 28611- Ley General del Ambiente, establece que toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país; Que, el artículo 1 de la Ley N° 28817- Ley que establece los plazos para la elaboración y aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y de Límites Máximos Permisibles (LMP) de Contaminación Ambiental, dispuso que la Autoridad Ambiental Nacional culminaría la elaboración y revisión de los ECA y LMP en un plazo no mayor de dos (02) años, contados a partir de la vigencia de dicha Ley; Que con fecha 16 de junio de 1999 se instaló el GESTA AGUA, cuya finalidad fue elaborar los Estándares de Calidad Ambiental para Agua - ECA para Agua, estando conformado dicho Grupo de Trabajo por 21 instituciones del sector público, privado y académico, actuando la Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA como Secretaría Técnica; Que, mediante Oficio N° 8262-2006/DG/DIGESA de fecha 28 de diciembre de 2006, la Dirección General de Salud Ambiental -DIGESA, en coordinación con el Instituto Nacional de Recursos Naturales -INRENA, en calidad de Secretaría Técnica Colegiada del GESTA AGUA, remitió al CONAM, la propuesta de Estándares de Calidad Ambiental-ECA para Agua con la finalidad de tramitar su aprobación formal;

Que, por Acta del Grupo de Trabajo GESTA AGUA, de fecha 24 de octubre de 2007, se aprobó la propuesta de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua; Que, mediante Decreto Legislativo N° 1013 se aprobó la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, señalándose su ámbito de competencia sectorial y regulándose su estructura orgánica y funciones, siendo una de sus funciones específicas la de elaborar los Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles; Que, contando con la propuesta de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua, corresponde aprobarlos mediante Decreto Supremo, conforme a lo establecido en el artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1013; De conformidad con lo dispuesto en la Ley General del Ambiente, Ley N° 28611 y el Decreto Legislativo N° 1013; En uso de las facultades conferidas por el artículo 118 de la Constitución Política del Perú;

**Artículo 1.- Aprobación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.**

Aprobar los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, contenidos en el Anexo Tabla 14 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. Los 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.

### 1.3.2 Definición de Términos

➤ **Acuicludeo :**

Formación geológica que conteniendo agua en su interior, no puede transmitirla ni permite su explotación.

➤ **Acuitardo:**

Transmiten muy lentamente por lo que tampoco son aptas para la captación, pero sin embargo pueden permitir una recarga vertical a otros acuíferos.

➤ **Acuífugo:**

Formación geológica que no contienen agua ni las pueden transmitir.

➤ **Afloramiento :**

Son las fuentes o surgencias, que en principio deben ser consideradas como aliviaderos naturales de los acuíferos

➤ **El agua gravitacional:**

Se mueve por acción de la gravedad entre los poros e intersticios de los suelos, conformando los acuíferos. Una parte fluyendo en la zona de saturación y otra por encima de ella buscando la zona de saturación. Esta agua explica los manantiales o nacimientos de agua como se verá adelante.

➤ **Filtración :**

La filtración varía mucho, según la naturaleza del suelo, la vegetación y la estación.

➤ **Mantos :**

El agua filtrada puede aparecer en forma de mantos acuíferos, que pueden ser mantos libres y mantos cautivos. Como roca porosa y poco permeable, la arena es la más idónea y sobre ella el agua tiende a bajar, teóricamente, hasta los 12 Km. de profundidad, donde la temperatura cercana a los 365 °C, es suficiente para que se alcance el punto crítico del agua.

➤ **Porosidad:**

Alude a la cantidad de espacios vacíos dentro de la masa rocosa; la arcilla y la arena son porosas, igualmente una arenisca mal cementada o una roca fracturada o con planos de disolución, porque hay volumen de espacios vacíos en el seno de la roca. La porosidad varía con la dimensión de los huecos y el grado de cohesión de los minerales que lo limitan.

➤ **Permeabilidad :**

La permeabilidad alude a la capacidad que tiene un material de permitir que se establezca el flujo de aguas subterráneas o cualquier fluido a través suyo. Ello dependerá de la porosidad y de la conexión entre las aberturas e intersticios, y del tamaño y forma de tales conductos. En otras palabras la permeabilidad depende no sólo de la porosidad de la roca, sino del tamaño de los poros.

➤ **Pozos:**

Un pozo es una perforación o excavación cuasivertical o vertical, que corta la zona de agua freática. Un pozo artesiano se da donde el agua captada a profundidad se encuentra a una presión hidráulica suficiente para obligarla a subir hasta rebasar la superficie del terreno.



## **1.4 VARIABLES**

### **1.4.1 Variable Independiente:**

- Actividad agrícola y Domestica el acuífero subterráneo del Distrito de Yantaló

### **1.4.2 Variable Dependiente:**

- La Cálida de agua del acuífero subterráneo del Distrito de Yantaló.

## 1.5 HIPÓTESIS

“El índice de calidad de agua del acuífero subterráneo para uso doméstico en el Distrito Yantaló, está influenciado negativamente por la actividad agrícola y doméstica”.

- **H<sub>0</sub>**: La calidad del agua del acuífero subterráneo en el distrito de Yantaló, se encuentra influenciada negativamente por la actividad agrícola y doméstica que se desarrolla en el área de influencia.
- **H<sub>1</sub>**: La calidad del agua del acuífero subterráneo en el distrito de Yantaló, no se encuentra influenciada negativamente por la actividad agrícola y doméstica que se desarrolla en el área de influencia.

**H<sub>0</sub>≠H<sub>1</sub>**

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO METODOLÓGICO.**

#### **2.1 Tipo de Investigación.**

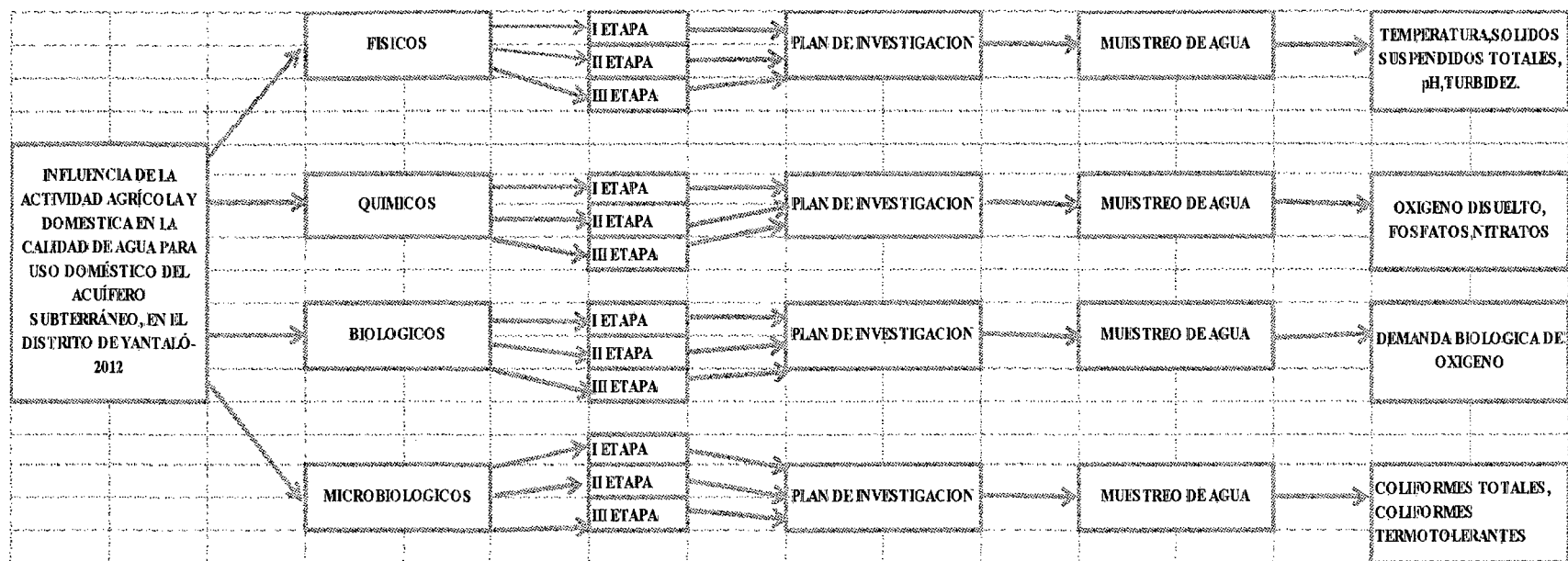
##### **2.1.1. De acuerdo a la Orientación.**

Básica.

##### **2.1.2 De acuerdo a la Técnica de Contrastación.**

Descriptiva.

## Diseño de Investigación (Descriptiva). FIGURA N° 05



Fuente: Elaboración propia, 2012.

## 2.3

### Población y Muestra.

#### 2.3.1. Población.

#### **UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO.**

##### Ubicación del Área de Estudio.

Localidad	:	Yantaló.
Distrito	:	Yantaló.
Provincia	:	Moyobamba.
Departamento	:	San Martín.

##### Descripción de la Ubicación del Área de Estudio.

El ámbito del área de estudio en referencia comprende el distrito de Yantaló, perteneciente a la Provincia de Moyobamba, Región San Martín, a una altitud promedio de 860 m.s.n.m. Entre los paralelos 06°04'30" de latitud SUR y los meridianos 77°04'30" de longitud OESTE.

El clima en la Zona afectada es el mismo en todo el valle del Alto Mayo; con temperatura promedio de 22° C y varía entre los 18° C y 26° C. Se hace difícil diferenciar las estaciones, por lo que la temperatura es casi uniforme en todo el año, llueve con menos frecuencia entre los meses de mayo a octubre, siendo los meses de enero a abril donde se registran los mayores índices de precipitaciones que van de los 1200 a 2400 mm de intensidad.

##### Límites:

Norte	:	Con distrito de Moyobamba.
Este	:	Con distrito de Moyobamba.
Sur	:	Con distrito de Calzada.
Oeste	:	Con la provincia de Rioja.

Construida por el acuífero subterráneo de 60 metros de profundidad ubicada en el distrito de Yantaló con las siguientes coordenadas:

Coordenadas UTM:

$$X = 277800$$

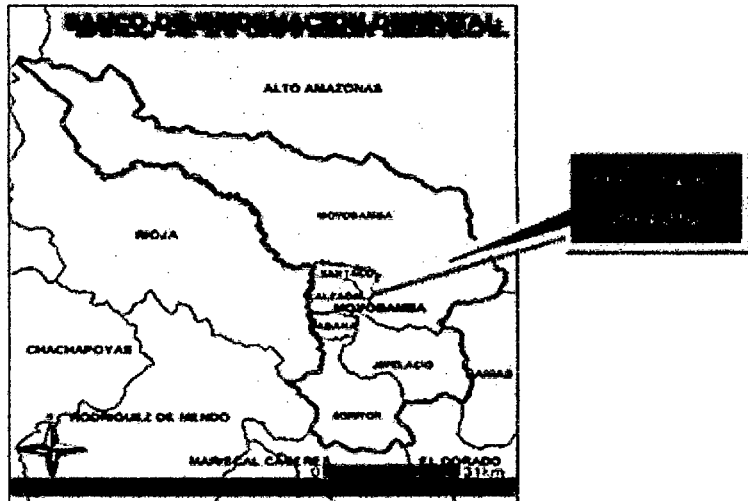
$$Y = 9340000$$

#### **VIAS DE ACCESO DEL AREA DE ESTUDIO**

La Ubicación Geográfica del área de estudio es en la localidad de Yantaló, a una altitud de 887 m.s.n.m. entre los paralelos 06°57'30" de Latitud Sur y los Meridianos 76° 16'15" de longitud oeste. Asimismo el acceso a la zona del Proyecto es a través de vía terrestre, Iniciando el recorrido de la ciudad de Moyobamba al Distrito de Yantaló.



## Ubicación del Distrito de Yantaló.



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

## Aspectos Económicos de la Población

Las actividades económicas que se sustentan en la zona donde se realizara el presente proyecto son:

### Actividad Agrícola

- ✓ La principal actividad económica de la zona de influencia del área de estudio es la agrícola. Teniendo como un recurso fundamental para la producción agropecuaria al recurso suelo, dentro de los principales cultivos que tiene la zona podemos destacar al arroz, el cual es el que mayor producción tiene con un volumen de 4,289.4 Toneladas métricas, según los datos proporcionados en el Portal Agrario de San Martín de las campañas de setiembre del 2009 a mayo 2010.
- ✓ También podemos mencionar que el segundo cultivo con mayor demanda es de pastos con un volumen de 5,330 Tm, el cual es estacionario y solo para ganado vacuno. A continuación se presentan los principales productos y su volumen de producción como también los precios de venta en la zona.



**Cuadro N° 04: Producción en el área de influencia**

CULTIVO	Siembras (ha)	Cosechas (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Producción (Tn)	Precio Chacra (S./Kg)
Arroz	1318.00	623.00	6885.07	4289.40	0.82
Braqueria	48.00			5330.00	0.02
Caña De Azúcar (Para Alcohol)				290.00	0.03
Cacao				2.00	4.56
Cafeto	13.00			133.00	4.25
Caimito	2.00			33.00	0.40
Frijol Grano Seco		2.00	900.00	1.80	3.05
Limón Sutil				30.00	0.75
Maíz Amarillo Duro	3.00	5.00	2000.00	10.00	0.55
Naranja				16.00	0.40
Papaya				26.00	0.81
Pasto Elefante	1.00			150.00	0.02
Plátano	3.00			160.00	0.32
Pomarrosa				25.00	0.26
Yuca	12.00	3.50	13000.00	45.50	0.30

**Fuente:** Portal Regional Agrario San Martín /Distrito Yantalo (campana agricola 2007-2008)

#### Actividad Pecuaria

- ✓ En lo que respecta a la actividad pecuaria el ganado vacuno es el que predomina en el distrito, representando el 80%, seguido del ganado porcino con un 20%. La actividad ganadera de la zona del proyecto se realiza en forma artesanal, asesorado por SENASA.

