

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL – SEDE JAÉN**



**CONTAMINACIÓN POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN  
EL AGUA DE CONSUMO DE LA POBLACION DEL CENTRO  
POBLADO CHURUYACU - SAN IGNACIO, 2016**

**TESIS PARA OPTAR  
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**Bachiller: CLEVER OMAR TORRES SUÁREZ**

**Asesor: Dr. Ing. GASPAR VIRILO MÉNDEZ CRUZ**

**JAÉN - CAJAMARCA - PERÚ**

**2017**

## **AGRADECIMIENTOS**

Al ser supremo que siempre me ha brindado su amistad incondicional y que hasta ahora me guía, me protege y me impulsa a seguir adelante.

A la Universidad Nacional de Cajamarca - Facultad de Ingeniería, por darme la oportunidad de formarme en sus aulas y así asimilar los conocimientos para mi formación académica y profesional que me servirá para poder desenvolverme plenamente en el campo de mi carrera y en la sociedad que espera de mí.

A mi asesor Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz, por el tiempo dedicado al desarrollo de esta tesis, ya que sin su invaluable aporte y experiencia esta investigación no hubiera sido posible.

A todas las personas, que con su apoyo incondicional hicieron posible la culminación del presente trabajo.

## DEDICATORIA

- A Dios** Por haberme permitido vivir todo este tiempo e iluminar mi mente para alcanzar este anhelado triunfo.
- A mi padre** Segundo Torres Mera. Por el apoyo que me ha dado y por el esfuerzo que ha hecho por darme todo lo necesario. He aquí el fruto de ese esfuerzo.
- A mi madre** Orfelina Suárez Ventura. Por todo el amor que me ha brindado, lo que me ha dado fuerzas para continuar en la lucha. Madre, recibe este triunfo como muestra de mi agradecimiento.
- A mis hermanos** Ana Ruth Torres Suárez y José Leví Torres Suárez. Por su valiosa ayuda en los momentos que más lo necesité.
- A mi esposa** Gaby Esther Castillo Salvador. Por la amistad, cariño y amor brindado en todo momento, porque a pesar de que el camino fue largo y duro, siempre estuviste a mi lado.
- A mis hijos** Cielo Brigith Torres Castillo y Jham Zhair Steven Torres Castillo. Por iluminarme con la paz de sus sonrisas y ser el motor que me empuja día a día. ¡Hijos, este triunfo es para ustedes!
- A mi familia** Por su valiosa ayuda y cariño en todo momento.
- A mis amigos** Por brindarme esa gran amistad en todos los momentos.

## INDICE

<b>CAPITULO I: INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 OBJETIVOS .....</b>	<b>3</b>
<b>CAPITULO II: MARCO TEORICO .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 BASES TEÓRICAS .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....</b>	<b>27</b>
<b>CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>29</b>
<b>3.1 MATERIALES.....</b>	<b>29</b>
<b>3.2 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>29</b>
<b>3.3 METODOLOGÍA.....</b>	<b>32</b>
<b>CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>38</b>
<b>4.1 ENFERMEDADES GASTROINTESTINALES .....</b>	<b>38</b>
<b>4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS – QUÍMICAS – BACTERIOLÓGICAS .....</b>	<b>38</b>
<b>4.3 PROPUESTA TÉCNICA DE SOLUCIÓN .....</b>	<b>44</b>
<b>CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>49</b>
<b>5.1 CONCLUSIONES .....</b>	<b>49</b>
<b>5.2 RECOMENDACIONES.....</b>	<b>49</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>51</b>
<b>Anexo A.....</b>	<b>51</b>
<b>Anexo B.....</b>	<b>60</b>
<b>Anexo C.....</b>	<b>60</b>
<b>Anexo D.....</b>	<b>63</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 01. Enfermedades y síntomas producidos por bacterias.....</b>	<b>15</b>
<b>Tabla 02. Enfermedades y síntomas producidos por protozoos .....</b>	<b>16</b>



<b>Tabla 03. Cantidad de casos por año de enfermedades gastrointestinales</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 04. Incrementos anuales de las enfermedades</b>	<b>38</b>
<b>Tabla 05. Resultados del Análisis Físico – Químico</b>	<b>38</b>
<b>Tabla 06. Resultados del Análisis Bacteriológico</b>	<b>42</b>
<b>Tabla 07. Cálculo del Caudal de la Fuente</b>	<b>44</b>
<b>Tabla 08. Cálculo del Volumen de Regulación</b>	<b>47</b>
<b>Tabla 09. Cálculo del Volumen de Regulación</b>	<b>47</b>
<b>Tabla 10. Volumen de Almacenamiento del Reservorio</b>	<b>48</b>
<b>Tabla 11. Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 12. Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organoléptica</b>	<b>60</b>

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 01. Perú: Localización geográfica del Departamento de Cajamarca</b>	<b>30</b>
<b>Figura 02. Cajamarca: Localización geográfica de la Provincia de San Ignacio</b>	<b>30</b>
<b>Figura 03. San Ignacio: Localización geográfica del Distrito de Tabaconas</b>	<b>31</b>
<b>Figura 04. Tabaconas: Localización geográfica del Centro Poblado Churuyacu</b>	<b>31</b>
<b>Figura 05. Frascos de vidrio utilizados para muestreo bacteriológico</b>	<b>34</b>
<b>Figura 06. Frascos utilizados para muestreo físico – químico y bacteriológico debidamente etiquetados</b>	<b>35</b>
<b>Figura 07. Recolección de muestra en punto de captación de agua de consumo</b>	<b>36</b>
<b>Figura 08. Recolección de muestra en punto de vertimiento de aguas residuales</b>	<b>36</b>
<b>Figura 09. Recolección de muestra en punto de consumo de agua de vivienda N° 01</b>	<b>37</b>

<b>Figura 10. Recolección de muestra en punto de consumo de agua de vivienda N° 02.....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 11. Turbiedad de las muestras de agua realizadas .....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 12. pH de las muestras de agua realizadas.....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 13. Dureza Total de las muestras de agua realizadas .....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 14. Conductividad de las muestras de agua realizadas.....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 15. Sólidos Disueltos Totales de las muestras de agua realizadas</b>	<b>41</b>
<b>Figura 16. Coliformes Totales de las muestras de agua realizadas .....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 17. Coliformes Termotolerantes de las muestras de agua realizadas .....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 18. Vista panorámica del Centro Poblado Churuyacu .....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 19. Vista al Centro de Salud de Churuyacu.....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 20. Estado actual de la Captación tipo barraje del Centro Poblado Churuyacu.....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 21. Estado actual del Sedimentador del Centro Poblado Churuyacu .....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 22. Estado actual del Reservorio del Centro Poblado Churuyacu .</b>	<b>65</b>
<b>Figura 23. Estado actual del Tanque Imhoff del Centro Poblado Churuyacu .....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 24. Vista donde se observa que las aguas residuales del Centro Poblado Churuyacu se descargan al Río Tabaconas .....</b>	<b>66</b>
<b>Figura 25. Vista donde se observa que la descarga de las aguas residuales sin ningún tratamiento.....</b>	<b>66</b>

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo determinar el nivel de contaminación del agua de consumo por el vertimiento de las aguas residuales en el centro poblado Churuyacu, San Ignacio. Para ello se tuvo el apoyo de la población usuaria de la zona, de sus autoridades y de los profesionales de la posta medica del centro poblado. Debido a lo delicado del tema, se realizó el muestreo y la toma de datos de campo, se ha realizado en tres puntos representativos: en la zona del vertimiento (río Tabaconas), en la captación (orillas del río Tabaconas) y en la de consumo (viviendas), el análisis de dichas muestras, se lo hizo en el Laboratorio Referencial de la DISA Jaén, entre agosto y diciembre del 2016, complementado mediante entrevistas a la población usuaria. Los resultados determinan que las características del agua de consumo sobrepasan los límites máximos permisibles y que el incremento anual de enfermedades hídricas es de 6.99%, esto nos permiten concluir que la población de la localidad en estudio consume agua no apta para consumo humano. Finalmente se plantea una propuesta de mejora para dicha problemática que consiste en la reconstrucción de la captación tipo barraje, reconstrucción del sedimentador, construcción de un filtro lento, instalación de una nueva línea de conducción, construcción de un reservorio de 47 m<sup>3</sup> con tanque clorador y la instalación de una línea de aducción y red de distribución.

**PALABRAS CLAVES:** Contaminación, agua de consumo, aguas residuales, enfermedades gastrointestinales, calidad de agua.

## ABSTRACT

The present work aims to determine the level of contamination of drinking water by the dumping of wastewater in the town of Churuyacu, San Ignacio. To this end, it was supported by the user population of the area, its authorities and the professionals of the medical post of the populated center. Due to the sensitivity of the subject, sampling and field data collection was carried out in three representative points: in the area of the dumping (Tabaconas river), in the catchment (banks of the river Tabaconas) and in the consumption, the analysis of these samples was done in the Reference Laboratory of the DISA Jaen, between August and December of 2016, complemented by interviews with the user population. The results determine that the characteristics of drinking water exceed the maximum permissible limits and that the annual increase of water diseases is 6.99%, this allows us to conclude that the population of the locality in study consumes water not suitable for human consumption. Finally, a proposal for improvement is proposed for this problem, which consists of the reconstruction of the catchment type barrage, reconstruction of the sedimentary, construction of a slow filter, installation of a new line of conduction, construction of a reservoir of 47 m<sup>3</sup> with chlorinator tank and the installation of an adduction line and distribution network.

**KEYWORDS:** Contamination, drinking water, sewage, gastrointestinal diseases, water quality.

## CAPITULO I: INTRODUCCION

El impacto en la calidad del agua en los recursos hídricos, generado por las descargas de las aguas residuales domésticas, se ha convertido en un problema ambiental crítico y creciente, potencializado por el rápido crecimiento poblacional, la urbanización y lo relacionado con las considerables cantidades de residuos generados, reflejado en la limitación en su uso aguas abajo, ya que los vertimientos en cuestión alteran las condiciones de calidad del agua requerida para el abastecimiento de actividades específicas (doméstica, industrial, agrícola, pecuaria, etc.) y la vida acuática. Alrededor del 90% de las aguas servidas y el 70% de los desechos industriales en los países en vías de desarrollo se descargan sin tratamiento alguno. En Latinoamérica el 48% de la población está conectada a sistemas de alcantarillado convencional y 31% a sistemas individuales, solo el 14% es tratada donde el 6% recibe adecuado tratamiento, con el agravante de la cantidad de recursos de inversión necesarios y su poca disponibilidad y capacidad de recuperación vía tarifa (EU-WI 2003; Soares et al. 2002).

En Perú más de un millar de cuerpos de agua están siendo contaminados por los vertimientos domésticos. Gran parte del sistema hídrico andino peruano se halla en proceso de alteración por las grandes poblaciones allí asentadas, que descargan diariamente gran cantidad de carga orgánica del sector doméstico. Este deterioro de la calidad del agua limita su disponibilidad para el sostenimiento de los ecosistemas, la producción agrícola y el abastecimiento para consumo humano, encontrándose que el 25% de los municipios y 60% de la población del país afronta problemas medios, medios-altos y altos de disponibilidad de agua para consumo.