**Cuadro N° 05: Población de ganado vacuno, ovino y porcino en el distrito de Yantalo.**

Ganado	N° Cabezas	%
Vacunos	999	80%
Ovinos	-	0%
Porcinos	256	20%
<b>Total</b>	<b>1,255</b>	<b>100%</b>
Pollos de engorde	249	

**Fuente:** Portal Regional Agrario San Martín /Distrito Yantalo (campana agricola 2007-2008)

**CUADRO N° 06: IDENTIFICACION DE LAS COORDENADAS EN LOS PUNTOS DE MUESTEO.**

IDENTIFICACIÓN DE LAS COORDENADAS EN LOS PUNTOS DE MUESTEO			
IDENTIFICACION DE LOS PUNTOS	FECHA	UBICACIÓN GEOGRAFICA	ALTURA
ACUIFERO SUBTERRANEO	13/07/2012	18M 0217433	2740 m.s.n.m
		UTM 9339142	
CALICATA N°1	14/07/2012	18M 0276431	2739 m.s.n.m
		UTM 9339146	
CALICATA N°2	15/07/2012	18M 0276429	2741 m.s.n.m
		UTM 9339148	
CALICATA N°3	16/07/2012	18M 0276426	2752 m.s.n.m
		UTM 9339152	

Fuente: Elaboración propia, 2012.

### **2.3.2. Muestra.**

Las muestras para los análisis físicos, químicos y bacteriológicos, se colectarán cada 15 días calendarios en cada uno de las tres (03) calicatas como también se tomara muestra del pozo durante 3 meses consecutivos, de Octubre del 2012- Diciembre del 2012.

**La toma de muestra se realiza de acuerdo al tipo de análisis que se va a realizar:**

- **PARA EL ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICOS:**  
se tomó la muestra de agua con los envases de 500 mL de capacidad, de material de vidrio, esterilizado, de boca ancha y con tapa rosca.

#### **PROCEDIMIENTO DE LA TOMA DE MUESTRAS EN LOS PUNTOS DE MONITOREO.**

- Contando con los envases de 500 mL de capacidad adecuados y debidamente esterilizados.
- El envase se enjuagó dos veces con la misma fuente de agua antes de la toma de muestra.
- Para la toma de muestras de las calicatas (C1, C2, C3), se muestreo a una profundidad de 20 centímetros.
- Para la tomo de recolección del acuífero subterráneo se extrajo la muestra a través del sistema de bombeo tubular de forma ascendente hacia la parte superficial.
- Una vez lleno el frasco, se elimina o desecha una parte del agua para dejar un espacio de aire en el envase.
- Tapar el envase
- Rotular el envase indicando el nombre de la fuente y la hora de la toma de muestra.

## **2.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.**

Dependiendo del tipo de investigación a realizar, las técnicas de recolección de información pueden ser de dos formas: la primera es aquella que utiliza la información existente denominada **Información Secundaria** y la segunda que trabaja con información de primera mano debido a la escasez de información existente acerca de un determinado tema llamada **Información Primaria**.

### **2.4.1 Técnicas de Recolección de Datos Primaria.**

#### **➤ Etapa de Selección de sitio.**

Para la evaluación de dicho estudio, se optó hacer tres calicatas para poder contrastar el nivel de contaminación con respecto al acuífero subterráneo, cuyas dimensiones de las calicatas mencionadas son: Calicata N°01 (L: 1m x A: 1m x H<sub>b</sub>: 2m), Calicata N°02 (L: 1m x A: 1m x H<sub>b</sub> H: 2m), Calicata N°03 (L: 1m x A: 1m x H<sub>b</sub>: 2m) , con una distancia de separación de dos metros (2m) cada una, en forma transversal con respecto al acuífero subterráneo, ubicadas en el distrito de Yantaló.

### **2.4.2 Técnicas de Recolección de Datos Secundaria.**

Se recurrió a diversas investigaciones realizadas por diversas instituciones a escala local, regional, nacional e internacional para el análisis metodológico y científico del presente estudio.

Dentro de las técnicas utilizadas tenemos: fuentes internas, generadas por instituciones estatales y privadas; publicaciones de gobierno; libros, revistas, periódicos, información del internet y datos de las organizaciones mundiales vinculadas al tema.

## **2.5 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.**

La frecuencia para el monitoreo de la toma de muestra, se estableció quincenalmente durante tres meses del año 2012(Octubre a Diciembre), siguiendo los protocolos establecidos.

Para el análisis de la toma de muestra de las calicatas y el acuífero subterráneo se comparó los valores obtenidos con los Estándares de Calidad de Ambiental (ECAs).

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS

#### 3.1. RESPECTO A LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA EN EL ACUÍFERO SUBTERRANEO Y LAS CALICATAS.

Se han obtenido datos de los análisis físico, químico, biológico Y microbiológicos de la muestra de las aguas del acuífero subterráneo del punto de monitoreo durante los meses de Octubre a Diciembre del 2012. (Ver página 70 -72)

Se han monitoreado 4 estaciones: Punto 01: En el acuífero subterráneo, punto 02: Calicata N°01, punto 03: Calicata N°02, punto 04: Calicata N°03. Donde se muestran los valores para determinar cada parámetro físico, químico, biológico y microbiológico de las estaciones mencionadas en relación con los, Estándares de Calidad de Agua (ECA) según Decreto supremo N°002-2008-MINAM. (Ver página 82 - 85)

##### 3.1.1. TEMPERATURA

VALORES DE TEMPERATURA (°C) en muestras de agua determinadas en las cuatro estaciones (Puntos) de muestreo del Acuífero Subterráneo y las calicatas en el distrito de Yantaló, durante los meses de Octubre-Diciembre del año 2012.

**Cuadro N°07: VALORES DE TEMPERATURA (°C).**

ESTACIONES DE MUESTREO	MESES						X(°C)
	Octubre		Noviembre		Diciembre		
	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	
	15	30	15	30	15	30	
ACUIFERO SUBTERRANEO	17	18.5	16.5	17	17	16	17.0
CALICATA 1	17	18	17	17	18.5	19	17.8
CALICATA 2	18	18	18	18.5	20.5	20	18.8
CALICATA 3	18	17	19	18	20	19	18.5

Fuente: Elaboración propia, 2012.

### 3.1.2. pH

VALORES DE PH (UNIDADES) en muestras de agua determinadas en las cuatro estaciones (Puntos) de muestreo del Acuífero Subterráneo y las calicatas en el distrito de Yantaló, durante los meses de Octubre-Diciembre del año 2012.

**CUADRO N° 08: VALORES DE PH (UNIDADES).**

ESTACIONES DE MUESTREO	MESES						x̄
	Octubre		Noviembre		Diciembre		
	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	
	15	30	15	30	15	30	
ACUIFERO SUBTERRANEO	5.7	5.8	6.2	6.28	6.5	6.6	6.2
CALICATA 1	6.3	6.25	6.27	6.25	6.2	6.3	6.3
CALICATA 2	6.5	6.48	6.18	6.3	6.22	6.28	6.3
CALICATA 3	6.5	6.5	6.22	6.28	6.25	6.32	6.3

Fuente: Elaboración propia, 2012.

### 3.1.3. TURBIDEZ

VALORES DE TURBIDEZ(UTM) en muestras de agua determinadas en las cuatro estaciones (Puntos) de muestreo del Acuífero Subterráneo y las calicatas en el distrito de Yantaló, durante los meses de Octubre-Diciembre del año 2012.

**CUADRO N°09: VALORES DE TURBIDEZ (UTM)**

ESTACIONES DE MUESTREO	MESES						x̄
	Octubre		Noviembre		Diciembre		
	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	
	15	30	15	30	15	30	
ACUIFERO SUBTERRANEO	12	10	7	6	5	4	7.3
CALICATA 1	22	18	20	15	18	14	17.8
CALICATA 2	25	26	25	16	20	15	21.2
CALICATA 3	24	23	24	18	18	13	20.0

Fuente: Elaboración propia, 2012.

### 3.1.4. SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS

VALORES DE SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS (mg/L) en muestras de agua determinadas en las cuatro estaciones (Puntos) de muestreo del Acuífero Subterráneo y las calicatas en el distrito de Yantaló, durante los meses de Octubre-Diciembre del año 2012.

**CUADRO N° 10: VALORES DE SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS (mg/L).**

ESTACIONES DE MUESTREO	MESES							x̄
	Octubre		Noviembre		Diciembre			
	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA		
	15	30	15	30	15	30		
ACUIFERO SUBTERRANEO	48	38	37	35	25	21	34.0	
CALICATA 1	75	63	92	87	82	80	79.8	
CALICATA 2	79	75	100	85	85	78	83.7	
CALICATA 3	77	72	98	87	83	76	82.2	

Fuente: Elaboración propia, 2012.

### 3.1.5. NITRATOS

VALORES DE NITRATOS NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mg/L) en muestras de agua determinadas en las cuatro estaciones (Puntos) de muestreo del Acuífero Subterráneo y las calicatas en el distrito de Yantaló, durante los meses de Octubre-Diciembre del año 2012.

**CUADRO N° 11: VALORES DE NITRATOS NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mg/L).**

ESTACIONES DE MUESTREO	MESES						x̄
	Octubre		Noviembre		Diciembre		
	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	
	15	30	15	30	15	30	
ACUIFERO SUBTERRANEO	5	4	4.8	4.5	4	3.8	4.4
CALICATA 1	1.3	1.2	1.5	1.4	1.4	1.1	1.3
CALICATA 2	1.1	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.3
CALICATA 3	1	1.2	1.45	1.2	1.3	1.2	1.2

Fuente: Elaboración propia, 2012.

### 3.1.6. FOSFATOS

VALORES DE FOSFATOS  $PO_4^-$  (mg/L) en muestras de agua determinadas en las cuatro estaciones (Puntos) de muestreo del Acuífero Subterráneo y las calicatas en el distrito de Yantaló, durante los meses de Octubre-Diciembre del año 2012.

**CUADRO N° 12: VALORES DE FOSFATOS  $PO_4^-$  (mg/L)**

ESTACIONES DE MUESTREO	MESES						x̄
	Octubre		Noviembre		Diciembre		
	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	
	15	30	15	30	15	30	
ACUIFERO SUBTERRANEO	0.18	0.16	0.17	0.15	0.12	0.13	0.2
CALICATA1	0.05	0.06	0.08	0.06	0.07	0.07	0.1
CALICATA2	0.04	0.05	0.06	0.05	0.06	0.07	0.1
CALICATA3	0.043	0.04	0.08	0.06	0.07	0.07	0.1

Fuente: Elaboración propia, 2012.

### 3.1.7. OXIGENO DISUELTO

VALORES DE CONCENTRACION DE OXIGENO DISUELTO (mg/L) en muestras de agua determinadas en las cuatro estaciones (Puntos) de muestreo del Acuífero Subterráneo y las calicatas en el distrito de Yantaló, durante los meses de Octubre-Diciembre del año 2012.

**CUADRO N° 13. VALORES DE CONCENTRACION DE OXIGENO DISUELTO (mg/L)**

ESTACIONES DE MUESTREO	MESES						x̄
	Octubre		Noviembre		Diciembre		
	DIAS	DIAS	DIAS	DIAS	DIAS	DIAS	
	15	30	15	30	15	30	
ACUIFERO SUBTERRANEO	3	4	4	3	3	3	3.3
CALICATA 1	5	5	3	3	4	3	3.8
CALICATA 2	4	4	3.6	3.3	3	4	3.7
CALICATA 3	5	4	3	3.5	3	3	3.6

Fuente: Elaboración propia, 2012.



### 3.1.8. DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO

VALORES DE CONCENTRACION DE DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO DBO<sub>5</sub> (mg/L) en muestras de agua determinadas en las cuatro estaciones (Puntos) de muestreo del Acuífero Subterráneo y las calicatas en el distrito de Yantaló, durante los meses de Octubre-Diciembre del año 2012.

**CUADRO N° 14: VALORES DE CONCENTRACION DE DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO DBO<sub>5</sub> (mg/L).**

ESTACIONES DE MUESTREO	MESES						x̄
	Octubre		Noviembre		Diciembre		
	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	
	15	30	15	30	15	30	
ACUIFERO SUBTERRANEO	7	5	6	5	4	3	5.0
CALICATA 1	3.4	3.6	3	3.5	3	3.5	3.3
CALICATA 2	3.5	4	2.7	3.7	2.9	3.4	3.4
CALICATA 3	3.4	3.1	3	3.6	3	3.5	3.3

Fuente: Elaboración propia, 2012

### 3.1.9. COLIFORMES TOTALES

VALORES DEL NUMERO MAS PROBABLE DE COLIFORMES TOTALES (col/100ml) en muestras de agua determinadas en las cuatro estaciones (Puntos) de muestreo del Acuífero Subterráneo y las calicatas en el distrito de Yantaló, durante los meses de Octubre-Diciembre del año 2012.

**CUADRO N° 15: VALORES DEL NUMERO MAS PROBABLE DE COLIFORMES TOTALES (col/100ml)**

ESTACIONES DE MUESTREO	MESES						x̄
	Octubre		Noviembre		Diciembre		
	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	
	15	30	15	30	15	30	
ACUIFERO SUBTERRANEO	13	15	12	12	10	8	11.7
CALICATA 1	37	40	77	72	70	75	61.8
CALICATA 2	40	43	79	70	68	70	61.7
CALICATA 3	38	40	82	68	65	73	61.0

Fuente: Elaboración propia, 2012.