La Región Cajamarca cuenta con una población de 1'387,809 habitantes (según INEI, Censos 2007), distribuidos en trece provincias, con una economía primaria básicamente centrada a actividades de subsistencia. El Distrito de Tabaconas, cuenta con una población según el censo del año 2007 de 17,736 habitantes; mientras que en el Centro Poblado Churuyacu cuenta con 790 habitantes, repartidos en 202 viviendas, de los cuales el 75% de la población tiene por lo menos una necesidad básica insatisfecha. En la parte alta tiene un sistema de

alcantarillado sanitario muy restringido que evacua su agua residual cruda al Río Tabaconas y, la parte media y baja carecen del servicio de agua potable, provocando que esta parte importante de pobladores, en ellos incluidos los habitantes del Sector Pueblo Nuevo, se abastezcan del recurso hídrico vital mediante el acarreo del agua en las orillas de referido Río. Todo esto trayendo consigo enfermedades gastrointestinales y a su vez aumentando la tasa de mortalidad.

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El problema nace de la necesidad de los pobladores del sector Pueblo Nuevo del centro poblado Churuyacu, de tener un buen servicio de agua potable, ya que consumen el agua de las orillas del río Tabaconas, fuente hídrica que recibe el vertimiento de las aguas residuales de la parte alta del centro poblado.

### **1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El saneamiento básico es considerado un importante indicador para medir la pobreza, por incluir al acceso adecuado al agua y a los servicios de saneamiento. La escasez nace de la desigualdad, la pobreza y el poder y no en la carencia de la disponibilidad física del agua.

En el centro poblado de Churuyacu específicamente en la parte alta, existe una inapropiada eliminación de excretas e inadecuados hábitos de higiene, complementando con el desabastecimiento general de los principales servicios básicos en la parte media y baja (Sector Pueblo Nuevo) de dicho centro poblado, lo que conlleva a tener deficientes condiciones de salubridad.

En el centro poblado de Churuyacu existe una fuente de agua importante, el Río Tabaconas, el mismo que sirve de receptor de agua residual y a la vez de abastecedor de agua, que puede ser aprovechado de mejor forma y complementado con sistema de eliminación de excretas adecuado, con ello se puede mejorar sus condiciones de salubridad.

Con estos antecedentes se propone realizar esta investigación que podrá ser de utilidad para tomar acciones necesarias en solución a la problemática de la salubridad en la población de dicho centro poblado.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **Objetivo General**

Determinar la Contaminación del Agua de Consumo por el Vertimiento de las Aguas Residuales en el Centro Poblado Churuyacu, San Ignacio.

#### **Objetivos Específicos**

- ✓ Conocer el incremento anual de las enfermedades gastrointestinales en los pobladores del centro poblado Churuyacu.
- ✓ Determinar las características físicas-químicas-bacteriológicas del agua de consumo.
- ✓ Recomendar una propuesta técnica para solucionar el problema de saneamiento básico para la zona en estudio.

## **CAPITULO II: MARCO TEORICO**

### **2.1 BASES TEÓRICAS**

#### **CONTAMINACIÓN POR AGUAS RESIDUALES**

Las aguas residuales domésticas son una importante fuente de contaminación de las aguas, tanto superficiales como subterráneas. Más de la mitad de la población no dispone hoy en día de una buena red de alcantarillado y en muchos lugares que se dispone aún se vierte directamente al cauce de ríos y barrancos o incluso directamente al mar a través de emisarios submarinos sin un tratamiento previo.

Estas aguas negras contaminan recursos utilizados para regar y para uso doméstico, convirtiéndose en un medio muy eficiente de transmisión de enfermedades de tipo infeccioso (diarrea, disentería, cólera, fiebre tifoidea, entre otras), por la presencia de diferentes microorganismos patógenos en los excrementos. Otros productos contaminantes de origen doméstico que circulan por la red de alcantarillado son los productos de limpieza, tales como jabones y detergentes.

Por todas estas razones es necesario disponer de una buena red de saneamiento con una estación depuradora de aguas residuales (EDAR) donde, tras una serie de tratamientos y procesos, el agua pueda volver a una corriente receptora, sea un río o el mar, o bien se pueda reutilizar. Es decir, se hace una reducción de la contaminación que contienen estas aguas residuales, reducción que se hará en mayor o menor grado en función de los procesos de depuración que se apliquen. ([http://www.desenvolupamentsostenible.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=4521&Itemid=521&lang=es](http://www.desenvolupamentsostenible.org/index.php?option=com_content&view=article&id=4521&Itemid=521&lang=es))

#### **CALIDAD DEL AGUA**

El término calidad del agua es relativo, referido a la composición del agua en la medida en que esta es afectada por la concentración de sustancias producidas por procesos naturales y actividades humanas. Como tal, es un término neutral que no puede ser clasificado como bueno o malo sin hacer referencia al uso para el cual el agua es destinada. De acuerdo con lo



anterior, tanto los criterios como los estándares y objetivos de calidad de agua variarán dependiendo de si se trata de agua para consumo humano (agua potable), para uso agrícola o industrial, para recreación, de contacto primario, para mantener la calidad ambiental, etc. (Organización Mundial de la Salud, 1995).

Los límites tolerables de las diversas sustancias contenidas en el agua son normadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Panamericana de la Salud (OPS), y por los gobiernos nacionales, pudiendo variar ligeramente de uno a otro.

### **Parámetros indicadores de calidad de las aguas**

Se clasifica a los parámetros de calidad en cuatro grandes grupos: físicos, químicos, biológicos y radiológicos (Rigola, 1999).

A continuación, se describen algunos parámetros referidos a los tres primeros grupos:

#### **a) Parámetros físicos**

Los parámetros físicos, son los que definen las características del agua que responden a los sentidos de la vista, del tacto, gusto y olfato como pueden ser los sólidos suspendidos, turbiedad, color, sabor, olor y temperatura.

##### **➤ Color**

El color es la capacidad de absorber ciertas radiaciones del espectro visible. No se pueden atribuir a ningún constituyente en exclusiva, aunque ciertos colores de aguas naturales son indicativos de ciertos contaminantes. El agua pura solo es azulada en grandes espesores. En general presenta colores inducidos por materiales orgánicos de los suelos vegetales, como el color amarillento debido a los ácidos húmicos. La presencia de hierro puede darle color rojizo, y la del manganeso un color negro. El color afecta estéticamente la potabilidad de las aguas, puede representar un potencial de ciertos productos cuando se utiliza como material de proceso.)

Las medidas de color se hacen normalmente en laboratorio por comparación con un estándar arbitrario a base de cloruro de cobalto  $\text{Cl}_2\text{Co}$ , y cloroplatinato de potasio  $\text{Cl}_6\text{PtK}_2$ , y se expresa en una escala de unidades de Pt-Co (unidades Hazen) o simplemente Pt, las aguas subterráneas no suelen sobrepasar valores de 5 ppm de Pt, pero las superficiales pueden alcanzar varios centenares de ppm (Rigola, 1999).

➤ **Olor y sabor**

El sabor y olor del agua son determinaciones organolépticas de determinación subjetiva, para los cuales no existen instrumentos de observación, ni registro, ni unidades de medida. Tienen un interés evidente en las aguas potables destinadas al consumo humano. Las aguas adquieren un sabor salado a partir de los 300 ppm de  $\text{Cl}^-$ , y un gusto salado y amargo con más de 450 ppm de  $\text{SO}_4^{2-}$ . El  $\text{CO}_2$  le da un gusto picante. Trazas de fenoles u otros compuestos orgánicos le confieren un color y sabor desagradables (Rigola, 1999).

➤ **Temperatura**

Es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración (Rigola, 1999).

➤ **Turbiedad**

La turbidez es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos que se presentan principalmente en aguas superficiales. Son difíciles de decantar y filtrar y pueden dar lugar a la formación de depósitos en las conducciones de agua, equipos de proceso.

La medición se hace por comparación con la turbidez inducida por diversas sustancias. La medición en ppm de  $\text{SiO}_2$  fue la más utilizada, pero, existen diferencias en los valores obtenidos según la sílice y la técnica empleadas por un laboratorio u otro. Existen varios tipos de

turbidímetros modernos dando valores numéricos. Es prácticamente idéntico. El fundamento del turbidímetro de Jackson es la observación de una bujía a través de una columna de agua ensayada, cuya longitud se aumenta hasta que la llama desaparece. Con una célula fotoeléctrica se mejora la medida. El aparato se puede calibrar mediante suspensiones de polímeros de formacina, con la cual se deriva a una escala de unidades de formacina. En el nefelómetro se mide la intensidad de luz difractada al incidir un rayo luminoso sobre las partículas de suspensión y recogidas sobre una célula fotoeléctrica.

La unidad nefelométrica (NTU), la unidad Jackson (JTU), y la unidad de formacina (FTU) se pueden intercambiar a efectos prácticos.

Las aguas subterráneas suelen tener valores inferiores a 1 ppm de sílice, pero las superficiales pueden alcanzar varias decenas. Las aguas con 1 ppm son muy transparentes y permiten ver a través de él hasta profundidades de 4 ó 5 m. (Rigola, 1999).

#### ➤ **Conductividad y resistividad**

La conductividad eléctrica es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad. Es indicativa de la materia ionizable total presente en el agua. El agua pura contribuye mínimamente a la conductividad, y en su casi totalidad es el resultado del movimiento de los iones de las impurezas presentes. La resistividad es la medida recíproca de la conductividad. El aparato utilizado es el conductímetro cuyo fundamento es la medida eléctrica de la resistencia de paso de la electricidad entre las dos caras opuestas de un prisma rectangular comparada con la de una solución de ClK a la misma temperatura y referida a 20°C. La medida de la conductividad es una buena forma de control de calidad del agua, siempre que:

- No se trate de contaminación orgánica por sustancias no ionizables.
- Las mediciones se realizan a la misma temperatura.
- La composición del agua se mantenga relativamente constante

La unidad estándar de resistencia eléctrica es el ohm y la resistividad de las aguas se expresa convenientemente en megaohms-centímetro. La conductividad se expresa en el valor recíproco, normalmente como microsiemens por centímetro. Para el agua pura los valores respectivos son de 18,24 Mohms.cm y 0,05483 $\mu$ s/cm a 25°C (Rigola, 1999).

## b) Parámetros químicos

### ➤ pH

El pH es una medida de la concentración de iones hidrógeno, y se define como  $\text{pH} = -\log(1/[\text{H}^+])$ . Es una medida de la naturaleza ácida o alcalina de la solución acuosa que puede afectar a los usos específicos del agua. La mayoría de las aguas naturales tienen un pH entre 6 y 8. Su medición se realiza fácilmente con un pHmetro bien calibrado, aunque también se disponen de papeles especiales que, por coloración indican el pH (Rigola, 1999).

### ➤ Dureza

La dureza es una característica química del agua que está determinada por el contenido de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y ocasionalmente nitratos de calcio y magnesio.

Existen distintas formas de dureza:

- **Dureza total o título hidrotimétrico**, TH. Mide el contenido total de iones  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$ . Se puede distinguir entre la dureza de calcio, THCa, y la dureza de magnesio THMg.
- **Dureza permanente o no carbonatada**. Mide el contenido en iones  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$ . Después de someter el agua a ebullición durante media hora, después se recupera el volumen inicial con agua destilada.
- **Dureza temporal o carbonatada**. Mide la dureza asociada a iones  $\text{CO}_3\text{H}^-$ , eliminable por ebullición, y es la diferencia entre la dureza total y la permanente.

La dureza se puede expresar como meq/L, en ppm de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , o en grados hidrométricos de los cuales el más común es el francés. Las aguas con menos de 50 ppm en  $\text{CO}_3\text{Ca}$  se llaman blandas, hasta 100 ligeramente duras, hasta 200 moderadamente duras, y a partir de 200 ppm muy duras (Rigola, 1999).

➤ **Alcalinidad**

La alcalinidad es una medida de la capacidad para neutralizar ácidos. Contribuyen a la alcalinidad principalmente los iones bicarbonato ( $\text{CO}_3\text{H}^-$ ), carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), y oxhidrilo ( $\text{OH}^-$ ), pero también los fosfatos y ácido silícico u otros ácidos de carácter débil. Los bicarbonatos y los carbonatos pueden producir  $\text{CO}_2$  en el vapor, que es una fuente de corrosión en las líneas de condensado. También pueden producir espumas, provocar arrastre de sólidos con el vapor y fragilizar el acero de las calderas. Se distingue entre la alcalinidad total o título alcalimétrico total, TAC, medida por adición hasta el viraje del anaranjado de metilo, a pH entre 4.4 y 3.1, también conocido como alcalinidad m, y la alcalinidad simple o título alcalimétrico, TA, medida por el viraje de la fenolftaleína, a pH entre 9.8 y 8.2, conocido como alcalinidad (Rigola, 1999).

➤ **Sólidos Disueltos**

Los sólidos disueltos o salinidad total, es una medida de la cantidad de materia disuelta en el agua, determinada por evaporación de un volumen de agua previamente filtrada. Corresponde al residuo seco con filtración previa. El origen de los sólidos disueltos puede ser múltiple, orgánico e inorgánico, tanto en aguas subterráneas como superficiales (Rigola, 1999).

➤ **Sólidos en Suspensión**

Los sólidos en suspensión (SS), es una medida de los sólidos sedimentables que pueden ser retenidos en un filtro. Se puede determinar pesando el sólido que queda en el filtro, después de secado. Las aguas subterráneas suelen tener menos de 1 ppm (Rigola, 1999).

➤ **Sólidos Totales**

Los sólidos totales son la suma de los sólidos disueltos y de los sólidos en suspensión (Rigola, 1999).

➤ **Cloruros**

El ion cloruro ( $\text{Cl}^-$ ), forma sales en general muy solubles. Suele ir asociadas al ion  $\text{Na}^+$ , especialmente en aguas muy salinas. Las aguas dulces contienen entre 10 y 250 ppm de cloruros, pero es posible encontrar valores mayores. El contenido en cloruros afecta la potabilidad del agua y su potencial uso agrícola e industrial. Se separa por intercambio iónico (Rigola, 1999).

➤ **Sulfatos**

El ion sulfato ( $\text{SO}_4^-$ ), corresponde a sales moderadamente solubles a muy solubles. Las aguas dulces contienen de 2 a 150 ppm. (Rigola).

➤ **Nitratos**

El ion nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), forma sales muy solubles y bastante estables, aunque en medio reductor puede pasar a nitrito, nitrógeno o amoníaco. Las aguas normales contienen menos de 10 ppm, pero las aguas contaminadas principalmente por fertilizantes, pueden llegar a varios centenares de ppm. Concentraciones elevadas en las aguas de bebida pueden ser la causa de cianosis infantil. Se elimina por intercambio iónico.

Su presencia en las aguas superficiales, conjuntamente con fosfatos, determina la eutrofización, que se caracteriza por un excesivo crecimiento de las algas.

El nitrato es el contaminante más común en el agua subterránea es, debido a su alta solubilidad y por lo tanto, a su facilidad de transporte por el agua a través del suelo (Rigola, 1999).

La organización Mundial de la Salud (OMS) fija el límite de nitrato en el agua de consumo humano en 50mg/L de nitrato. En cambio, la Agencia para la protección del medio Ambiente de Norteamérica (EPA) sitúa este límite en 10mg/L de nitrato. Por su parte la

Comunidad Europea fijan los niveles máximos permitidos de nitratos en 50 mg/L (Directiva 91/676/CEE).

#### ➤ **Metales Tóxicos**

Los más comunes son el arsénico, el cadmio, el plomo, el cromo, el bario y el selenio. Todos ellos deben ser estrictamente controlados en el origen de la contaminación. Las mediciones analíticas se realizan en general por espectrofotometría de absorción atómica (Rigola, 1999).

#### **c) Parámetros bacteriológicos**

La contaminación microbiana es dividida en la contaminación por los organismos que tienen la capacidad de reproducirse y de multiplicarse y los organismos que no pueden hacerlo. La contaminación microbiana puede ser la contaminación por las bacterias, que es expresada en Unidades Formadoras de Colonias (UFC), una medida de la población bacteriana. Otra contaminación microbiana es la contaminación por pirógenos; que son los productos bacterianos que pueden inducir fiebre en animales de sangre caliente. Después de bacterias y de pirógenos las aguas se pueden también contaminar por los virus (Rigola, 1999).

Así mismo se sostiene que la contaminación fecal del agua, puede incorporar una variedad de diversos organismos patógenos intestinales: bacterias, virus y parásitos, cuya presencia está relacionada con enfermedades y también con portadores de tipo microbiano que puedan existir en ese momento en una comunidad. Las bacterias patógenas intestinales se hallan diseminadas a lo largo y ancho del planeta. Aquellas cuya presencia ha sido detectada en el agua, incluyen: *Salmonellas*, *Shigellas*, *Eschericha Coli enterotoxígena*, *Vibrio cholerae*, *Yersinia enterocolítica* y *Campylobacter fetus*; estos microorganismos pueden ser causantes de enfermedades, cuya gravedad puede ir desde una ligera gastroenteritis hasta casos graves y, a veces fatales, de disentería, cólera o tifoidea. (Cáceres, 1990).

El reconocimiento que las infecciones microbianas pueden ser transmitidas por el agua, ha dado lugar al desarrollo de métodos para

efectuar exámenes de rutina que garanticen que el agua destinada al consumo humano, se encuentra libre de contaminación fecal. Una opción más lógica es detectar los microorganismos que normalmente estén presentes en las heces de los seres humanos y los animales de sangre caliente, como indicadores de la contaminación por excretas; de este modo, la presencia de dichos organismos indica la existencia de materia fecal, es decir, que existe la posibilidad de que también se hallen presentes organismos patógenos intestinales. A la inversa, la ausencia de microorganismos asociados fecales, indicará, asimismo, que con toda probabilidad no habrá microorganismos patógenos (causantes de enfermedades). En este sentido, los microorganismos que se elijan como indicadores de contaminación, deben abundar en los excrementos, pero deben estar ausentes, o sólo existir en cantidades reducidas, en otras fuentes; así mismo deben ser fáciles de aislar, identificar y enumerar, y deben ser incapaces de desarrollarse en el agua; igualmente, deben sobrevivir más tiempo en el agua que los gérmenes patógenos. Entre los microorganismos que satisfacen algunos de estos criterios están todos los del grupo coliformes.

➤ **Coliformes Totales**

El grupo coliforme se define como todas las bacterias Gram negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa en cultivos a temperatura de 35°C a 37°C, produciendo ácido y gas (CO<sub>2</sub>) en 24 horas. Entre ellos se encuentran la *Escherichia Coli*, *Citrobacter*, *Enterobacter* y *Klebsiella*. (Organización Panamericana de la Salud, 1987).

➤ **Coliformes Fecales**

Los coliformes fecales (termo resistentes) o termotolerantes, se definen como el grupo de organismos coliformes que pueden fermentar la lactosa a 44°- 45°C, comprenden un grupo muy reducido de microorganismos los cuales son indicadores de calidad, ya que son de origen fecal, en su mayoría están representados por el microorganismo el género *Escherichia Coli* y en menor grado, especies de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter* (Easton, 1998).



Los coliformes fecales integran el grupo de los coliformes totales, pero se diferencian de los demás microorganismos que hacen parte de este grupo, en que son indol positivo, su rango de temperatura óptima de crecimiento es muy amplio (hasta 45°C) y son mejores indicadores de higiene en alimentos y en aguas, la presencia de estos indica presencia de contaminación fecal de origen humano o animal, ya que las heces contienen dichos microorganismos, presentes en la flora intestinal y de ellos un 90% y un 100% son E. coli mientras que en aguas residuales y muestras de agua contaminadas este porcentaje disminuye hasta un 59% (Gomez, 1999).

- Los coliformes termoresistentes distintos de E. coli pueden provenir también de aguas orgánicamente enriquecidas, por ejemplo, de efluentes industriales o de materias vegetales y suelos en descomposición. Como los organismos coliformes termoresistentes se detectan con facilidad, pueden desempeñar una importante función secundaria como indicadores de la eficacia de los procesos de tratamiento del agua para eliminar las bacterias fecales (Organización Mundial de la Salud, 1995).
- El objetivo de las normas y estándares es el de controlar la cantidad de un determinado microorganismo en el agua, siendo este microorganismo la causa de una enfermedad específica o un indicador de las condiciones dentro de las cuales se podría transmitir esa enfermedad (Jones, 1998). Los agentes patógenos transmitidos por el agua constituyen un problema mundial que demanda un urgente control mediante la implementación de medidas de protección ambiental a fin de evitar el incremento de las enfermedades relacionadas con la calidad del agua (Vargas, 1996).

### **Métodos de análisis para la evaluación de la calidad del agua**

La evaluación de la calidad del agua se realiza mediante una serie de análisis de laboratorio dirigidos a conocer cualitativa y cuantitativamente, las características físicas, químicas y biológicas más importantes que pueden afectar, su uso real y potencial, como el tipo de tratamiento para un

adecuado acondicionamiento. A fin de garantizar la confiabilidad de los resultados, que arrojen tales análisis de laboratorio, las técnicas y procedimientos deben haber sido cuidadosamente desarrollados, evaluados y con los niveles de sensibilidad requeridos, además se deben establecer un conjunto de normas y procedimientos para la correcta captación, traslado y preservación de muestras de agua, así como también debe tenerse cuidado en las unidades y terminología usada. (Guevara, 1996).

### **Muestreo de aguas**

El objeto del muestreo es coleccionar una porción del material (muestra), cuyas características sean representativas de aquellas que pertenecen al material del cual se tomó la muestra. (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2004).

Esto implica que la proporción o concentración relativa de todos los componentes serán las mismas en las muestras que en el material de donde proceden, y que dichas muestras serán manejadas de tal forma que no se produzcan alteraciones significativas en su composición antes de que se hagan las pruebas correspondientes.

La calidad de los resultados depende de las siguientes actividades:

- Formular los objetivos particulares para el programa de muestreo.
- Colectar muestras representativas.
- Manejar adecuadamente la muestra y su preservación.
- Observar los lineamientos de aseguramiento y control de calidad en el campo.
- Analizar apropiadamente las muestras.