### 3.1.10. COLIFORMES TERMOTOLERANTES

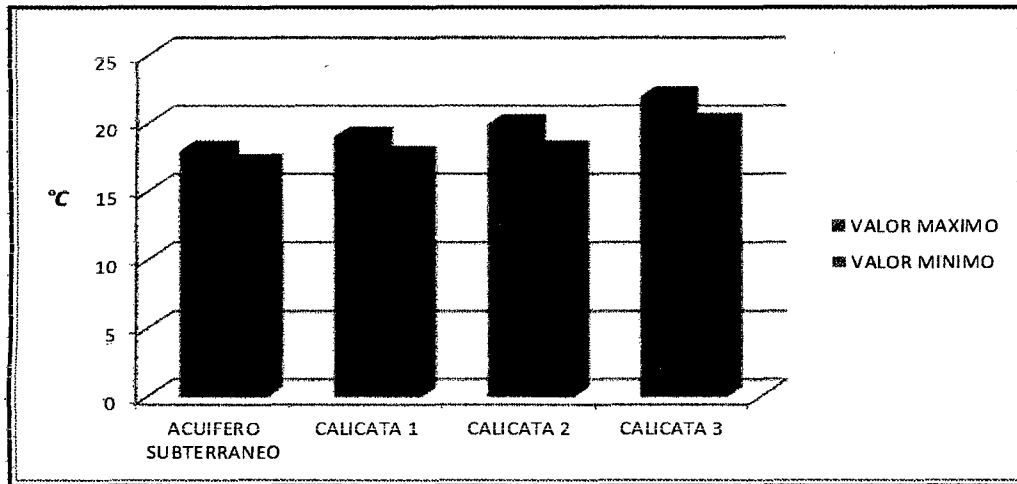
VALORES DEL NUMERO MAS PROBABLE DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES (col/100ml) en muestras de agua determinadas en las cuatro estaciones (Puntos) de muestreo del Acuífero Subterráneo y las calicatas en el distrito de Yantaló, durante los meses de Octubre-Diciembre del año 2012.

**CUADRO N° 16: VALORES DEL NUMERO MAS PROBABLE DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES (col/100ml)**

ESTACIONES DE MUESTREO	MESES						X
	Octubre		Noviembre		Diciembre		
	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	
	15	30	15	30	15	30	
ACUIFERO SUBTERRANEO	8	9	5	4	3	3	5.3
CALICATA 1	23	28	38	35	37	38	33.2
CALICATA 2	27	30	43	34	35	37	34.3
CALICATA 3	25	27	40	33	34	38	32.8

Fuente: Elaboración propia, 2012.

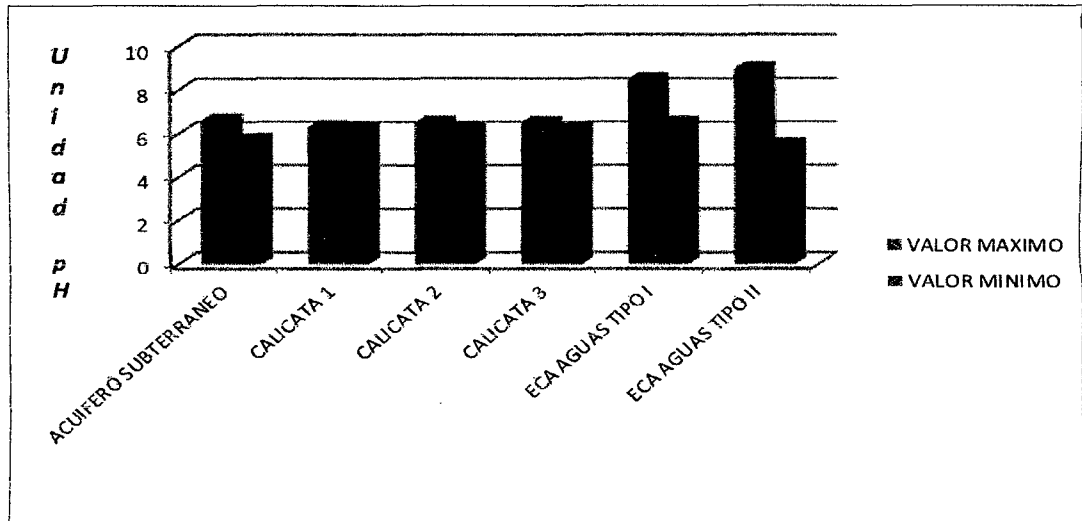
**Fig. N° 06. VALORES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE LA TEMPERATURA (°C), en las Aguas del Acuífero Subterráneo y las Tres calicatas (C1, C2, C3).**



Fuente: Elaboración propia, 2012.

(Las Normas Legales ver página 86 - 87)

**Fig. N° 07. VALORES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE pH (unidades), en las aguas del Acuífero Subterráneo y las Tres calicatas (C1, C2, C3) en relación con los Estándares de Calidad Ambiental.**



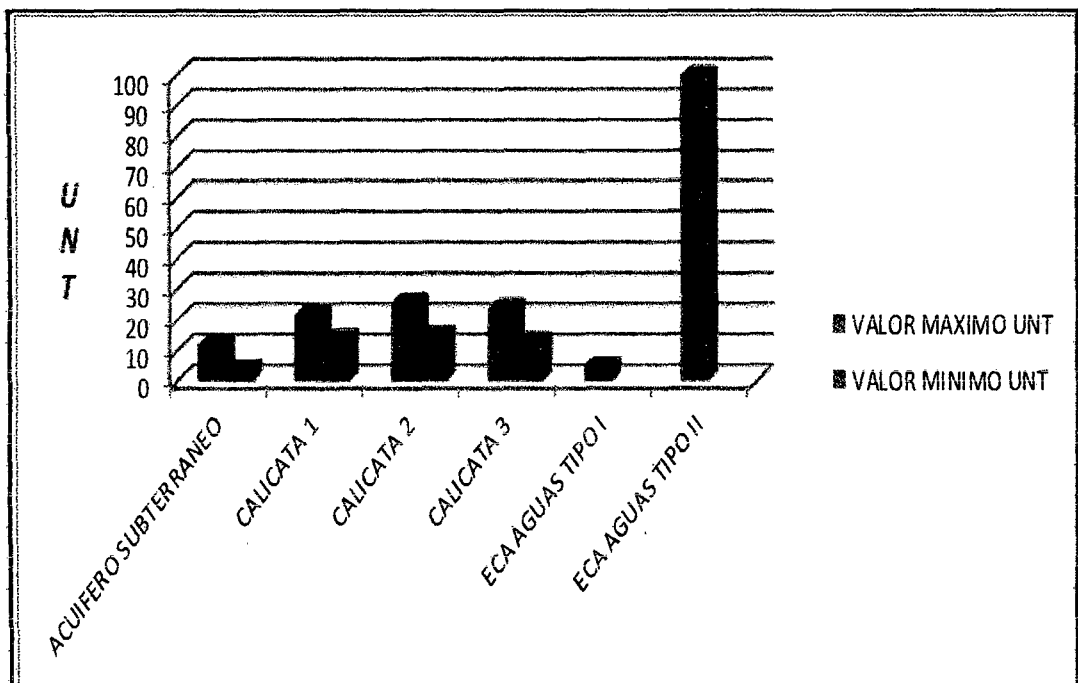
Fuente: Elaboración propia, 2012.

**Interpretación:** La calidad del agua y el valor del pH están íntimamente relacionados el pH es un factor importante, debido a que algunos procesos químicos y biológicos solo pueden realizarse cuando el agua presenta un determinado valor del pH.

Las aguas del acuífero de Yantaló se encuentran dentro de los rangos establecidos por los Estándares de Calidad ambiental.

(Las Normas Legales ver página 86 – 87)

**Fig. N°08.** VALORES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE LA TURBIDEZ en las Aguas en las Aguas del Acuífero Subterráneo y las Tres calicatas (C1, C2, C3) en relación con los Estándares de Calidad Ambiental.

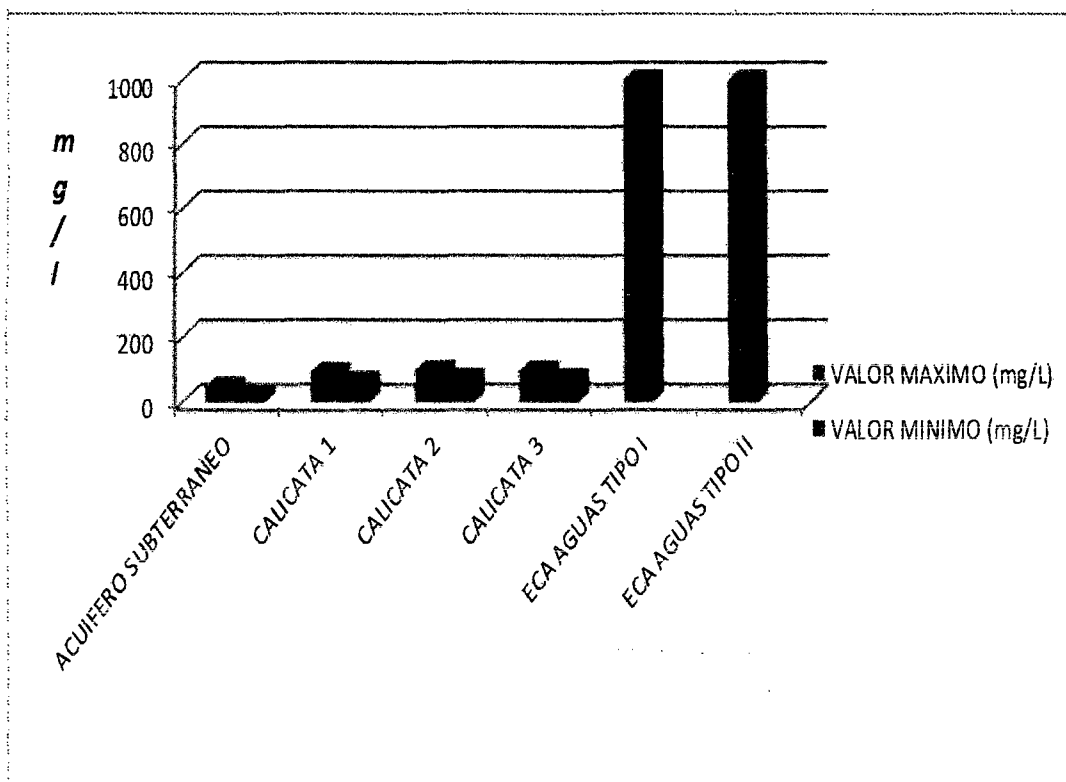


Fuente: Elaboración propia, 2012.

**Interpretación:** Un indicativo de la contaminación del agua es la turbidez, implicando la existencia de sustancias o materia orgánica que puede causar daños a la salud humana: las aguas del acuífero de Yantaló, se encuentran contaminadas por la presencia de partículas suspendidas y disueltas, tanto orgánicas como inorgánicas.

(Las Normas Legales ver página 86 – 87)

**Fig. N° 09. VALORES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE LA SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS (mg/L) en las Aguas del Acuífero Subterráneo y las Tres calicatas (C1, C2, C3) en relación con los Estándares de Calidad Ambiental.**

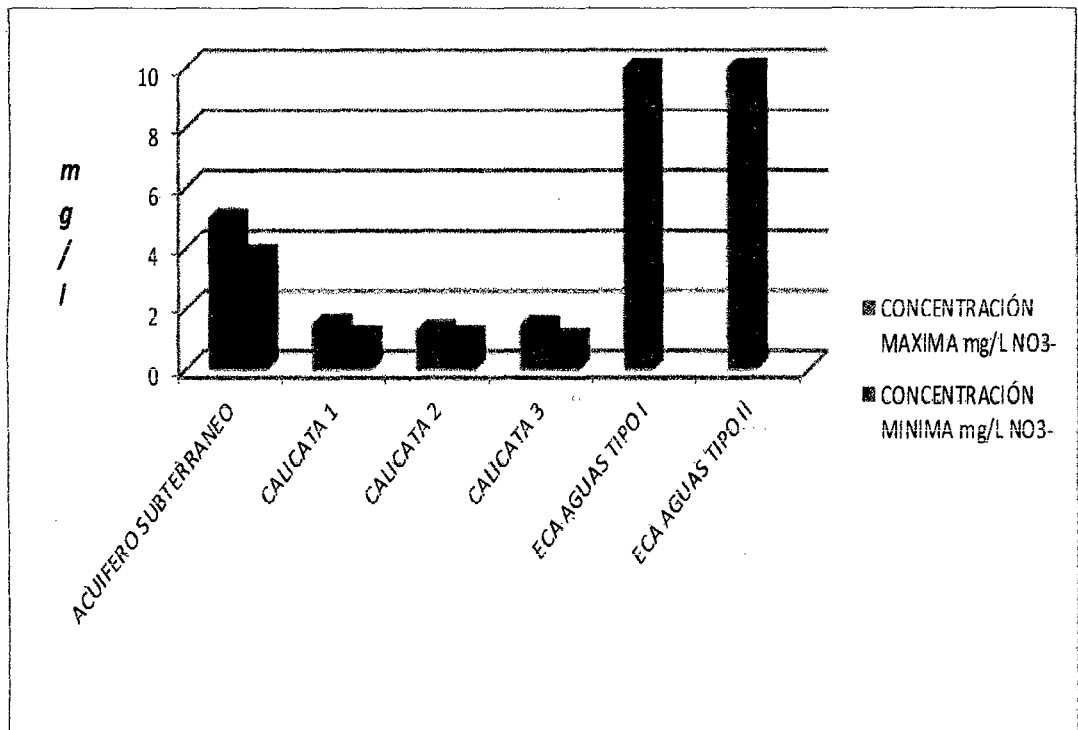


Fuente: Elaboración propia, 2012.

**Interpretación:** Los sólidos totales disueltos indican la presencia de materia suspendida o disuelta en cuerpo de agua.- los sólidos totales disueltos afectan la penetración de la luz en el agua; considerando los sólidos totales disueltos, las aguas del acuífero de Yantaló son aptas para el consumo humano.