El Ministerio de Salud, a través de la Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA, en calidad de Autoridad Sanitaria y en cumplimiento al mandato establecido por el Decreto Ley N° 17752 “Ley General de Aguas”, como responsable de la preservación, monitoreo y control de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos, viene ejecutando desde el año 1999 el Programa Nacional de Vigilancia de la Calidad de los Recursos Hídricos, cuyo objetivo

fundamental es la preservación sanitaria y ambiental de la calidad de los recursos hídricos a fin de lograr la salud de la población, asegurar la calidad de las aguas en beneficio de las actividades productivas y mantener el equilibrio ecológico en los hábitat acuáticos. El monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos se ejecuta a través de la red de vigilancia conformada por la DIGESA y las Direcciones Ejecutivas de Salud Ambiental (DESA's) del país quienes se encargan de la parte operativa llevando a cabo el cumplimiento del "Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de recursos hídricos", priorizando el uso del recurso a monitorear (fuente de abastecimiento de población; preservación del recurso hídrico de impactos potenciales; la actividad industrial y/o antropogénica), la misma que deberá ser detallada en forma concreta y sustentada. El protocolo tiene como objetivo establecer procedimientos utilizados en la ejecución del Programa Nacional de Vigilancia de la Calidad de los Recursos Hídricos de la Autoridad Sanitaria – DIGESA para evaluar la calidad sanitaria, asimismo sirve como instrumento oficial de trabajo para el usuario en general.

## **ENFERMEDADES POR LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA**

En general las enfermedades transmitidas por medio del agua contaminada pueden originarse por factores como agua estancada con criadero de insectos, contacto directo con el agua, consumir agua contaminada microbiológica o químicamente y usos inadecuados del agua.

### **Las bacterias más comunes**

Las comunidades rurales se encuentran en permanente riesgo de contraer enfermedades hídricas porque comúnmente viven sin acceso a agua segura y a servicios de saneamiento. Las poblaciones que se abastecen directamente de aguas de origen superficial (ríos, lagunas, lagos) se encuentran aún en mayor riesgo debido a que la fuente de agua está expuesta a la contaminación fecal.

**Tabla 01. Enfermedades y síntomas producidos por bacterias**

ENFERMEDAD	SÍNTOMAS
<b><i>Aeromonas spp.</i></b> <b>Enteritis</b>	Diarrea muy líquida, con sangre y moco.

<b><i>Campylobacter jejuni</i></b> <b>Campilobacteriosis</b>	Gripe, diarreas, dolor de cabeza y estómago, fiebre, calambres y náuseas.
<b><i>Escherichia coli</i></b>	Diarrea acuosa, dolores de cabeza, fiebre, uremia, daños hepáticos.
<b><i>Plesiomonas shigelloides</i></b> <b>Plesiomonas-infección</b>	Náuseas, dolores de estómago y diarrea acuosa, a veces fiebre, dolores de cabeza y vómitos.
<b><i>Salmonella typhi</i></b> <b>Fiebre tifoidea</b>	Fiebre.
<b><i>Salmonella spp.</i></b> <b>Salmonelosis</b>	Mareos, calambres intestinales, vómitos, diarrea y a veces fiebre leve.
<b><i>Streptococcus spp.</i></b>	Dolores de estómago, diarrea y fiebre, a veces vómitos.
<b><i>Vibrio El Tor</i> (agua dulce)</b> <b>Cólera (forma leve)</b>	Fuerte diarrea.

Fuente: <http://www.tudiscovery.com/water/>.

### Los protozoos más comunes

En el agua encontramos una enorme diversidad de microorganismos y se nos hace muy complicado poder determinar cuáles son los buenos y cuáles son los malos. Es por este motivo que se establecen distintos criterios para determinar si el agua es apta para uso humano y el más importante desde el punto de vista microbiológico es la presencia de bacterias coliformes. (SANREM- ANDES, 2005).

**Tabla 02. Enfermedades y síntomas producidos por protozoos**

ENFERMEDAD	SÍNTOMAS
<b><i>Entamoeba</i></b> <b>Disenteria ameboide</b>	Fuerte diarrea, dolor de cabeza, dolor abdominal, escalofríos, fiebre.
<b><i>Cryptosporidium parvum</i></b> <b>Criptosporidiosis</b>	Sensación de mareo, diarrea acuosa, vómitos, falta de apetito.
<b><i>Giardia lamblia</i></b> <b>Giardiasis</b>	Diarrea, calambres abdominales, flatulencia, eructos, fatiga.

Fuente: <http://www.tudiscovery.com/water/>.

## **AGUA DE CONSUMO**

El agua de consumo no es una necesidad momentánea, sino que se debe prever el crecimiento de la población en un periodo de tiempo prudencial, siendo necesario estimar cuál será la población futura al final de este periodo. Con la población futura se determina la demanda de agua para el final del periodo de diseño.

La dotación o la demanda per cápita, es la cantidad de agua que requiere cada persona de la población, expresada en litros/habitante/día. Conocida la dotación, es necesario estimar el consumo promedio diario anual, el consumo máximo diario y el consumo máximo horario.

El valor del consumo máximo diario es utilizado para el cálculo hidráulico de la línea de conducción; mientras que el consumo máximo horario, es utilizado para el cálculo hidráulico de la línea de aducción y red de distribución. (Agüero, 1997).

### **Parámetros de Diseño**

#### **➤ Periodo de Diseño**

El periodo de diseño puede definirse como el tiempo en el cual el sistema será 100% eficiente, ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado o por la existencia física de las instalaciones.

Para determinar el periodo de diseño se consideran factores como: durabilidad o vida útil de las instalaciones, factibilidad de construcción y posibilidades de ampliación o sustitución, tendencias de crecimiento de la población y posibilidades de financiamiento. (Agüero, 1997).

Tomando en consideración los factores señalados se debe establecer para cada caso el periodo de diseño aconsejable. A continuación, se indican algunos rangos de valores asignados para los diversos componentes de los sistemas de abastecimiento de agua potable para poblaciones rurales:

- ✓ Obras de captación: 20 años.
- ✓ Conducción: 10 a 20 años.
- ✓ Reservorio: 20 años.

✓ Redes: 10 a 20 años (tubería principal 20 años, secundaria 10 años).

Para todos los componentes, las normas generales para proyectos de abastecimiento de agua potable en el medio rural del Ministerio de Salud recomiendan un periodo de diseño de 20 años.

### ➤ **Población futura**

En la estimación de la población futura de servicio, se utilizan diferentes métodos para su cálculo, los métodos más utilizados en su estimación son: métodos analíticos, métodos comparativos y método racional.

#### **Métodos analíticos**

Presuponen que el cálculo de la población para una región dada es ajustable a una curva matemática. Es evidente que este ajuste dependerá de las características de los valores de población censada, así como de los intervalos de tiempo en que estos se han medido.

Dentro de los métodos analíticos tenemos el aritmético, geométrico, de la curva normal, logístico, de la ecuación de segundo grado, el exponencial, de los incrementos y de los mínimos cuadrados.

#### ✓ **Método geométrico**

$$P_f = P_a * (1 + r)^t \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

Pf : Población futura.

Pa: Población actual.

r : Coeficiente o tasa de crecimiento anual.

t : Período de diseño elegido en años.

### ➤ **Dotación o Demanda per cápita**

La dotación promedio diaria anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas.

Si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificará su ejecución, se considerará por lo menos para sistemas con conexiones domiciliarias una dotación de 180 l/hab/d, en clima frío y de 220 l/hab/d en clima templado y cálido.

Para programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90 m<sup>2</sup>, las dotaciones serán de 120 l/hab/d en clima frío y de 150 l/hab/d en clima templado y cálido.

Para sistemas de abastecimiento indirecto por surtidores para camión cisterna o piletas públicas, se considerará una dotación entre 30 y 50 l/hab/d respectivamente.

Para habitaciones de tipo industrial, deberá determinarse de acuerdo al uso en el proceso industrial, debidamente sustentado.

Para habilitaciones de tipo comercial se aplicará la Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones. (RNE, 2006).

➤ **Factores de variación de consumo**

**i. Coeficiente de variación diaria (K1):**

El coeficiente de variación diaria, es la relación entre el consumo total diaria y el consumo promedio anual. Generalmente el Ministerio de Salud – DIGESA y el RNE recomiendan hacer uso del valor,  $K1 = 1,30$ . (RNE, 2006).

**ii. Coeficiente de variación horaria (K2):**

El coeficiente de variación horaria, es el valor resultante de la relación del: consumo en la hora de máximo consumo / consumo promedio anual. El valor del coeficiente varía entre los rangos:  $1.8 < K2 < 2.5$ , el Ministerio de Salud – DIGESA, recomienda el empleo de:  $K2 = 2,50$ . (RNE, 2006).

➤ **Caudales de diseño**

Para calcular el caudal de agua requerido para cubrir las necesidades de la población futura. Normalmente se trabaja con tres tipos de caudales:

### **Caudal promedio anual (Qm):**

Es el caudal promedio obtenido de un año de registros y es la base para la estimación del caudal máximo diario y el máximo horario. Este caudal expresado en litros por segundo se determina la siguiente manera:

$$Q_m = \frac{P_f \times Dot.}{86400} \dots\dots\dots (2)$$

Dónde:

Qm = Caudal promedio anual

Pf = Población futura

Dot. = Dotación

La ecuación permite estimar el valor del volumen de agua de consumo requerido por la población futura, para el periodo de un año; el caudal máximo diario y máximo horario dependen del caudal medio anual.

### **Caudal máximo diario (Qmd):**

Para determinar el caudal máximo diario se emplea la siguiente ecuación:

$$Q_{md} = K1 \times Q_m \dots\dots\dots (3)$$

Dónde:

Qmd = Caudal máximo diario

K1 = Coeficiente de variación diaria

Qm = Caudal promedio anual

El caudal máximo diario se emplea para diseñar el diámetro de la tubería empleada en la línea de conducción.

### **Caudal máximo horario (Qmh):**

Este caudal se determina aplicando la siguiente ecuación:

$$Q_{mh} = K2 \times Q_m \dots\dots\dots (4)$$



Dónde:

$Q_{mh}$  = Caudal máximo horario

$K_2$  = Coeficiente de variación horaria

$Q_m$  = Caudal promedio anual

El valor del caudal Máximo Horario es dato que se emplea para el diseño de la tubería a emplear en la red de aducción y distribución.

## **Estudio de la Fuente de Abastecimiento**

### ➤ **Cantidad de Agua**

Para conocer la disponibilidad hídrica de la fuente, sea ésta de manantial, subterránea o superficial, deberá aforarse en época de estiaje, por cualquier método que mejor se ajuste a las circunstancias.

Existen varios métodos para determinar el caudal de agua y los más utilizados en los proyectos de abastecimiento de agua potable en zonas rurales, son los métodos volumétricos y de velocidad-área. El primero es utilizado para calcular caudales hasta un máximo de 10 lt/s y el segundo para caudales mayores a 10 lt/s. (Agüero, 1997)

#### **Método de velocidad-área:**

Con este método se mide la velocidad del agua superficial que discurre del manantial tomando el tiempo que demora un objeto flotante en llegar de un punto a otro en una sección uniforme, habiéndose previamente definido la distancia entre ambos puntos. Cuando la profundidad del agua es menor a 1 m., la velocidad promedio del flujo se considera el 80% de la velocidad superficial.

El caudal se determina de la siguiente manera:

$$Q = 800 \times V \times A \dots\dots\dots (5)$$

donde:

$Q$  = Caudal en lt/s.

$V$  = Velocidad superficial en m/s.

$A$  = Área de sección transversal en  $m^2$ .

### ➤ **Criterios de diseño**

Teniendo el caudal máximo del flujo superficial, es posible diseñar entre otros: los muros de encauzamiento, la compuerta de limpia, el vertedero lateral, el remanso y el resalto hidráulico. Con el caudal mínimo del flujo superficial, se podrá diseñar el barraje y la ventana de captación.

### **Tratamiento de Agua.**

#### ➤ **Sedimentador**

El sedimentador es un dispositivo usado para separar, por gravedad, las partículas en suspensión en una masa de agua. (Organización Panamericana de la Salud, 2005).

#### **Criterios de diseño**

(Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006) Establece las condiciones generales que deben cumplir los sedimentadores:

- Las partículas en suspensión de tamaño superior a  $1\mu\text{m}$  deben ser eliminadas en un porcentaje de 60%. Este rendimiento debe ser comprobado mediante ensayos de simulación del proceso.
- La turbiedad máxima del efluente debe ser de 50 U.N.T. y preferiblemente de 20 U.N.T.
- La velocidad de sedimentación deberá definirse en el ensayo de simulación del proceso.
- El período de retención debe calcularse en el ensayo de simulación del proceso y deberá considerarse un valor mínimo de 2 horas.
- La velocidad horizontal debe ser menor o igual a 0,55 cm/s. Este valor no debe superar la velocidad mínima de arrastre.
- La razón entre la velocidad horizontal del agua y la velocidad de sedimentación de las partículas deberá estar en el rango de 5 a 20.
- La profundidad de los tanques, al igual que para los desarenadores, debe variar de 1,5 a 3,0 m.
- La estructura de entrada debe comprender un vertedero a todo lo ancho de la unidad y una pantalla o cortina perforada.

- La longitud del tanque deberá ser de 2 a 5 veces su ancho en el caso de sedimentadores de flujo horizontal.
- Se deberá considerar en el diseño, el volumen de lodos producido, pudiéndose remover éstos por medios manuales, mecánicos o hidráulicos.
- La tasa de producción de lodos debe ser determinada en ensayos de laboratorio, o mediante estimaciones con el uso de criterios existentes que el proyectista deberá justificar ante la autoridad competente.
- El fondo del tanque debe tener una pendiente no menor de 3%.

### ➤ **Filtro lento**

El filtro lento se utiliza principalmente para eliminar la turbiedad del agua, pero si se diseña y opera convenientemente puede ser considerado como un sistema de desinfección del agua.

#### **Criterios de diseño**

(Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006) Establece las condiciones generales que deben cumplir los filtros lentos:

- La turbiedad del agua cruda, sedimentada o prefiltrada del afluente deberá ser inferior a 50 UNT, se podrán aceptar picos de turbiedad no mayores de 100 UNT por pocas horas (no más de 4 horas).
- El filtro lento debe proyectarse para operar las 24 horas en forma continua, para que pueda mantenerse eficiencia de remoción de microorganismos.
- La tasa de filtración debe estar comprendida entre 2 y 8 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>.día).
- Se debe tener un mínimo de dos unidades, las que deberán estar interconectadas a través de la estructura de salida para que se pueda llenar en forma ascendente, después de cada operación de limpieza (raspado), por el filtro colindante en operación.
- La altura máxima de agua en la caja de filtro deberá ser de 0,80 a 1,0 m.

## ➤ **Desinfección**

La desinfección es el último proceso unitario de tratamiento del agua y tiene como objetivo garantizar la calidad de la misma desde el punto de vista microbiológico y asegurar que sea inocua para la salud del consumidor. (Jorge Arboleda, 1976).

### **Criterios de diseño**

(Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006) Establece las condiciones de aplicación del cloro como agente desinfectante para el agua, su dosificación y extracción de los cilindros.

- El efluente de la planta deberá tener por lo menos 1 ppm de cloro residual o el necesario para que en el punto más alejado de la red exista no menos de 0.2 ppm.
- Se aceptará como mínimo entre 5 a 10 minutos. Siendo deseable un tiempo total de contacto de 30 minutos.
- En todos los casos se considerará un mínimo de dos unidades para que estén en posibilidad de operar bajo condiciones extremas de dosificación.
- La extracción máxima de cloro para cilindros de 68 kg y 1000 kg es de 16 kg/día y 180 kg/día, respectivamente.
- Se podrán utilizar como desinfectante los compuestos de cloro tales como el hipoclorito de calcio y el hipoclorito de sodio.

### **Línea de Conducción**

La línea de conducción en un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad es el conjunto de tuberías, válvulas, accesorios, estructuras y obras de arte encargados de la conducción del agua desde la captación hasta el reservorio, aprovechando la carga estática existente. (Agüero, 1997).

### **Reservorio**

La importancia del reservorio radica en garantizar el funcionamiento hidráulico del sistema y el mantenimiento de un servicio eficiente, en

función a las necesidades de agua proyectadas y el rendimiento admisible de la fuente. (Agüero, 1997).

### ➤ **Volumen de Almacenamiento**

El volumen total de almacenamiento está conformado por el Volumen de Regulación, Volumen Contra Incendio y Volumen de Reserva. (RNE, 2006).

#### **Volumen de Regulación**

El volumen de regulación será calculado con el diagrama masa correspondiente a las variaciones horarias de la demanda.

Cuando se comprueba la no disponibilidad de esta información, se deberá adoptar como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda como capacidad de regulación, siempre que el suministro de la fuente de abastecimiento sea calculado para 24 horas de funcionamiento.

En caso contrario deberá ser determinado en función al horario del suministro.

#### **Volumen Contra Incendio**

En los casos que se considere demanda contra incendio, deberá asignarse un volumen mínimo adicional de acuerdo al siguiente criterio:

- 50 m<sup>3</sup> para áreas destinadas netamente a vivienda.
- Para áreas destinadas a uso comercial o industrial deberá calcularse utilizando el gráfico para agua contra incendio de sólidos del anexo 1, considerando un volumen aparente de incendio de 3000 metros cúbicos y el coeficiente de apilamiento respectivo.

Independientemente de este volumen los locales especiales (Comerciales, Industriales y otros) deberán tener su propio volumen de almacenamiento de agua contra incendio.

#### **Volumen de Reserva**

De ser el caso, deberá justificarse un volumen adicional de reserva.

## **Línea de Aducción**

### ➤ **Criterios de Diseño**

#### **Carga Disponible**

La carga disponible viene representada por la diferencia de elevación entre la obra de captación y el reservorio. (Agüero, 1997).

#### **Gasto de Diseño**

El gasto de diseño es el correspondiente al gasto máximo diario ( $Q_{md}$ ), el que se estima considerando el caudal medio de la población para el periodo de diseño seleccionado ( $Q_m$ ) y el factor  $K_1$  del día de máximo consumo.

## **Red de Distribución**

La red de distribución es el conjunto de tuberías de diferentes diámetros, válvulas, grifos y demás accesorios cuyo origen está en el punto de entrada al pueblo (final de la línea de aducción) y que se desarrolla por todas las calles de la población. (Agüero, 1997).

### ➤ **Criterios de Diseño**

La red de distribución se debe calcular considerando la velocidad y presión del agua en las tuberías.

Se recomiendan valores de velocidad mínima de 0.6 m/s y máxima de 3.0 m/s. Si se tiene velocidades menores que la mínima, se presentarían fenómenos de sedimentación; y con velocidades muy altas, se produciría el deterioro de los accesorios y tuberías.

La presión mínima depende de las necesidades domésticas, y la máxima influye en el mantenimiento de la red, ya que con presiones elevadas se originan pérdidas por fugas y fuertes golpes de ariete. Las Normas Generales del Ministerio de Salud, recomiendan que la presión mínima de servicio en cualquier parte de la red no sea menor de 5 m. y que la presión estática no exceda de 50 m.

En las Normas del Ministerio de Salud se establece que el diámetro mínimo a utilizarse en la red, será aquel que satisfaga las condiciones

hidráulicas que garanticen las presiones mínimas de servicio en la red y su capacidad deberá ser tal que pueda absorber en el futuro la instalación de conexiones domiciliarias. El diámetro mínimo recomendado es de 3/4".

Las válvulas, según las Normas mencionadas, se deben ubicar para aislar tramos no mayores de 300 m. o en lugares que garanticen el buen funcionamiento del sistema y permitan interrupciones para realizar las ampliaciones y reparaciones en la red.

## **2.2 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**

### **Flujo superficial**

El flujo superficial es el primer mecanismo de flujo en las cuencas naturales y tiene la forma de una capa delgada de agua que escurre a lo largo de una superficie ancha. El flujo continúa en esta condición durante una corta distancia, hasta que las irregularidades del terreno concentran el flujo en pequeños canales tortuosos. Gradualmente, los flujos de estos pequeños canales se combinan hasta confluir en canales claramente definidos. (Chow, 1994)

### **Agua cruda**

Es aquella agua, en estado natural, captada para abastecimiento que no ha sido sometido a procesos de tratamiento. (Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, 2011)

### **Agua tratada**

Toda agua sometida a procesos físicos, químicos y/o biológicos para convertirla en un producto inocuo para el consumo humano. (Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, 2011)

### **Sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano**

Conjunto de componentes hidráulicos e instalaciones físicas que son accionadas por procesos operativos, administrativos y equipos necesarios desde la captación hasta el suministro del agua. (Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, 2011)

## **Aguas residuales**

Las aguas residuales son cualquier tipo de agua cuya calidad se vio afectada negativamente por influencia antropogénica. Las aguas residuales incluyen las aguas usadas domésticas y urbanas, y los residuos líquidos industriales o mineros eliminados, o las aguas que se mezclaron con las anteriores (aguas pluviales o naturales).  
([https://es.wikipedia.org/wiki/Aguas\\_residuales](https://es.wikipedia.org/wiki/Aguas_residuales))

## **Tratamiento de aguas residuales**

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano.  
([https://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento\\_de\\_aguas\\_residuales](https://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_de_aguas_residuales))

## **Agua de consumo**

Es aquella utilizada para la ingesta, preparación de alimentos, higiene personal, lavado de utensilios, servicios sanitarios y otros menesteres domésticos; esta agua puede ser potable o no potable. (OPS, 2003)

## **Calidad bacteriológica del agua**

Se basa en la determinación de aquellos microorganismos que pueden afectar directamente al ser humano o que, por su presencia puedan señalar la posible existencia de otros, tales como los coliformes fecales, *Escherichia coli* y *Salmonella*. (Rojas, 2002)

## **Calidad físico – químico del agua**

Se basa en la determinación de sustancias químicas específicas que pueden afectar a la salud. (Rojas, 2002)

## **Evaluación de la calidad del agua**

Es el proceso de valoración total de la naturaleza física, química y biológica del agua en relación a la calidad natural, a los efectos humanos y a los usos intencionales, particularmente los que pueden afectar la salud humana, y a la de los sistemas acuáticos. (Chapman, 1996)



## **CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 MATERIALES**

#### **RECURSOS MATERIALES**

##### **Materiales**

- Envases de vidrios esterilizados de 500 ml.
- Envases de plásticos de primer uso de 600 ml.
- Cinta adhesiva.
- Stikers.
- Tinta indeleble.
- Materiales de escritorio.
- INEI Censos Nacionales de Población y de Vivienda. 1993 y 2007.

##### **Equipos**

- Computadora.
- Cámara fotográfica.
- Equipos de laboratorios (Laboratorio DISA – Jaén).