(Las Normas Legales ver página 86 – 87)

**Fig. N° 10. VALORES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE NITRATOS NO<sub>3</sub> - (mg/l) en las Aguas del Acuífero Subterráneo y las Tres calicatas (C1, C2, C3); en relación con los Estándares de Calidad Ambiental.**

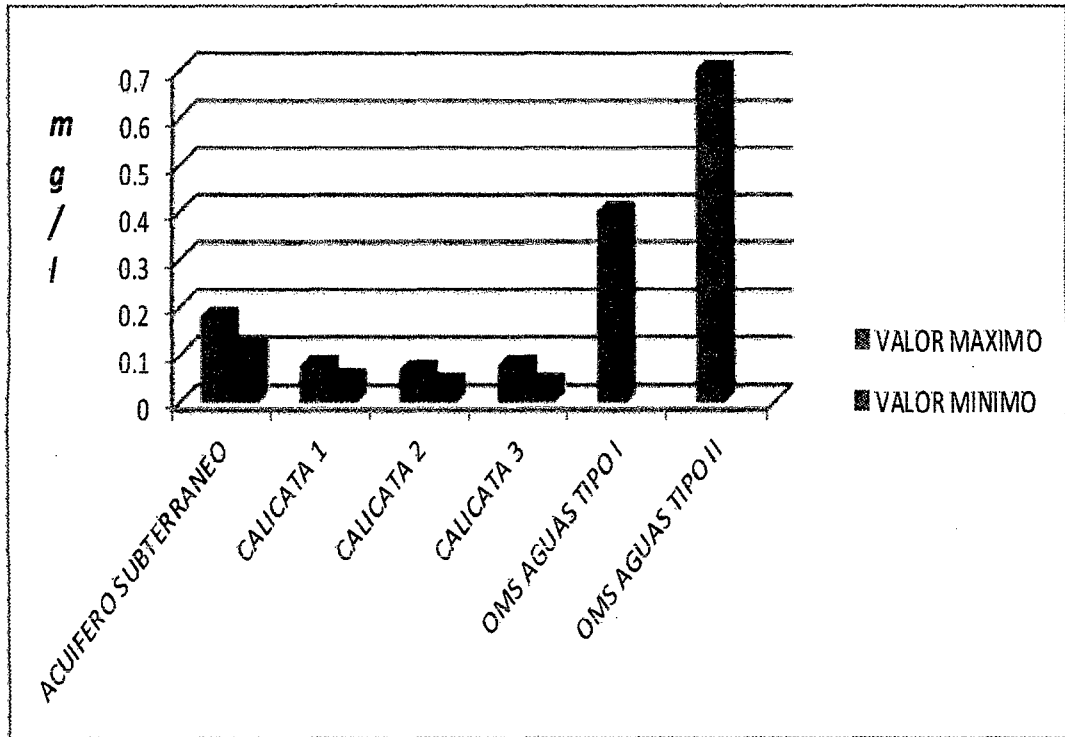


Fuente: Elaboración propia, 2012.

**Interpretación:** constituye la especie nitrogenada más abundante, de mayor interés en todos los cuerpos de aguas naturales. - la baja presencia de nitratos no permite que se genere el fenómeno de eutrofización.

(Las Normas Legales ver página 86 – 87)

**Fig. N°11. VALORES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE FOSFATOS (mg/l) en las Aguas del Acuífero Subterráneo y las Tres calicatas (C1, C2, C3).**

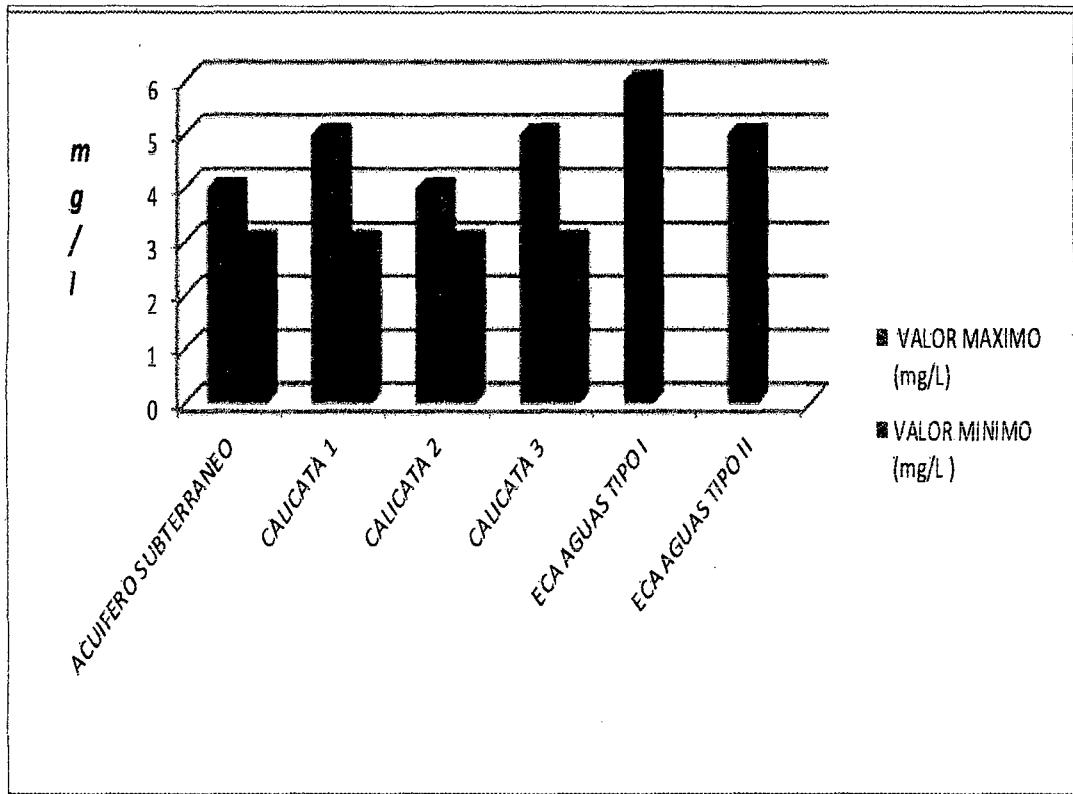


Fuente: Elaboración propia, 2012.

**Interpretación:** El fósforo es un elemento esencial en crecimiento de plantas y animales.- Un exceso de fósforo produce un desarrollo desorbitado de plantas, el cual es causa de condiciones inadecuadas para ciertos usos benéficos del agua.

(Las Normas Legales ver página 86 – 87)

**Fig. N°12. VALORES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE OXÍGENO DISUELTO (mg/L)**  
 en las Aguas del Acuífero Subterráneo y las Tres calicatas (C1, C2, C3); en  
 relación con los Estándares de Calidad Ambiental.



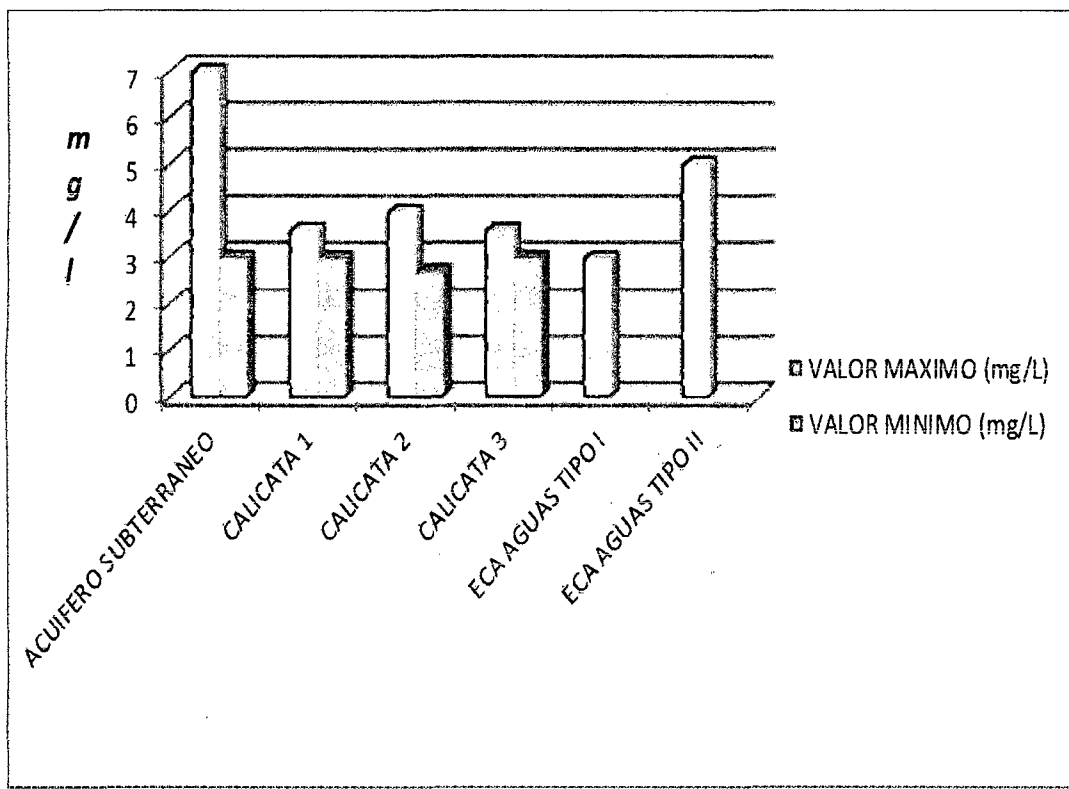
Fuente: Elaboración propia, 2012.

**Interpretación:** las aguas del acuífero y calicatas del distrito de yántalo presenta poca concentración de oxígeno disuelto; debido a que la solubilidad del oxígeno disminuye al aumentar la profundidad del agua y a la presencia de partículas en suspensión.

(Las Normas Legales ver página 86 – 87)



**Fig. N° 13. VALORES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DBO (mg/L) en las Aguas del Acuífero Subterráneo y las Tres calicatas (C1, C2, C3); en relación con los Estándares de Calidad Ambiental.**

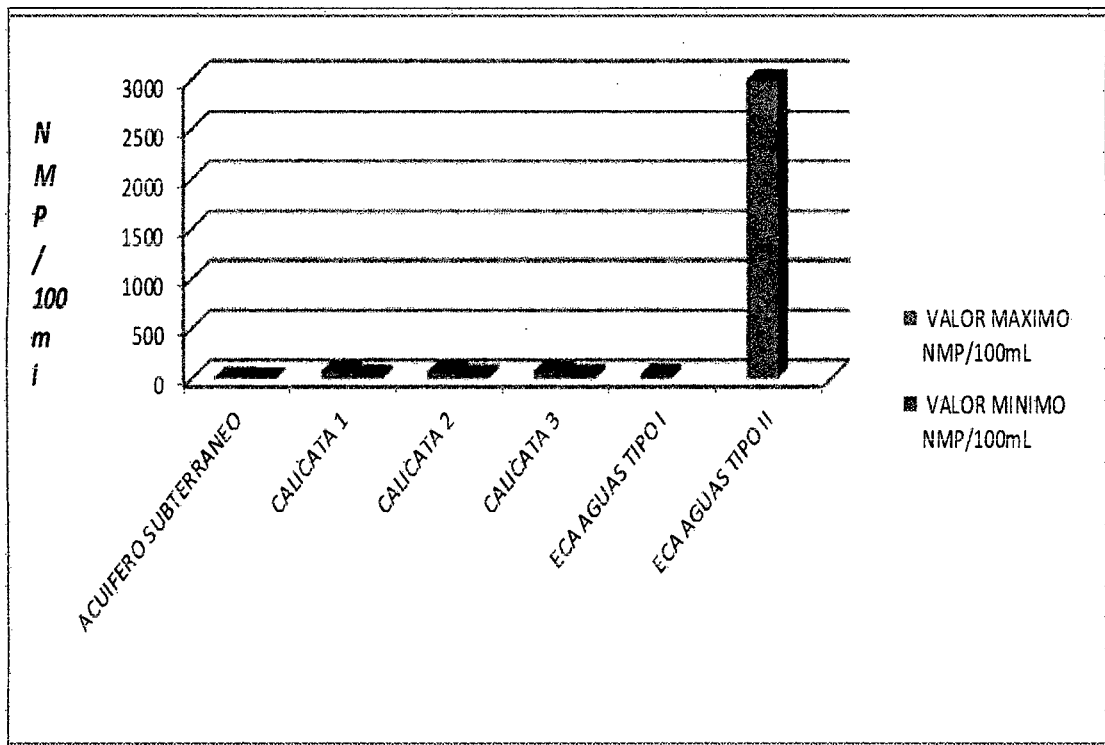


Fuente: Elaboración propia, 2012.

**Interpretación:** La demanda bioquímica de oxígeno es una medida de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable.- debido a la presencia de materia orgánica; la demanda bioquímica de oxígeno presenta valores que superan los Estándares de Calidad Ambiental.

(Las Normas Legales ver página 86 – 87)

**Fig. N° 14. VALORES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE COLIFORMES TOTALES (NMP/100 ml) en las Aguas del Acuífero Subterráneo y las Tres calicatas (C1, C2, C3); en relación con los Estándares de Calidad Ambiental.**

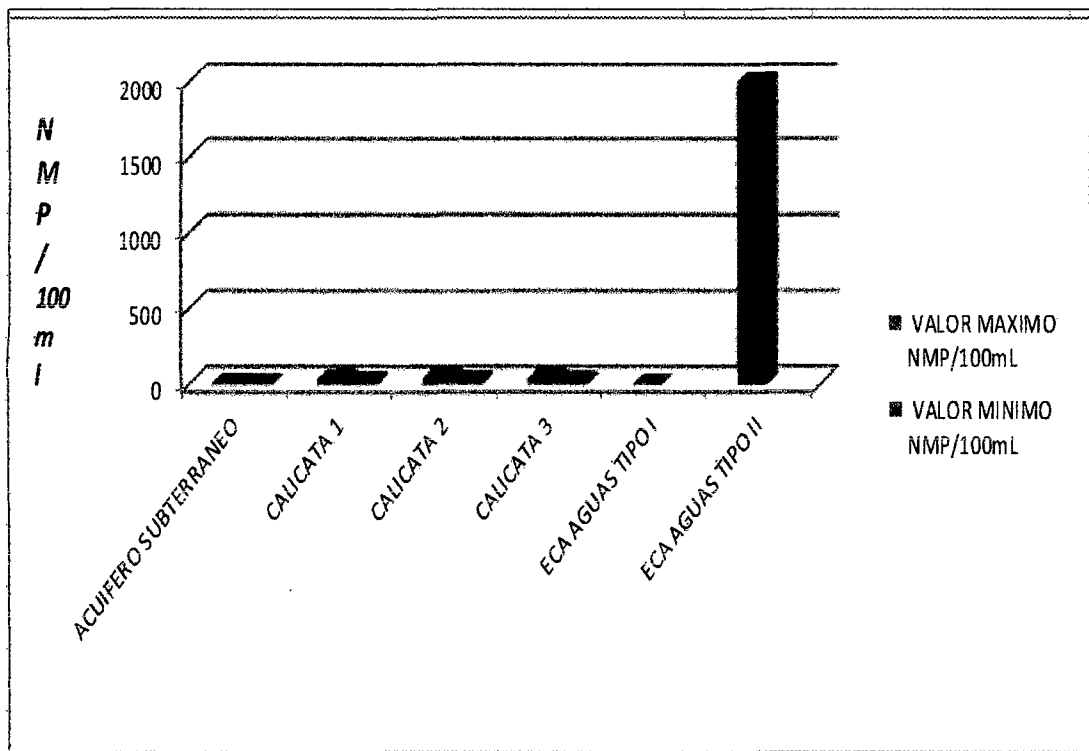


Fuente: Elaboración propia, 2012.

**Interpretación:** Los coliformes totales del acuífero de yantaló, no superan los Estándares de calidad ambiental pero las calicatas si superan los Estándares de calidad ambiental en los coliformes totales de sus aguas, las cual estas se incrementan por la presencia de la actividad humana.

(Las Normas Legales ver página 86 – 87)

**Fig.N°15. VALORES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES (NMP/100 ml) en las Aguas del Acuífero Subterráneo y las Tres calicatas (C1, C2, C3); en relación con los Estándares de Calidad Ambiental.**



Fuente: Elaboración propia, 2012.

**Interpretación:** Las aguas se encuentran contaminadas bacteriológicamente por la presencia de coliformes Termotolerantes  
(Las Normas Legales ver página 86 – 87)

**3.2. RESPECTO A LA DETERMINACION DE LOS INDICES DE LA CALIDAD DE AGUA MUESTREADAS.**

**TABLA N°02. INDICE DE CALIDAD (ICA) DEL ACUIFERO SUBTERRANEO DEL MES DE OCTUBRE.**

CALCULO ICA ACUIFERO SUBTERRANEO		Octubre		Promedio	Valor de Q	Factor de Revision	ICA
		1er muestreo	2do muestreo				
Parametro	Resultados	DIA 15	DIA 30				
Temperatura	Cambio °C	17	18,5	17,75	27	0,1	2,7
Turbidez	NTU	12	10	11	76	0,08	6,08
pH	Unidades	5,7	5,8	5,75	48	0,12	5,76
Solidos totales disueltos	mg/l	48	38	43	85	0,08	6,8
DBO	mg/l	7	5	6	52	0,1	5,2
Fosfatos	mg/l	0,18	0,16	0,17	97	0,1	9,7
Nitratos	mg/l	5	4	4,5	77	0,1	7,7
Oxigeno Disuelto	% Sat.	3	4	3,5	42	0,17	7,14
Coliformes termotolerantes	col/100ml	8	9	8,5	76	0,15	11,4
<b>CALCULO ICA</b>							<b>62,48</b>

Fuente: Elaboración propia, 2012.

**INTERPRETACIÓN:** En la tabla N° 2: El Índice de Calidad de Agua de 62.48, se constituye como Indicador Ambiental, en el desarrollo de programas de Ecogestión de Recursos Hídricos, en Acuífero subterráneo.

El Índice de Calidad de Agua de 62.48, en el Acuífero subterráneo, permite asignarle una categoría de Calidad regular.

Es necesario un tratamiento potabilizador. (Ver página 74 – 80)

**TABLA N°03. INDICE DE CALIDAD (ICA) DEL ACUIFERO SUBTERRANEO  
DEL MES DE NOVIEMBRE.**

CALCULO ICA ACUIFERO SUBTERRANEO.		Noviembre		Priomedio	Valor de Q	Factor de Revision	ICA
		1er muestreo	2do muestreo				
Parametro	Resultados	DIA 15	DIA 30				
Temperatura	Cambio °C	16,5	17	16,75	25	0,1	2,5
Turbidez	NTU	7	6	6,5	83	0,08	6,64
pH	Unidades	6,2	6,38	6,29	63	0,12	7,56
Solidos totales disueltos	mg/l	37	35	36	82	0,08	6,56
DBO	mg/l	6	5	5,5	52	0,1	5,2
Fosfatos	mg/l	0,17	0,15	0,16	96	0,1	9,6
Nitratos	mg/l	4,8	4,5	4,65	78	0,1	7,8
Oxigeno Disuelto	% Sat.	4	3	3,5	42	0,17	7,14
Coliformes termotolerantes	col/100 ml	5	4	4,5	82	0,15	12,3
<b>CALCULO ICA</b>							<b>65,30</b>

Fuente: Elaboración propia, 2012.

**INTERPRETACIÓN:** En la tabla N° 3: El Índice de Calidad de Agua de 65.30, se constituye como Indicador Ambiental, en el desarrollo de programas de Ecogestión de Recursos Hídricos, en Acuífero subterráneo.

El Índice de Calidad de Agua de 65.30, en el Acuífero subterráneo, permite asignarle una categoría de Calidad regular.

Es necesario un tratamiento potabilizador. (Ver página 74 – 80)

**TABLA N°04. INDICE DE CALIDAD (ICA) DEL ACUIFERO SUBTERRANEO DEL MES DE DICIEMBRE.**

CALCULO ICA ACUIFERO SUBTERRANEO		Diciembre		Promedio	Valor de Q	Factor de revision	ICA
		1er muestreo	2do muestreo				
Parametro	Resultados	DIA 15	DIA 30				
Temperatura	Cambio °C	17	16	16,5	22	0,1	2,2
Turbidez	NTU	5	4	4,5	81	0,08	6,48
pH	Unidades	6,5	6,6	6,55	33	0,12	3,96
Solidos totales disueltos	mg/l	25	21	23	81	0,08	6,48
DBO	mg/l	4	3	3,5	6	0,1	0,6
Fosfatos	mg/l	0,12	0,13	0,125	98,5	0,1	9,85
Nitratos	mg/l	4	3,8	3,9	78	0,1	7,8
Oxigeno Disuelto	% Sat.	3	3	3	28	0,17	4,76
Coliformes termotolerantes	col/100 ml	3	3	3	89	0,15	13,35
<b>CALCULO ICA</b>							<b>55,48</b>

Fuente: Elaboración propia, 2012.

**INTERPRETACIÓN:** En la tabla N° 2: El Índice de Calidad de Agua de 55.48, se constituye como Indicador Ambiental, en el desarrollo de programas de Ecogestión de Recursos Hídricos, en Acuífero subterráneo.

El Índice de Calidad de Agua de 55.48, en el Acuífero subterráneo, permite asignarle una categoría de Calidad regular.

Es necesario un tratamiento potabilizador. (Ver página 74 – 80)

### 3.3. Discusiones.

- Existen muchos factores que permiten evaluar la caracterización de cuerpos de agua, si están contaminados o no; dentro de estos tenemos, las condiciones físicas, químicas, microbiológicas y biológicas que presentan. Cuando la alteración de las características indicadas, supera los ECAs, podrían presentar contaminación alguna. (Sierra, 2005).
- Se realizaron las evaluaciones de los parámetros físicos, químicos y biológicos, comparándose los valores con los Estándares de Calidad Ambiental ( ECAs), para el consumo humano.
- La temperatura como condición ambiental es importante en la vida de los organismos y, todo lo que sucede en el medio acuático, es de alguna manera condicionado por ésta inclusive en los procesos de auto-purificación y oxidación (Chávez, 2008).Las mismas propiedades del agua, varían con la temperatura; el oxígeno disuelto por ejemplo, disminuye a medida que aumenta la temperatura Chávez (2008).
- Se determinó que cierto parámetros como nitratos aunque no superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs); su presencia de 5 ppm se debe a la presencia de silos de vivienda cercanas al acuífero.- Los coliformes totales se presentan, alterando microbiológicamente las aguas.
- Se determinó que ciertos parámetros como turbidez, la demanda biológica de oxígeno, coliformes Termotolerantes superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs), en las cuatro estaciones de monitoreo (acuífero subterráneo, y las tres calicatas), y los coliformes totales solo en tres estaciones de monitoreo (las calicatas superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs).
- En el Diagnóstico general del acuífero subterráneo con respecto a la determinación de la influencia de la actividad agrícola y domestica; se determina que se constituye fuentes de impacto: lavado de ropa, pozos ciegos y disposición final de residuos sólidos en los predios cerca al acuífero subterráneo que causan la contaminación del agua.

- El ICA está basado en los parámetros más representativos de la calidad del agua para uso poblacional, a los que en la determinación se les asigna un peso relativo, estos son: oxígeno disuelto, coliformes Termotolerantes (coliformes fecales), pH, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), nitratos, fósforo total, temperatura, turbiedad y sólidos totales (INRENA, 2008).
- En las tablas N° 2, N°3, N° 4, se muestran los resultados del ICA obtenidos en los puntos de monitoreo.
- Por el tiempo del presente estudio, en que se han realizado los monitoreos; el ICA obtenido no puede ser generalizado para la otra época (avenida), la cual corresponde a los meses de Octubre a Diciembre; época en que los caudales se incrementan notoriamente, igualmente la turbidez, sólidos totales y otros parámetros que fácilmente pueden llevar a un decremento de la calidad del agua. (INRENA, 2008).
- El Índice de Calidad de Agua de 61.09, en el Acuífero subterráneo, permite asignarle una categoría de Calidad regular.
- Teniendo en cuenta los valores ICA obtenidos en el presente trabajo, se podría afirmar que, las aguas provenientes de aguas del acuífero subterráneo – Yantaló es necesario un tratamiento potabilizador según la Clase I de la Ley General de Aguas.



### **3.4.Conclusiones.**

Del estudio realizado en las aguas del acuífero subterráneo y las tres calicatas – Yantaló, se concluye, que:

1. De los 10 parámetros determinados y los correspondientes límites máximos permisibles propuestos en la Ley General de Aguas, clase I, se tiene: 03 (turbiedad, demanda biológica de oxígeno, Coliformes Termotolerantes) de ellos superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs), 06 (pH, sólidos totales disueltos, nitratos, fosfatos, oxígeno disuelto, coliformes totales) de ellos están por debajo del límite, 01(temperatura) de ellos no tienen su correspondiente límite.
2. Las características químicas y biológicas acuífero subterráneo Yántalo, se concluye que tienen calidad limitante para ser usadas como aguas de Abastecimiento doméstico como simple desinfección. (Aguas Tipo I de los Estándares de calidad ambiental); así como para ser usadas para Aguas de Abastecimiento doméstico con tratamiento equivalente a procesos combinados mezcla y coagulación, sedimentación, filtración y cloración, aprobados por el Ministerio de Salud. (Aguas Tipo I de los Estándares de calidad ambiental). Es necesario un tratamiento potabilizador.
3. De acuerdo a los resultados del análisis físico químico y bacteriológico de las muestra del acuífero subterráneo, dan como resultado niveles altos, respecto a los Estándares de calidad ambiental, en los parámetros siguientes: demanda biológica de oxígeno, coliformes Termotolerantes y nitratos, los cuales son resultado de la infiltración de los efluentes de silos cercanos al acuífero subterráneo.
4. El Índice de Calidad de Agua de 61.09, se constituye como Indicador Ambiental, en el desarrollo de programas de Ecogestión de Recursos Hídricos, en Acuífero subterráneo.
5. El Índice de Calidad de Agua de 61.09, en el Acuífero subterráneo s, permite asignarle una categoría de Calidad regular.

6. De acuerdo a las conclusiones anteriores se demuestra la influencia de las actividades urbanas, específicamente de los efluentes de silos instalados en la cercanía del acuífero, en la calidad de las aguas subterráneas del acuífero de la localidad de Yantaló.

### **3.5.Recomendaciones.**

1. Se debe aplicar programas de vigilancia y monitoreo, cuya actividad principal estará destinada a mitigar la contaminación actual, eliminarla o impedirla en el futuro, y que debe estar rígidamente a evaluación durante un tiempo determinado.
2. En el acuífero subterráneo hay presencia de fosfatos y nitratos, en exceso; por lo que se recomienda realizar Educación Ambiental a los pobladores y además a través de la gestión municipal buscar alternativas diferentes a los silos convencionales que incluyan tratamiento ambiental óptimo de la disposición final de excretas.
3. Promover la sensibilización de las autoridades relacionadas con asuntos ambientales, sobre la importancia de implementar acciones orientadas a reducir el impacto y/o contaminación del acuífero subterráneo de la localidad de Yántalo, la cual está siendo contaminada progresivamente, por la actividad doméstica y agrícola; a fin de que se apliquen las Normas de Conservación y Preservación Vigentes, y/o las sanciones establecidas en la Legislación Ambiental Peruana.