#### **RECURSOS HUMANOS**

- Tesista.
- Asesor.

El proyecto de investigación se desarrolló en los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre.

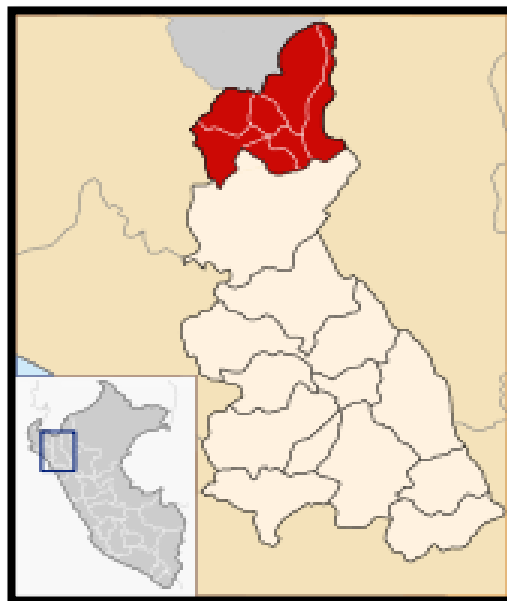
### **3.2 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

La investigación se realizó específicamente en el entorno del Río Tabaconas con el Sector Pueblo Nuevo del Centro Poblado Churuyacu, ubicado en el Distrito de Tabaconas, Provincia de San Ignacio, Departamento de Cajamarca, ver Figuras 02, 03, y 04. Geográficamente el Distrito de Tabaconas limita por el Norte con el Distrito de Namballe y San Ignacio, por el Este con el Departamento de Piura, por el Oeste con el

Distrito de la Coipa y San José del Alto y por el Sur con el Distrito Chontali y Sallique.



**Figura 01. Perú: Localización geográfica del Departamento de Cajamarca**



**Figura 02. Cajamarca: Localización geográfica de la Provincia de San Ignacio**



**Figura 03. San Ignacio: Localización geográfica del Distrito de Tabaconas**



**Figura 04. Tabaconas: Localización geográfica del Centro Poblado Churuyacu**

**Situación Actual**

El Centro Poblado Churuyacu cuenta en la actualidad con 790 habitantes, repartidos en 202 viviendas, de los cuales 684 habitantes se localizan en la parte central del Centro Poblado, los 106 habitantes restantes se han sectorizado en la parte baja, denominándose Sector Pueblo Nuevo.

La localidad cuenta con un sistema de agua que fue construido en el año 1997 por FONCODES, dicho sistema sólo abastece a una parte de la población que se ubica en la parte central, debido al crecimiento demográfico en esta localidad, consecuentemente ninguna vivienda del Sector Pueblo Nuevo cuente con este servicio, por lo que los pobladores se abastecen del recurso hídrico mediante el acarreo del agua en las orillas del Río Tabaconas. Así mismo existe un sistema de alcantarillado que conduce las aguas residuales a un Tanque Imhoff, que actualmente se encuentra totalmente colmatado por lo que ya no cumple su función, y de ésta estructura las aguas se descargan directamente al Río Tabaconas.

### **3.3 METODOLOGÍA**

Para alcanzar los objetivos propuestos y luego de una visita de reconocimiento a la zona objeto de estudio se definió un plan de trabajo o metodología que se describe en los numerales siguientes:

#### **INCREMENTO ANUAL DE LAS ENFERMEDADES GASTROINTESTINALES**

Con la ayuda de personal de la Municipalidad Distrital de Tabaconas se pudo realizar una visita a la zona de estudio, donde nos entrevistamos con el Alcalde Delegado del Centro Poblado Churuyacu, Presidente de la Junta Administradora de los Servicios de Saneamiento (JASS), operarios de la JASS, encargado del Puesto de Salud de la localidad y pobladores en general.

Se recopiló toda la información necesaria, como la cantidad de habitantes del Centro Poblado Churuyacu, donde se estimó los pobladores netos del Sector Pueblo Nuevo. Así mismo la encargada del Puesto de Salud de la localidad nos brindó información sobre la cantidad de casos tratados en el Puesto de Salud del Centro Poblado Churuyacu referente a las enfermedades más relevantes relacionadas con el consumo de agua entre los años 2012 y 2016 se detallan en la siguiente tabla.

**Tabla 03. Cantidad de casos por año de enfermedades gastrointestinales**

ENFERMEDADES	AÑO				
	2012	2013	2014	2015	2016
Infecciones Intestinales	125	132	149	170	167
Fiebre Tifoidea	233	248	262	264	280
Parasitosis Intestinal	159	170	168	181	230
<b>TOTAL</b>	<b>517</b>	<b>550</b>	<b>579</b>	<b>615</b>	<b>677</b>

### **DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS – QUÍMICAS – BACTERIOLÓGICAS DEL AGUA DE CONSUMO**

#### **Muestreo de aguas**

El muestreo se realizó de acuerdo a los lineamientos del Protocolo de Monitoreo de Aguas de la DIGESA el mismo que indica los factores a seguir a fin de asegurar que las muestras sean representativas.

#### **Número y ubicación de las muestras**

El número de muestras tomadas fue de 4 distribuidas en puntos específicos, tales como: vertimiento, captación y consumo. Tomando como primer punto de muestreo el vertimiento, ubicado a 10 m aproximadamente del punto de descarga de las aguas residuales del Centro Poblado Churuyacu, este punto sirve como muestra de comparación de contaminación ya que esta fuente es utilizada para consumo humano. Como segundo punto de muestro la captación, ubicado a 200 m aproximadamente del punto de vertimiento, zona donde los pobladores recolectan el agua en baldes, el cual utilizan para consumo humano y/o para sus actividades que realizan de manera cotidiana. Finalmente, como tercer punto y el más representativo para el desarrollo del problema, el consumo, éste punto se refiere al agua que sustancialmente es consumido por los pobladores del Centro Poblado Churuyacu, cabe resaltar que se ha tomado en dos viviendas (Vivienda N° 01 y Vivienda N° 02).

### **Selección de parámetros de muestreo**

Los parámetros de análisis se seleccionaron en función a las fuentes contaminantes y teniendo en cuenta en cuenta los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (VER ANEXO B). Los parámetros de muestreo seleccionados para análisis físico – químico son: turbiedad, pH, dureza total, dureza cálcica, conductividad y sólidos disueltos totales; y para los análisis bacteriológicos: coliformes totales y coliformes termotolerantes.

### **Recipientes utilizados para muestreo**

**Para análisis bacteriológico:** Se utilizaron frascos proporcionados por el laboratorio referencial de la DISA – Jaén; estos frascos fueron previamente esterilizados, tapados y amarrados con papel, tal como se muestra en la foto siguiente:



*Figura 05. Frascos de vidrio utilizados para muestreo bacteriológico*

**Para análisis físico – químico:** Se utilizaron recipientes de plásticos de primer uso de 600 ml de acuerdo a lo recomendado por el laboratorista de la DISA – Jaén.

### **Etiquetado**

El etiquetado o rotulado de los envases se hizo antes de ir al campo para el muestreo, utilizando plumón indeleble, con la finalidad de que no se borre. En los envases para muestreo bacteriológico y físico – químico se utilizó una etiqueta, que fue pegado en los envases. La información básica

registrada en el etiquetado es principalmente: punto de muestreo, hora de muestreo, fecha, nombre del muestreador, tipo de análisis a realizar, entre otros. En la foto que se muestra a continuación, se observa los frascos utilizados para muestreo fisicoquímico y el etiquetado de los frascos.



**Figura 06. Frascos utilizados para muestreo físico – químico y bacteriológico debidamente etiquetados**

### **Forma de recolectar las muestras**

**Para análisis bacteriológico:** La recolección de la muestra fue de la siguiente manera: Se destapó la botella sosteniendo la tapa con una mano, con la otra se invierte boca abajo el envase y se introduce unos 30cm. bajo la superficie, se da vuelta de manera que se llene, evitando que el agua que toca la mano entre en la botella. Se saca el envase lleno hasta tres cuartas parte de su capacidad, se tapa inmediatamente, se coloca en la caja y se envía al laboratorio.

Para obtener todas éstas muestras se utilizaron guantes, como medida de seguridad, para evitar una posible contaminación de las mismas.





*Figura 07. Recolección de muestra en punto de captación de agua de consumo*



*Figura 08. Recolección de muestra en punto de vertimiento de aguas residuales*

**Para análisis físico – químico:** Se tomó la botella destapada, por la parte inferior y se llenó parcialmente de agua dos o tres veces, se enjuaga y se bota fuera de la fuente. Luego se llena parcialmente de agua 30cm por debajo de la superficie y se hace un rápido recorrido hacia adelante para que termine de llenarse, se tapa y se almacena para luego enviarse al laboratorio.





*Figura 09. Recolección de muestra en punto de consumo de agua de vivienda N° 01*



*Figura 10. Recolección de muestra en punto de consumo de agua de vivienda N° 02*

### **Lugar de análisis de muestras**

Las muestras para los análisis físico – químico y bacteriológico, fueron transportados y entregados en el Laboratorio de la DISA – Jaén, ubicado en el Ciudad de Jaén a menos de 24 horas de realizado el muestreo.

## CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 ENFERMEDADES GASTROINTESTINALES

Los incrementos anuales de las enfermedades gastrointestinales en la población de estudio son:

**Tabla 04. Incrementos anuales de las enfermedades**

2012 - 2013	2013 - 2014	2014 - 2015	2015 - 2016	PROMEDIO
6.38%	5.27%	6.22%	10.08%	<b>6.99%</b>

El incremento anual promedio de las enfermedades gastrointestinales que aquejan a la población de estudio es 6.99%, teniendo como incremento mínimo de 5.27% entre los años 2013 - 2014, y un incremento máximo de 10.08% entre los últimos años.

### 4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS – QUÍMICAS – BACTERIOLÓGICAS

#### **ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO**

Los resultados de los análisis físico - químico se muestran en la Tabla 05, donde podemos observar que las aguas residuales que se descargan directamente en el Río Tabaconas, afecta directamente a este recurso.

Además, en los puntos muestreados se observa que existe valores que sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

**Tabla 05. Resultados del Análisis Físico – Químico**

ANALISIS FISCICO - QUIMICO							
PUNTO DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO	TURBIEDAD (NTU)	pH	DUREZA TOTAL (mg/L)	DUREZA CALCICA (mg/L)	CONDUCTIVIDAD (uS)	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (ppm)
VERTIMIENTO	23/11/2016	28.60	8.24	139	117	494.00	326
CAPTACION	23/11/2016	14.60	7.14	97	89	199.40	106
CONSUMO - VIVIENDA N° 01	23/11/2016	5.50	7.36	88	73	184.00	93

<b>CONSUMO - VIVIENDA N° 02</b>	23/11/2016	6.16	7.29	91	76	176.20	95
---	------------	------	------	----	----	--------	----

## TURBIEDAD

Los contaminantes que causan turbiedad en el agua son las partículas en suspensión, tales como arcilla, minerales, sedimentos, materia orgánica e inorgánica finamente dividida. Las muestras extraídas muestran estas características, presentando un valor promedio de 13.72 NTU, que sobrepasa el límite máximo permisible y esto se debe a que las aguas residuales presentan partículas en suspensión y en forma de coloides.

En el punto de vertimiento presenta un valor muy elevado (28.60 NTU) debido a que las aguas residuales no tienen ningún tipo de tratamiento y son descargadas directamente al Río Tabaconas. En el punto de muestreo donde captan el agua presenta aun un valor alto (14.60 NTU), pese a que se encuentra a 200 m aproximadamente del punto de vertimiento. En los puntos de consumo se presentó valores de 5.50 y 6.16 NTU, esta turbiedad se presenta por sedimentos suspendidos, pero en menor proporción; es decir que estas aguas pueden ser utilizadas como agua potable previo tratamiento por simple desinfección, desde el punto de vista de la turbidez. Los valores se presentan en la Figura 11.



**Figura 11. Turbiedad de las muestras de agua realizadas**

## pH

Todas las fuentes de agua son aguas ligeramente alcalinas; que se demuestra con los resultados obtenidos en los análisis, los cuales están dentro del rango establecido en los límites máximos permisibles del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano de 6.5 – 8.5.



**Figura 12. pH de las muestras de agua realizadas**

## DUREZA TOTAL

En la Figura 13 observamos los resultados de las fuentes de agua que están por debajo de los límites permisibles indicados en la normatividad nacional, cuyo valor es de 500 mg/L es decir que todas las fuentes pueden ser utilizadas por desinfección desde el punto de vista de la dureza. La presencia de compuestos que causan la dureza en los puntos muestreados y en especial al punto de vertimiento que es el valor más alto, se debe principalmente al arrastre de sustancias que contienen el suelo, por escorrentía de las precipitaciones pluviales.



**Figura 13. Dureza Total de las muestras de agua realizadas**

## CONDUCTIVIDAD

En la Figura 14 observamos los resultados de los análisis realizados están por debajo de los límites permisibles indicados en la normatividad nacional, cuyo valor es de 1500  $\mu$ S.



*Figura 14. Conductividad de las muestras de agua realizadas*

## SOLIDOS DISUELTOS TOTALES

Los resultados de análisis realizados, indican valores menores de 1000 ppm, valor máximo permisible, por consecuente establecido en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.



*Figura 15. Sólidos Disueltos Totales de las muestras de agua realizadas*

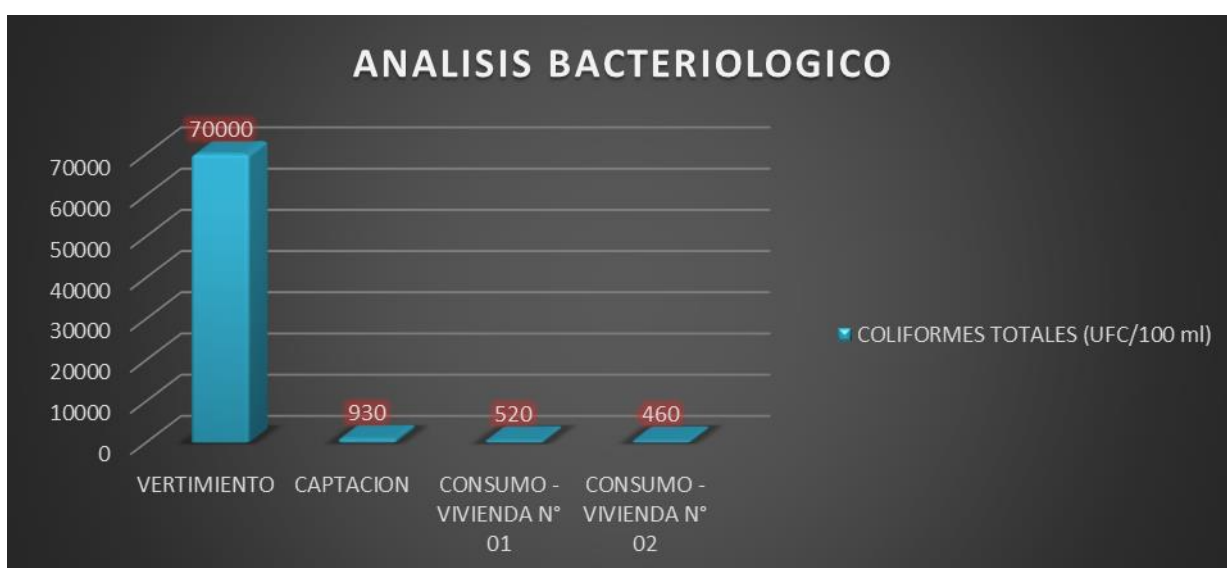
## ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

Los resultados de los análisis bacteriológicos se muestran en el Tabla 06, donde podemos observar que la contaminación microbiana proviene de restos fecales en todos los puntos muestreados,

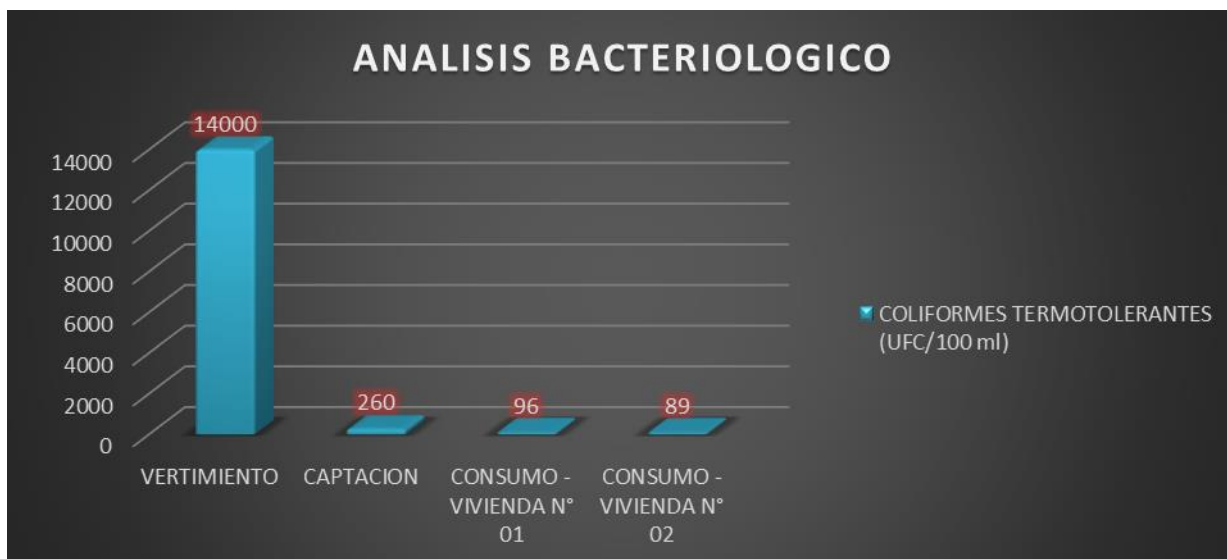
Además, en los puntos muestreados se observa que existe valores que sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos establecido en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

**Tabla 06. Resultados del Análisis Bacteriológico**

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO			
PUNTO DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO	COLIFORMES TOTALES (UFC/100 ml)	COLIFORMES TERMOTOLERANTES (UFC/100 ml)
VERTIMIENTO	23/11/2016	70000	14000
CAPTACION	23/11/2016	930	260
CONSUMO - VIVIENDA N° 01	23/11/2016	520	96
CONSUMO - VIVIENDA N° 02	23/11/2016	460	89



**Figura 16. Coliformes Totales de las muestras de agua realizadas**



**Figura 17. Coliformes Termotolerantes de las muestras de agua realizadas**

En el primer punto de muestreo (Vertimiento); se observan valores muy elevados, 70000 UFC/100 ml de coliformes totales y 14000 UFC/100 ml de coliformes termotolerantes, valores que dejan al descubierto la gran contaminación que generan las aguas residuales si se descargan sin ningún tratamiento y que va directamente a un recurso hídrico.

En el segundo punto de muestro (Captación); viene siendo utilizado por los pobladores como fuente de agua para uso doméstico, pese a que la contaminación bacteriológica es elevada, y que está por encima de los límites máximos permisibles respecto a los coliformes totales y termotolerantes, siendo peligroso el consumo de esta agua, debido a que los coliformes termotolerantes son indicadores de bacterias patógenas que pueden generar enfermedades como la tifoidea, cólera, infecciones gastrointestinales, etc.

En los puntos de muestreo tres y cuatro (Consumo); los valores son considerables, esto se debe a la manipulación de recipientes al momento de recoger el agua y/o al utilizarla y a las condiciones ambientales presentes en el momento del muestreo, además los vientos existentes en tiempo de verano trasladan el polvo y con ello los microorganismos lo que contribuye a la contaminación bacteriológica del agua.



### 4.3 PROPUESTA TÉCNICA DE SOLUCIÓN

#### Estudio de la Fuente de Abastecimiento

##### ➤ Cantidad de Agua

El Centro Poblado Churuyacu cuenta con sistema de agua, la cual es abastecida por una captación que proviene de la quebrada La Palma, mediante un sistema de barraje para la derivación de las aguas por una compuerta hacia un Sedimentador aguas abajo, cabe indicar que esta estructura ha colapsado por la fuerza de tracción y erosión durante las crecidas de sus aguas.

Se realizó el aforo de esta captación para ver si también puede abastecer a este Sector Pueblo Nuevo, ya que una gran parte del Centro Poblado Churuyacu cuenta con sistema de agua.

Para los aforos se utilizó el método de velocidad-área, el área de la sección transversal es 0.042 m<sup>2</sup> y la profundidad fue menor de 1 m, por consecuente la velocidad se consideró el 80% de la velocidad superficial y los resultados de cada medición se presenta en la Tabla 07.

Los aforos se realizaron en Octubre del 2016.

**Tabla 07. Cálculo del Caudal de la Fuente**

Número de Prueba	Velocidad (m/s)	Área (m <sup>2</sup> )	Caudal (lt/s)
01	0.193	0.042	8.106
02	0.154	0.042	6.468
03	0.124	0.042	5.208
04	0.178	0.042	7.476
05	0.167	0.042	7.014
	<b>Promedio:</b>		<b>6.854</b>

De acuerdo con la Tabla 07, se obtiene que el promedio del caudal de la fuente de abastecimiento de agua: 6.854 lt/seg, el cual sobrepasa el caudal máximo diario para el centro poblado Churuyacu (2.783 lt/seg), donde está



considerado el Sector Pueblo Nuevo; por lo tanto, esta fuente hídrica abastece a todos los pobladores de esta localidad.

## **Tratamiento de Agua**

### ➤ **Sedimentador**

Esta estructura de dimensiones 4.50 x 2.80 x 1.20 m. se encuentra en mal estado, con un inadecuado sistema de sedimentación de sólidos en suspensión, donde las aguas captadas llegan por una tubería improvisada de PVC de 2" directamente golpeando el fondo del tanque sedimentador originando turbulencia y turbidez. Para ello se plantea la reconstrucción del Sedimentador, ésta debe estar diseñada para el caudal máximo diario de 2.783 lt/seg y deben considerarse los criterios de diseño establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

### ➤ **Filtro lento**

El sistema actual del Centro Poblado no cuenta con esta estructura, por lo tanto, no se elimina la turbiedad del agua.