## CAPÍTULO IV

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- **Allen, M. (2003).** *La importancia para la salud pública de los indicadores bacterianos que se encuentran en el agua potable.* Reunión Regional sobre la Calidad el Agua Potable. Lima, CEPIS.
- **American Water Works Association (2002).** *Calidad y Tratamiento del Agua.* 5ta. Edición. Editorial The Mc. Graw-Hill Companies, INC.
- **APHA – AWWA – WPCF (2003).** *Métodos Normalizados para análisis del Agua Potable y Residuales.* 17º ed. Edit. Díaz de los santos S.A. : Madrid – España. 50,51Pag.
- **Antonio Cardona B (2005).** *Interpretación de Análisis de Aguas.*
- **Estudio Realizado en el Año (2005)** por Maximina Altamirano Espinoza – Maestría en Ciencias del Agua Subterránea.
- **Calderón, D. (2007).** *Interpretación de Análisis de Aguas.* Julio;1997. Colombia. <http://www.drcalderonlabs.c.../Indice.htm>
- **Chávez D. (2008).** *Recursos de Agua. Aprovechamiento Político del Agua.* Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.
- **Indecopi (2007).** *Norma Técnica Peruana. Agua para Consumo Humano.*
- **INRENA (2002).** *Aguas Subterráneas; DEPARTAMENTO: LIMA*
- **Jimeno, E. (2006).** *Análisis de Aguas y Desagües.* Edic. Banco de Libros, Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). 2da. Edición. Lima, Perú.
- **León, L. F. (2009).** *Índice de Calidad del Agua-ICA.* Inf SH-9101/01. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México. 36 pp.
- **Marín-G R, (2003).** *Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos tratamiento y control de calidad de aguas.* Editorial Díaz de Santos. Universidad Politécnica de Cartagena. Cartagena, España. 20,21,22 Pag
- **PCM.** *Reglamento nacional para la aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles.* D. S. N° 044-98-PCM. Lima. 1998. 1,2 Pág.
- **PEHCBM (2007).** Expediente Técnico: “Mejoramiento del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Juanjui”
- **Quispe, C. M. y W, Zambrano. (2002).** *Manual de Análisis Químicos Medioambientales.* Lima, Perú.
- **Seóñez, M. (2007).** *Ingeniería Medioambiental Aplicada: El Medio Natural Continental.* Ediciones Mundi- Prensa. España
- **Vergara M. S. (2002).** *Índices de Calidad de Agua y Diversidad Ictiológica como indicadores de Ecogestión del Río Mayo- Región San Martín- Perú.*

**ANEXOS I**  
**RESULTADOS FISICOS,**  
**QUÍMICOS Y**  
**MICROBIOLÓGICOS**

**TABLA N° 05. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL PUNTO DE MUESTREO N° 1**

ANÁLISIS FISIQUÍMICO Y BIOLÓGICO DEL ACUIFERO SUBTERRÁNEO			FECHA MONITOREO						VALOR MÁXIMO	VALOR MÍNIMO
			Octubre		Noviembre		Diciembre			
			DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA		
N°	PARAMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	15	30	15	30	15	30		
1	T°	°C	17	18.5	16.5	17	17	16	18.5	16
2	Turbiedad	UNT	12	10	7	6	5	4	12	4
3	pH	UNIDAD Ph	5.7	5.8	6.2	6.28	6.5	6.6	6.6	5.7
4	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	48	38	37	35	25	21	48	21
5	DBO	mg/L	7	5	6	5	4	3	7	3
6	Fosfatos	mg/L	0.18	0.16	0.17	0.15	0.12	0.13	0.18	0.12
7	Nitratos	mg/L	5	4	4.8	4.5	4	3.8	5	3.8
8	Oxígeno Disuelto	mg/L	3	4	4	3	3	3	4	3
9	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	8	9	5	4	3	3	9	3
10	Coliformes Totales	NMP/100 mL	13	15	12	12	10	8	15	8

Fuente: Elaboración propia, 2012.

**TABLA N°06. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL PUNTO DE MUESTREO N° 2**

ANÁLISIS FISIQUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LA CALICATA N° 01			FECHA MONITOREO						VALOR MÁXIMO	VALOR MÍNIMO
			Octubre		Noviembre		Diciembre			
			DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA		
N°	PARAMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	15	30	15	30	15	30		
1	T°	°C	17	18	17	17	18.5	19	19	17
2	Turbiedad	UNT	22	18	20	15	18	14	22	14
3	pH	UNIDAD Ph	6.3	6.25	6.27	6.25	6.2	6.3	6.3	6.2
4	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	75	63	92	87	82	80	92	63
5	DBO	mg/L	3.4	3.6	3	3.5	3	3.5	3.6	3
6	Fosfatos	mg/L	0.05	0.06	0.08	0.06	0.07	0.07	0.08	0.05
7	Nitratos	mg/L	1.3	1.2	1.5	1.4	1.4	1.1	1.5	1.1
8	Oxígeno Disuelto	mg/L	5	5	3	3	4	3	5	3
9	Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	23	28	38	35	37	38	38	23
10	Coliformes Totales	NMP/100mL	37	40	77	72	70	75	77	37

Fuente: Elaboración propia, 2012.

**TABLA N°07. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL PUNTO DE MUESTREO N° 3**

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LA CALICATA N° 02			FECHA MONITOREO						VALOR MÁXIMO	VALOR MÍNIMO
			Octubre		Noviembre		Diciembre			
			DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA		
N°	PARAMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	15	30	15	30	15	30		
1	T°	°C	18	18	18	18.5	20.5	20	20.5	18
2	Turbiedad	UNT	25	26	25	16	20	15	26	16
3	pH	UNIDAD Ph	6.5	6.48	6.18	6.3	6.22	6.28	6.5	6.18
4	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	79	75	100	85	85	78	100	75
5	DBO	µg/L	3.5	4	2.7	3.7	2.9	3.4	4	2.7
6	Fosfatos	mg/L	0.04	0.05	0.06	0.05	0.06	0.07	0.07	0.04
7	Nitratos	mg/l.	1.1	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.3	1.1
8	Oxígeno Disuelto	mg/L	4	4	3.6	3.3	3	4	4	3
9	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	27	30	43	34	35	37	43	27
10	Coliformes Totales	NMP/100 mL	40	43	79	70	68	70	79	40

Fuente: Elaboración propia, 2012.

**TABLA N° 08. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL PUNTO DE MUESTREO N° 4**

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LA CALICATA N° 03			FECHA MONITOREO						VALOR MÁXIMO	VALOR MÍNIMO
			Octubre		Noviembre		Diciembre			
			DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA		
N°	PARAMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	15	30	15	30	15	30		
1	T°	°C	18	17	19	18	20	19	20	17
2	Turbiedad	UNT	24	23	24	18	18	13	24	13
3	pH	UNIDAD Ph	6.5	6.5	6.22	6.28	6.25	6.32	6.5	6.22
4	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	77	72	98	87	83	76	98	72
5	DBO	mg/L	3.4	3.1	3	3.6	3	3.5	3.6	3
6	Fosfatos	mg/L	0.043	0.04	0.08	0.06	0.07	0.07	0.08	0.04
7	Nitratos	mg/L	1	1.2	1.45	1.2	1.3	1.2	1.45	1
8	Oxígeno Disuelto	mg/L	5	4	3	3.5	3	3	5	3
9	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	25	27	40	33	34	38	40	25
10	Coliformes Totales	NMP/100 mL	38	40	82	68	65	73	73	38

Fuente: Elaboración propia, 2012.

**Tabla N° 09:** Valores máximos y mínimos de los parámetros físicos químicos y bacteriológicos analizados en el acuífero subterráneo y las tres calicatas (C1, C2,C3), de Octubre a Diciembre del 2012; con relación a los Estándares de calidad ambiental (ECAs)

PARAMETROS ANALIZADOS	UNIDADES	VALORES MAXIMOS Y MINIMOS EN LOS DIFERENTES PUNTOS DE MUESTREO								ECAS AGUAS I*	ECAS AGUAS II*
		PUNTO 1 (Acuífero Subterráneo)		PUNTO 2 (Calicata N°1)		PUNTO 3 (Calicata N°2)		PUNTO 4 (Calicata N°3)			
		MAXIMO	MINIMO	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO	MINIMO		
T°	°C	18.5	16	19	17	20.5	18	20	17	-	-
Turbiedad	UNT	12	4	22	14	26	16	24	13	5	100
pH	UNIDAD pH	6.6	5.7	6.3	6.2	6.5	6.18	6.5	6.22	6,5 - 8.5	5,5 - 9
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	48	21	92	63	100	75	98	72	1000	1000
DBO	mg/L	7	3	3.6	3	4	2.7	3.6	3	3	5
Fosfatos	mg/L	0.18	0.12	0.08	0.05	0.07	0.04	0.08	0.04	-	-
Nitratos	mg/L	5	3.8	1.5	1.1	1.3	1.1	1.45	1	10	10
Oxígeno Disuelto	mg/L	4	3	5	3	4	3	5	3	6	5
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	9	3	38	23	43	27	40	25	0	2000
Coliformes Totales	NMP/100 mL	15	8	77	37	79	40	73	38	50	3000

Fuente: Elaboración propia, 2012.

### Datos Obtenidos en Campo

\* **ECAs.:** Estándares nacionales de calidad ambiental para el agua

**AGUA TIPO I:** Aguas de Abastecimiento doméstico como simple desinfección.

**AGUA TIPO II:** Aguas de Abastecimiento doméstico con tratamiento equivalente a procesos combinados mezcla y coagulación, sedimentación, filtración y cloración, aprobados por el Ministerio de Salud.



**ANEXO II:  
TABLAS  
COMPLEMENTARIAS- ICA**

**TABLA N° 10. ESCALA DE LOS ICA. COMO FUNCION DEL USO DEL AGUA,  
WQI. CANTER (1998).**

<b>CALIDAD DE AGUA</b>	<b>COLOR</b>	<b>VALOR</b>
Excelente		91 a 100
Buena		71 a 90
Regular		51 a 70
Mala		26 a 50
Pésima		0 a 25

**Uso como Agua Potable**

**ICA**

90-100E: No requiere purificación para consumo.

80-90           A: Purificación menor requerida.

70-80           LC: Dudoso su consumo sin purificación.

50-70           C: Tratamiento potabilizador necesario.

40-50           FC: Dudosa para consumo.

0-40            EC: Inaceptable para consumo.

**Uso en agricultura**

**ICA**

90-100E: No requiere purificación para riego.

70-90           A: Purificación menor para cultivos que requieran de alta calidad de agua.

50-70           LC: Utilizable en mayoría de cultivos.

30-50           C: Tratamiento requerido para la mayoría de los cultivos.

20-30           FC: Uso sólo en cultivos muy resistentes.

0-20            EC: Inaceptable para riego.

**TABLA N° 11: VALORES DEL INDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA) PARA LAS CLASES ESTABLECIDAS POR LA LEY GENERAL DE AGUAS DL 17752.**

CLASIFICACION DE LAS AGUAS	VALOR ICA	
	DESEABLE	LIMITE
CLASE I	80.9	70.2
CLASE II	68.1	58.1
CLASE III	52.7	43.9
CLASE IV	N.A.	N.A.
CLASE V	49.9	9.8

N.A. No aplica

- Fuente: Ministerio de Agricultura: Diagnóstico de la Calidad del Agua de la Vertiente del Pacífico- Vol I INR-43-2003.

Fig. N° 16. Valoración de la Calidad del Agua en Función del Porcentaje (%) de Saturación del Oxígeno Disuelto.

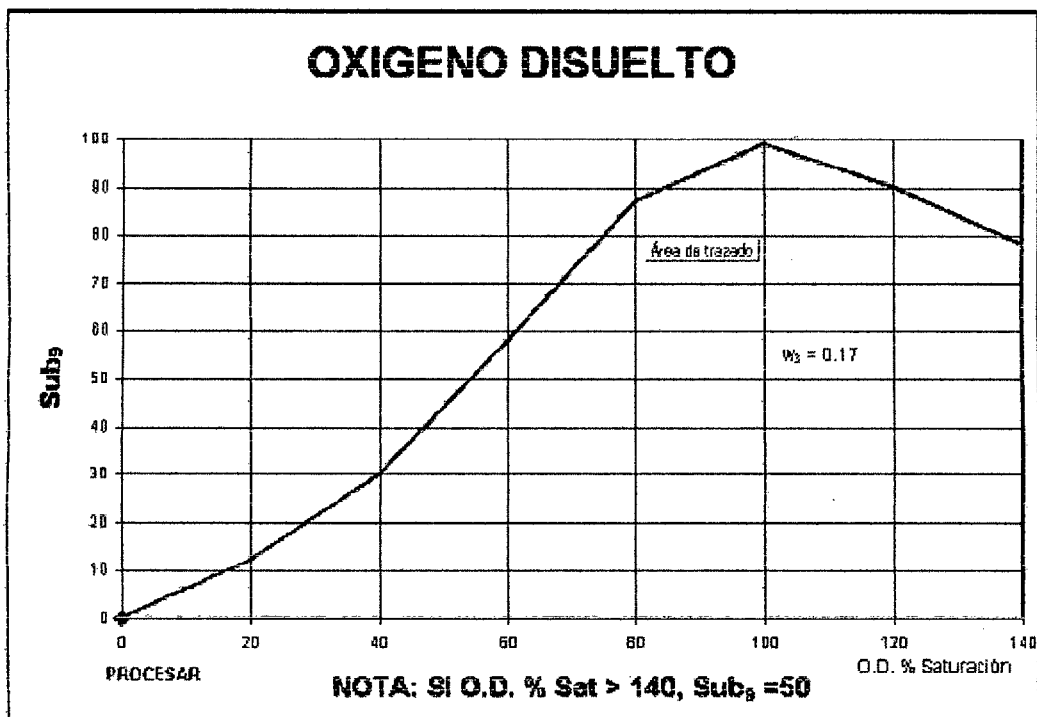


Fig. N° 17. Valoración de la Calidad del Agua en Función de los Coliformes Fecales

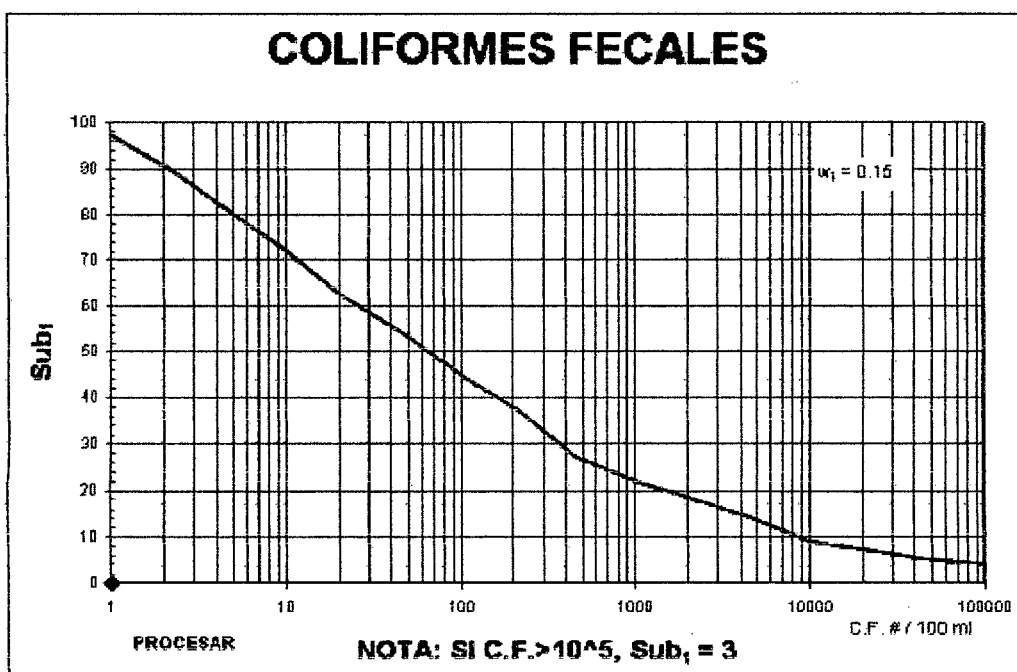


Fig. N° 18. Valoración de la Calidad del Agua en Función del pH

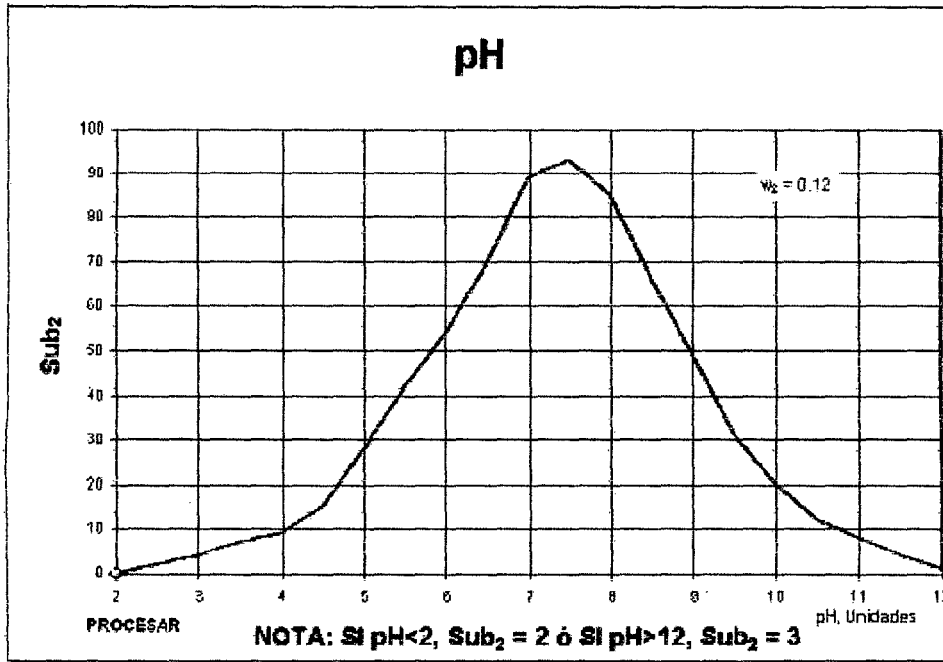


Fig. N° 19. Valoración de la Calidad del Agua en Función de la DBO

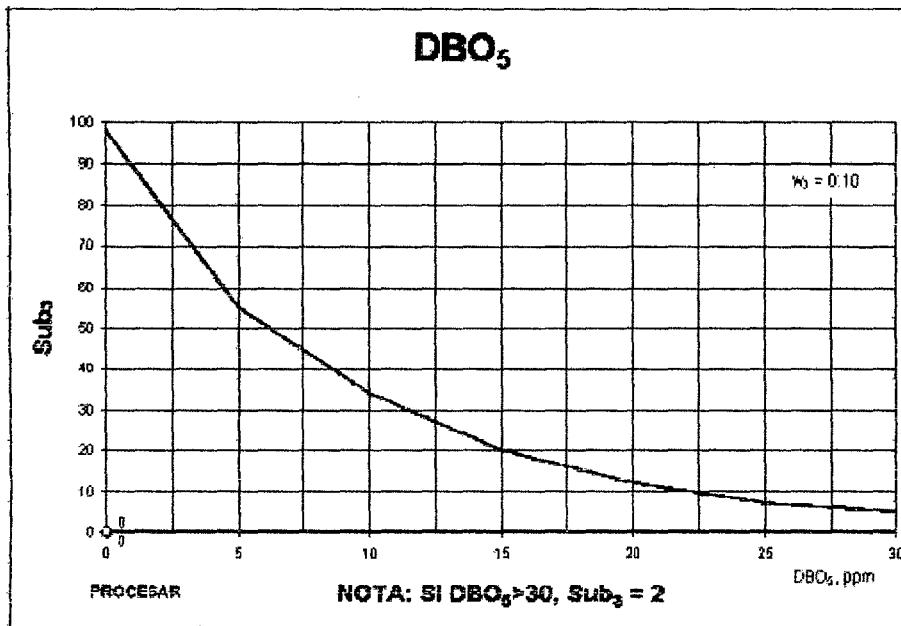


Fig. N° 20. Valoración de la Calidad del Agua en Función de la Temperatura

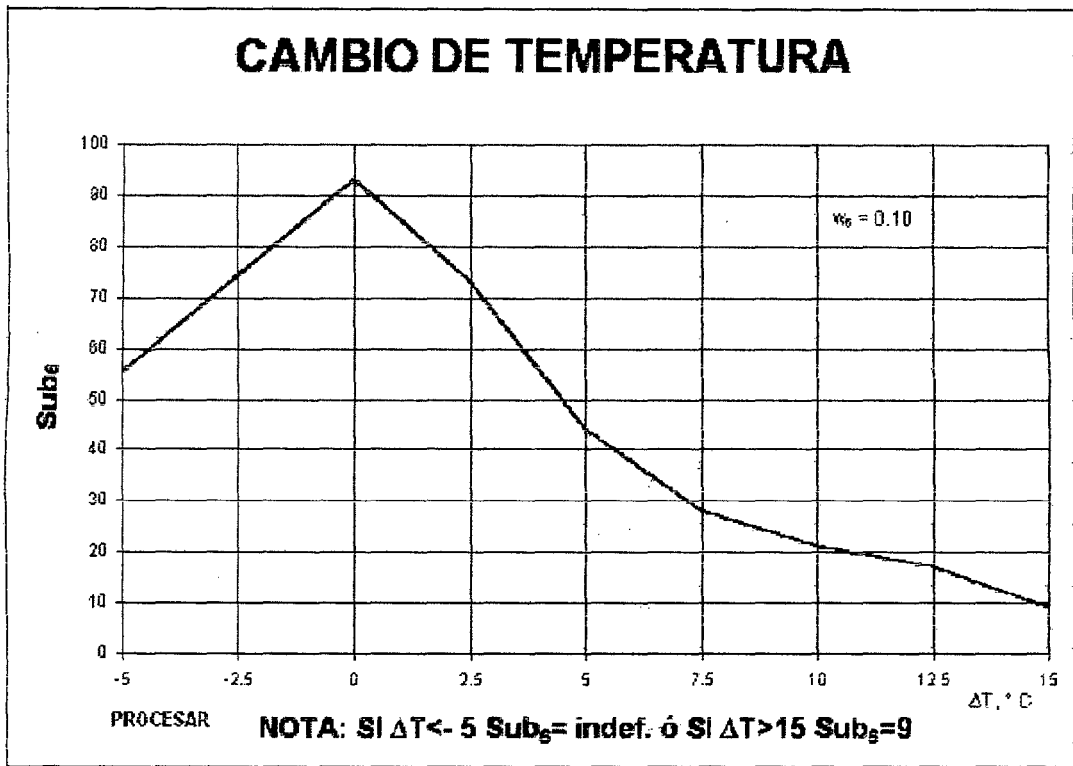


Fig. N° 21. Valoración de la Calidad del Agua en Función de los Fosfatos

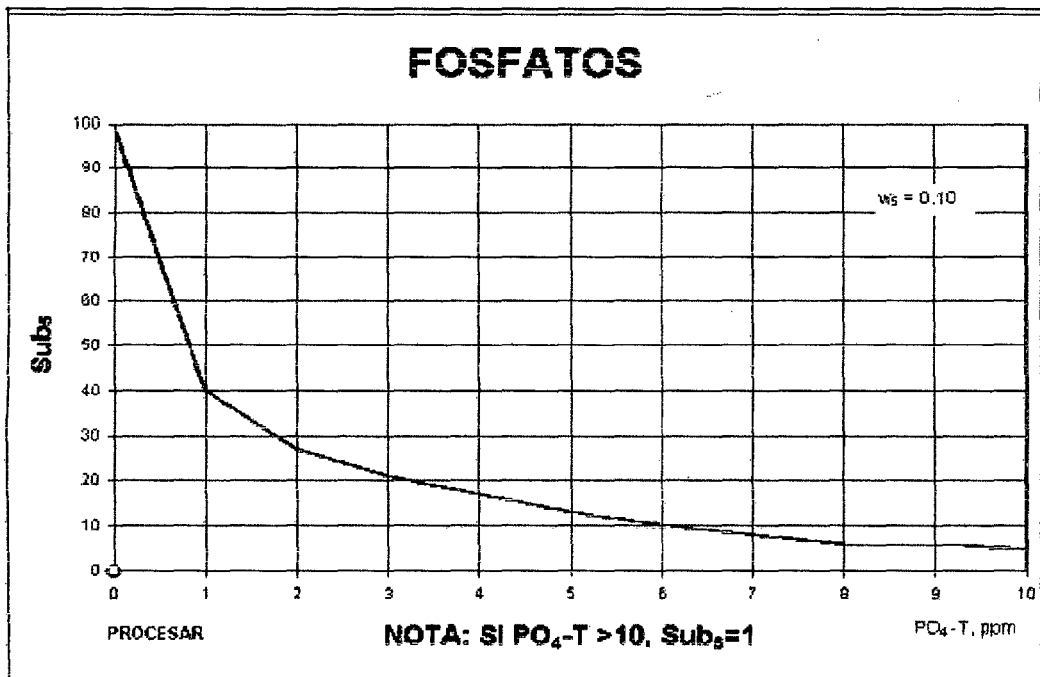


Fig. N° 22. Valoración de la Calidad del Agua en Función de los Nitratos

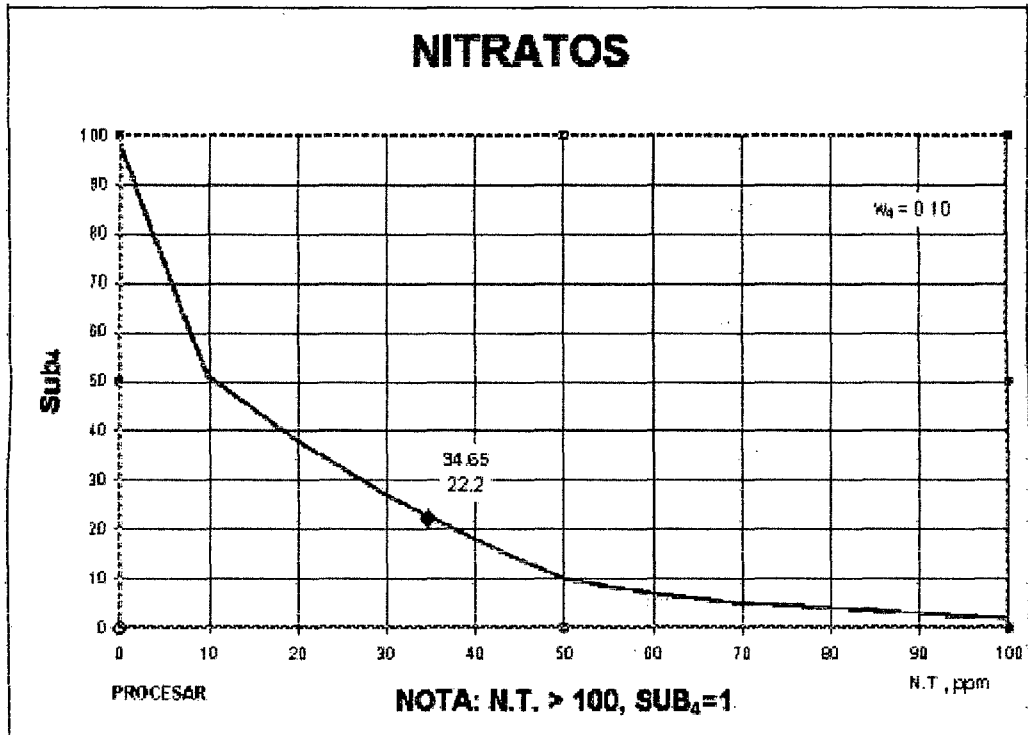


Fig. N° 23. Valoración de la Calidad del Agua en Función de la Turbidez

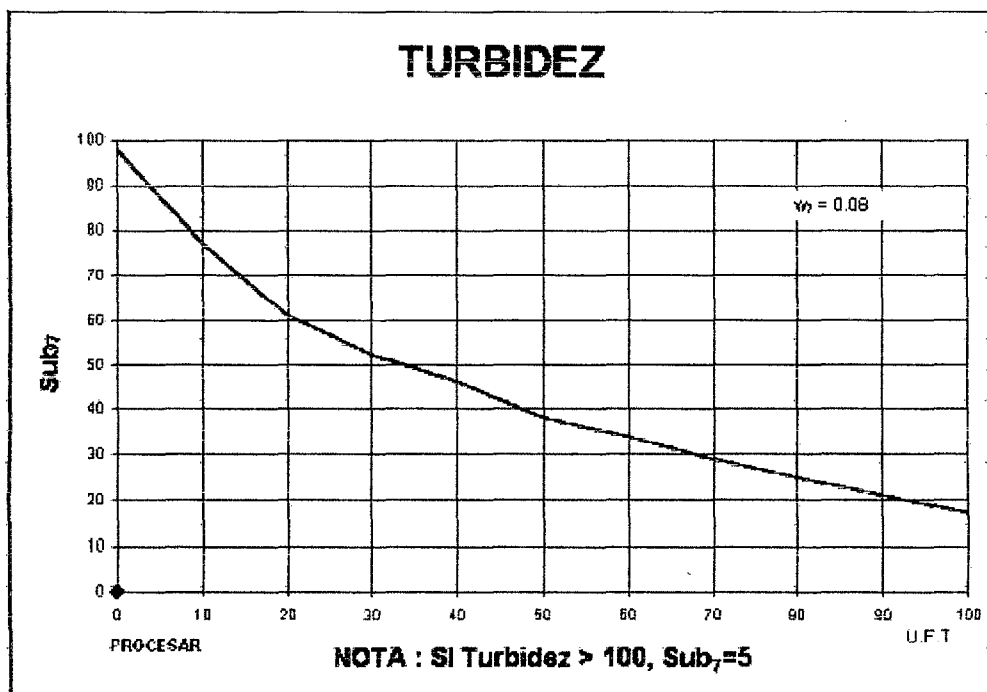
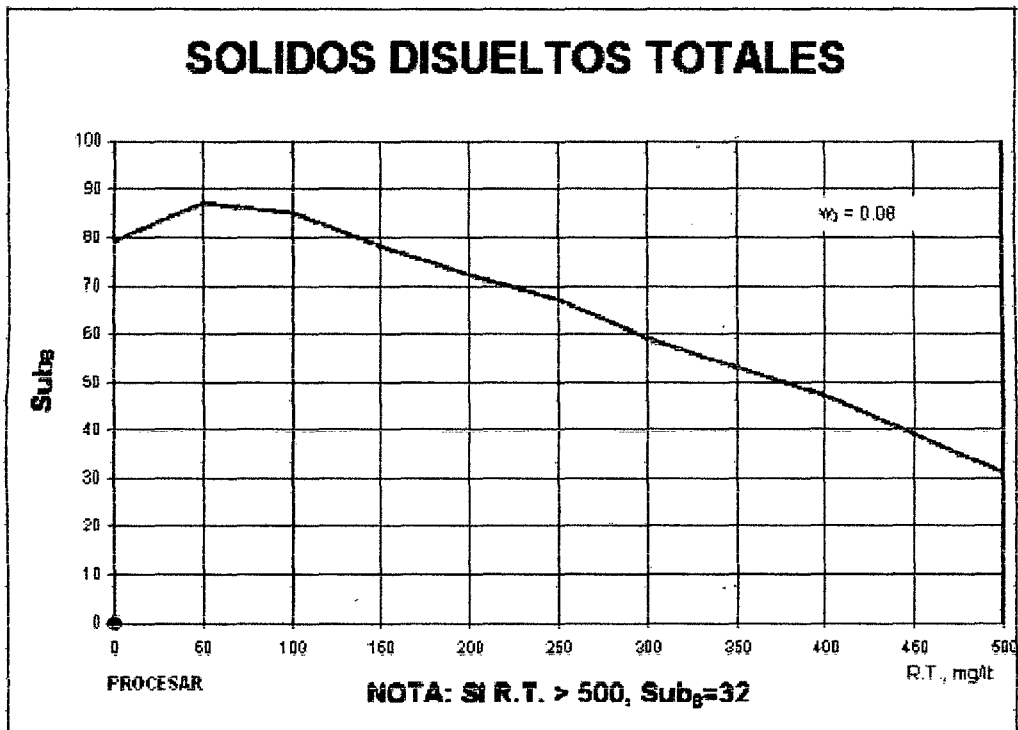


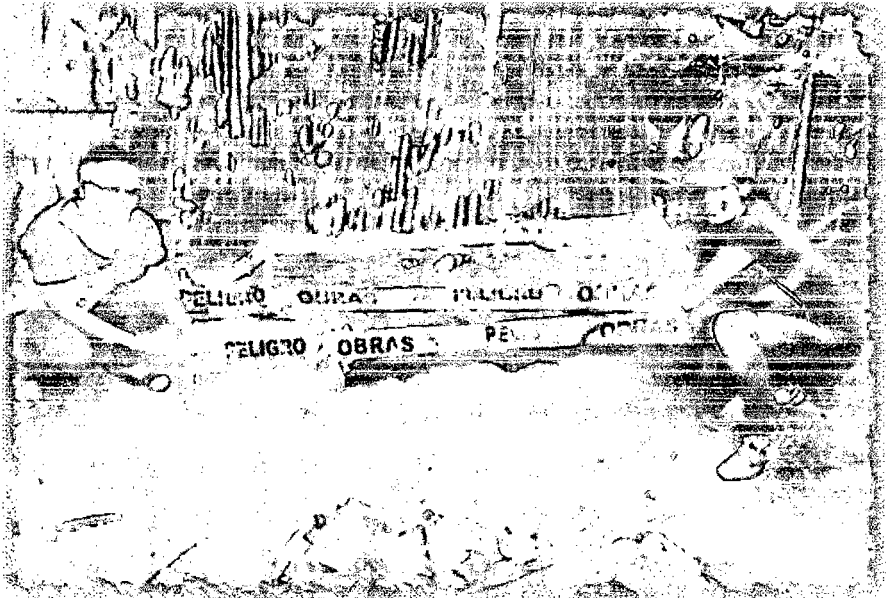
Fig. N° 24. Valoración de la Calidad del Agua en Función de los Sólidos Totales Disueltos





# PANELES FOTOGRAFICOS

**Figura 01:** Excavación de las 03 calicatas



**Figura 02:** Vista de las tres calicatas.



**Figura 03:** Vista del acuífero subterráneo.



**Figura 04:** Toma de muestra del acuífero subterráneo.



**Figura 05:** Tomando muestra del acuífero subterráneo.



**Figura 06:** Muestra del acuífero subterráneo.



**Figura 07:** Toma de muestra de las calicatas.



**Figura 08:** Muestra de las calicatas.



**TABLA 12: Estándares Nacional de Calidad Ambiental para agua Categoría 01**

ANEXO I

**ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA**  
**CATEGORÍA 1: POBLACIONAL Y RECREACIONAL**

PARÁMETRO	UNIDAD	Agua superficial destinada a la producción de agua potable			Agua superficial destinada para recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Agua que pueden ser potabilizadas con desinfección	Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
<b>FÍSICOS Y QUÍMICOS</b>						
Aceites y grasas (MEH)	mg/L	1	1,00	1,00	Ausencia de película visible	**
Cianuro Libre	mg/L	0,005	0,022	0,022	0,022	0,022
Cianuro Wad	mg/L	0,08	0,08	0,08	0,08	**
Cloruro	mg/L	250	250	250	**	**
Color	Color verdadero escala PtCo	15	100	200	sin cambio normal	sin cambio normal
Conductividad	µS/cm 25	1.500	1.600	**	**	**
D.B.O.	mg/L	3	5	10	5	10
D.Q.O.	mg/L	10	20	30	30	50
Dureza	mg/L	500	**	**	**	**
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5	0,5	na	0,5	Ausencia de espuma persistente
Fenoles	mg/L	0,003	0,01	0,1	**	**
Fluoruro	mg/L	1	**	**	**	**
Fósforo Total	mg/L P	0,1	0,15	0,15	**	**
Materiales Flotantes		Ausencia de material flotante	**	**	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitrato	mg/L N	10	10	10	10	**
Nitrato	mg/L N	1	1	1	1(5)	**
Nitrógeno amoniacal	mg/L N	1,5	2	3,7	**	**
Olor		Aceptable	**	**	Aceptable	**
Origen Dureza	mg/L	-- 5	-- 8	-- 4	-- 5	-- 4
pH	Unidad de pH	6,5 - 8,5	5,5 - 9,0	5,5 - 9,0	6-9 (7,5)	**
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1.000	1.000	1.000	**	**
Sulfatos	mg/L	250	**	**	**	**
Sulfuros	mg/L	0,05	**	**	0,05	**
Turbiedad	UNT "	5	100	**	100	**
<b>INORGÁNICOS</b>						
Aluminio	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	**
Antimonio	mg/L	0,006	0,006	0,006	0,006	**
Aséseno	mg/L	0,01	0,01	0,05	0,01	**
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	0,7	**
Berilio	mg/L	0,004	0,04	0,04	0,04	**
Boro	mg/L	0,5	0,5	0,75	0,5	**
Cadmio	mg/L	0,003	0,003	0,01	0,01	**
Cromo	mg/L	2	2	2	2	**
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	**
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	**
Hierro	mg/L	0,3	1	1	0,3	**
Manganeso	mg/L	0,1	0,4	0,5	0,1	**
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,001	**
Níquel	mg/L	0,02	0,025	0,025	0,02	**
Plata	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	0,05
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	**
Selenio	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	**
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Vanadio	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Zinc	mg/L	3	5	5	3	**
<b>ORGÁNICOS</b>						
<b>I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES</b>						
Hidrocarburos totales de petróleo, HTP	mg/L	0,05	0,2	0,2	**	**
Trihalometanos	mg/L	0,1	0,1	0,1	**	**
<b>Compuestos Orgánicos Volátiles COVs</b>						
1,1,1-Tricloroetano - 71-55-6	mg/L	2	2	**	**	**
1,1,2-Dicloroetano - 75-35-4	mg/L	0,03	0,03	**	**	**
1,2-Dicloroetano - 107-06-2	mg/L	0,03	0,03	**	**	**
1,2-Diclorobenceno - 95-50-1	mg/L	1	1	**	**	**
Hexaclorobutadieno - 87-68-3	mg/L	0,0006	0,0006	**	**	**
Tetracloroetano - 127-18-4	mg/L	0,04	0,04	**	**	**
Tetracloro de Carbono - 56-23-5	mg/L	0,002	0,002	**	**	**
Tricloroetano - 79-01-6	mg/L	0,07	0,07	**	**	**
<b>BETK</b>						

PARÁMETRO	UNIDAD	Agua superficial destinada a la producción de agua potable			Agua superficial destinada para recreativa	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Agua que pueden ser potabilizadas con desinfección	Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
Benceno - 71-43-2	mg/L	0,01	0,01	"	"	"
Etilbenceno - 100-41-4	mg/L	0,3	0,3	"	"	"
Tolueno - 106-98-3	mg/L	0,7	0,7	"	"	"
Xileno - 1330-20-7	mg/L	0,5	0,5	"	"	"
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>						
Benzofluorano - 98-32-8	mg/L	0,007	0,007	"	"	"
Pentaclorofenol (PCPF)	mg/L	0,008	0,008	"	"	"
Tridrinazenos (Totales)	mg/L	0,02	0,02	"	"	"
<b>Plaguicidas</b>						
<b>Organofosforados:</b>						
Misclon	mg/L	0,001	0,001	"	"	"
Mistaridol (restingido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	"	"
Parquat (restingido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	"	"
Peratón	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	"	"
<b>Organoclorados (COPF):</b>						
Aldrin - 309-00-2	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	"	"
Cloridano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	"	"
DDT	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	"	"
Dieldrin - 60-57-1	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	"	"
Endosulfán	mg/L	0,00056	0,00056	"	"	"
Endrin - 72-20-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	"	"
Heptacloro - 76-44-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	"	"
Heptacloro epóxido 1024-57-3	mg/L	0,0003	0,0003	"	"	"
Lindano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	"	"
<b>Carbamatos:</b>						
Aldicarb (restingido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	"	"
<b>Pesticidas Bifenílicos Totales</b>						
(PCBT)	mg/L	0,00001	0,00001	"	"	"
<b>Otros:</b>						
Asbesto	Millones de fibras/L	7	"	"	"	"
<b>MICROBIOLÓGICO</b>						
Coliformes Termotolerantes (44,5 °C)	NMP/100 ml	0	2 000	20 000	200	1 600
Coliformes Totales (35 - 37 °C)	NMP/100 ml	50	3 000	20 000	1 000	8 600
Enterococos fecales	NMP/100 ml	0	0	0	200	"
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	0	0	Ausencia	Ausencia
Formas parasitarias	Organismos/Litro	0	0	0	0	0
Génera de bacterias	Organismos/Litro	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Sifonantes	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia	0	0
Vibrio Cholerae	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

UNT Unidad Nefelométrica Turbididad

NMP/100 ml. Número más probable en 100 ml.

\* Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)

\*\* Se entenderá aus para esta subcategoría, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que la Autoridad competente determine

DESCARGADO DE: WWW.CUPUBHO.COM.PE

**CUADRO N° 17: Grupo de Estudio Técnico Ambiental (GESTA AGUA).**

<b>FOSFATO</b>
<b>CONCENTRACIONES ESTABLECIDAS POR GUIAS INTERNACIONALES:</b>
<b>A1:</b> la directiva de CEE recomienda concentraciones aceptables de 0.4 mg/L P2O5
<b>A2:</b> la CEE establece valores de 0.7 mg/L P2O5
<b>A3:</b> para CEE: 0.7 mg/L P2O5
<b>B1/B2:</b> (no hay referencia de concentraciones establecidas por otras legislaciones)
<b>ANALISIS O PROPUESTA NACIONAL</b>
<b>A1</b> : se recomienda valores de 0.4 mg/L P2O5
<b>A2/A3:</b> concentraciones aceptables 0.7 mg/L P2O5
<b>B1/B2:</b> (No Aplicable)

OMS

GESTA AGUA