Se recomienda la construcción de un Filtro Lento, ésta debe estar diseñada para el caudal máximo diario de 2.783 lt/seg, para las características granulométricas de la arena debe tener un diámetro efectivo que varíe entre <0.15 mm. – 0.65 mm.> y un coeficiente de uniformidad entre <1.50 – 3.00> y para la grava un coeficiente de uniformidad entre <1.50 – 3.00>, así mismo deben considerarse los criterios de diseño establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

### ➤ **Desinfección**

El sistema de agua cuenta con un tanque clorador ubicado en la losa de techo del Reservoirio, actualmente no se suministra ningún tipo de clorador.

Se sugiere que, así como existe un tanque clorador en el reservorio, se construya uno mismo en el reservorio que se propone construir. Adicionalmente se oriente a los miembros de la Junta Administradora de los Servicios de Saneamiento para que se utilice un tipo de clorador.

## **Línea de conducción**

La Línea de Conducción comprende desde el Sedimentador hasta el Reservoirio, con una tubería de  $\varnothing=2''$  de PVC y una longitud de 645 m, conservándose en mal estado, pues esta tubería se encuentra riesgo de vulnerabilidad en los metros iniciales, por estar cercana a la Quebrada la Palma.

### ➤ **Diámetros**

#### **Diámetro Mínimo**

El diámetro mínimo se determinó aplicando la ecuación de continuidad y utilizando el caudal máximo diario de 2.783 lt/seg y una velocidad de 3 m/seg ( $Q = V \times A$ ), por lo tanto, el diámetro mínimo requerido es 1.353 pulgadas, aproximándose a un diámetro comercial,  $\varnothing=1 \frac{1}{2}''$ .

#### **Diámetro Máximo**

El diámetro máximo se determinó aplicando la ecuación de continuidad utilizando el caudal máximo diario de 2.783 lt/seg y una velocidad de 0.6 m/seg ( $Q = V \times A$ ), por lo tanto, el diámetro máximo requerido es 3.026 pulgadas, aproximándose a un diámetro comercial,  $\varnothing=3 \frac{1}{2}''$ .

## **Reservoirio**

El reservoirio abaste solo a algunos pobladores de la parte central del Centro Poblado Churuyacu, siendo éste de concreto armado de tipo apoyado, tiene un volumen de almacenamiento de 25 m<sup>3</sup>, es de forma rectangular de dimensiones 3.00 x 3.05 x 2.80 m, con un espesor  $e=0.30m$ ; se precisa que presenta filtraciones e inadecuado sistema de alimentación y evacuación.

### ➤ **Volumen de Almacenamiento**

#### **Volumen de Almacenamiento para el Centro Poblado Churuyacu**

#### **Volumen de Regulación**

El volumen de regulación requerido se determinó aplicando la ecuación recomendada por el RNE ( $V_r = 25\% \times Q_m$ ):

**Tabla 08. Cálculo del Volumen de Regulación**

Caudal promedio anual (Qm)	Volumen de Regulación (m3)
2.141	<b>46.24</b>

**Volumen Contra Incendio**

No se consideró Volumen Contra Incendio.

**Volumen de Reserva**

No se consideró Volumen de Reserva.

**Volumen de Almacenamiento para el Sector Pueblo Nuevo**

**Volumen de Regulación**

El volumen de regulación requerido se determinó aplicando la ecuación recomendada por el RNE ( $V_r = 25\% \times Q_m$ ):

**Tabla 09. Cálculo del Volumen de Regulación**

Caudal promedio anual (Qm)	Volumen de Regulación (m3)
0.286	<b>6.19</b>

**Volumen Contra Incendio**

No se consideró Volumen Contra Incendio.

**Volumen de Reserva**

No se consideró Volumen de Reserva.

Con lo considerado el Volumen de Almacenamiento de los Reservorios son:

**Tabla 10. Volumen de Almacenamiento del Reservorio**

Localidad	Volumen de Regulación (m3)	Volumen Contra Incendio (m3)	Volumen de Reserva (m3)	Volumen de Almacenamiento (m3)
<b>CENTRO POBLADO CHURUYACU</b>	46.24	0.00	0.00	<b>47.00</b>
<b>SECTOR PUEBLO NUEVO</b>	6.19	0.00	0.00	<b>7.00</b>

Con lo determinado en la Tabla 10, se necesita un reservorio de 7 m<sup>3</sup> para suministrar al Sector Pueblo Nuevo, mientras para abastecer a todo el Centro Poblado Churuyacu uno de 47 m<sup>3</sup>. Por lo tanto, sólo se recomienda la construcción de un reservorio de 47 m<sup>3</sup>.

### **Línea de aducción y red de distribución**

La línea de aducción comprende desde el reservorio hasta el punto de distribución, ésta tubería es de Ø=2" y la red de distribución consiste Ø=1" de PVC, que distribuye sólo a la parte céntrica del Centro Poblado Churuyacu, de esta matriz se distribuye a las viviendas, con una tubería PVC de Ø=1/2".

#### **➤ Diámetros**

##### **Diámetro Mínimo**

El diámetro mínimo se determinó aplicando la ecuación de continuidad y utilizando el caudal máximo horario de 5.352 lt/seg y una velocidad de 3 m/seg ( $Q = V \times A$ ), por lo tanto, el diámetro mínimo requerido es 1.876 pulgadas, aproximándose a un diámetro comercial, Ø=2".

##### **Diámetro Máximo**

El diámetro máximo se determinó aplicando la ecuación de continuidad utilizando el caudal máximo horario de 5.352 lt/seg y una velocidad de 0.6 m/seg ( $Q = V \times A$ ), por lo tanto, el diámetro máximo requerido es 4.196 pulgadas, aproximándose a un diámetro comercial, Ø=4 1/2".

## CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

- La contaminación del agua que consume la población de la localidad en estudio (Sector Pueblo Nuevo), está fuera del rango de valores de los límites máximos permisibles, en lo que respecta a los coliformes, por lo que no es adecuado para su consumo humano.
- El incremento anual referido como tasa de crecimiento de las enfermedades prevalentes por el consumo de agua en la localidad de Churuyacu es de 6.99%.
- Las características del agua de consumo, en promedio son:

INDICE	ANALISIS FISICO			ANALISIS QUIMICO			ANALISIS BACTERIOLOGICO	
	TURBIE DAD	CON DUC TIVIDAD	pH	DUREZA TOTAL	DUREZA CALCICA	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	COLIFOR MES TOTALES	COLIFORM ES TERMOTO LERANTES
CONSUMO	5.83	180.10	7.33	89.50	74.50	94.00	490.00	92.50
LMP	< 5	< 1500	6.5 – 8.5	< 500	-----	< 1000	0	0

Complementariamente, se tiene información de las características del agua del río Tabaconas, habiendo tomado muestras en el punto de ingreso de las aguas residuales y en el punto de captación de sus aguas por la población en estudio.

- Propuesta de mejora:
  - ❖ La localidad en estudio (Sector Pueblo Nuevo) debe tener abastecimiento de agua potable del actual sistema que abastece al centro poblado Churuyacu.
  - ❖ Por lo que la referida propuesta se plantea en Resultados y Discusión (Pág. 44 – 48).

### 5.2 RECOMENDACIONES

- Concientizar a las autoridades y pobladores de la localidad para que este documento sea analizado y realicen las gestiones correspondientes para que tengan un sistema de agua potable de calidad.

- Ejecutar la propuesta técnica brindada para disminuir la incidencia de enfermedades gastrointestinales, parasitarias, dérmicas respiratorias agudas, desnutrición, malaria, parásitos, dengue, etc.
- Mientras no se ejecute esta propuesta, la posta medica debe tomar acciones inherentes a evitar enfermedades hídricas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ✓ Diersing Nancy. 2009. Water Quality: Frequently Asked Questions.
- ✓ Angulo González Carlos. 2009. Derecho humano al agua potable.
- ✓ Cristian Frers. 2006. Problemas de las aguas contaminadas.
- ✓ Agüero Pittman Roger. 1997. Agua Potable para Poblaciones Rurales: Sistemas de Abastecimiento por Gravedad sin Tratamiento.
- ✓ Torres J. 2002. Caracterización Física, Química y Biológica del agua subterránea del Centro Poblado Menor El Milagro.
- ✓ [http://www.desenvolupamentsostenible.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=4521&Itemid=521&lang=es](http://www.desenvolupamentsostenible.org/index.php?option=com_content&view=article&id=4521&Itemid=521&lang=es).
- ✓ Organización Mundial de la Salud (OMS). 1995. Guías para la Calidad del Agua Potable.
- ✓ Rigola M. 1999. Tratamiento de Aguas Industriales.
- ✓ Cáceres O. 1990. Desinfección del Agua. Lima – Perú. p 345; p 85-89.
- ✓ Organización Panamericana de la Salud. 1987. Guías para la Calidad del agua potable. Volumen 2, criterios relativos a la salud y otra información base. Organización Mundial de la Salud, Publicación Científica N° 506. Washington D.C.
- ✓ Gomez M; Peña P; Vásquez, M. 1999. Determinación y diferenciación Escherichia Coli y Coliformes Totales usando un sustrato cromógeno. Laboratorio Central. Aquagest. Galicia, España.
- ✓ Vargas C. 1996. Control de la calidad del agua en la red de distribución. CEPIS. Lima Perú.
- ✓ Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2006. Reglamento Nacional de Edificaciones.

### Anexo A

A continuación, se presentan los certificados de los Análisis Físico – Químico y Bacteriológicos.



PERÚ

Ministerio  
de SaludSUB REGION DE  
SALUD JAEN

DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL



SOLICITANTE	CLEVER OMAR TORRES SUAREZ		
PROYECTO	"CONTAMINACION POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AGUA DE CONSUMO HUMANO DE LA POBLACION DEL CENTRO POBLADO CHURUYACU - SAN IGNACIO, 2016"	DISTRITO	TABACONAS
PUNTO DE MUESTREO		PROVINCIA	SAN IGNACIO
ORIGEN DE LA FUENTE	VERTIMIENTO DE AGUA RESIDUAL	DEPARTAMENTO	CAJAMARCA
NOMBRE DE LA FUENTE	.....	COORDENADAS UTM	.....
LOCALIDAD BENEFICIADA	C.P CHURUYACU	DISTRITO	TABACONAS
PROVINCIA	SAN IGNACIO	DEPARTAMENTO	CAJAMARCA
HORA DE MUESTREO	10:14 a.m.	HORA DE ANALISIS	15:30 p.m
FECHA DE MUESTREO	23/11/2016	FECHA DE ANALISIS	23/11/2016
MUESTREADO POR	CLEVER OMAR TORRES SUAREZ	ALTURA	.....

**ANALISIS FISICO - QUIMICO  
RESULTADOS**

Olor y Sabor	.....		
Temperatura		°C	
pH	8,24		
Turbidez	28,6		
Conductividad	494	uS a 20°C	
Dureza Total	139	mg/L	
Dureza Calcica	117	mg/L	
Solidos disueltos totales	326	ppm	

\*\*La muestra ha sido traída al laboratorio por los interesados.

  
**MINISTERIO DE SALUD**  
 GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA  
 DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA  
 SUB REGION DE SALUD JAEN  
**Blgo. Mario Machado Quiñonez Delgado**  
**LABORATORIO DESA**  
**C.B.P. N° 5386**





PERU

Ministerio de Salud

SUB REGION DE SALUD JAEN

Cajamarca

DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL

SOLICITANTE O PROGRAMA : CLEVER OMAR TORRES SUAREZ

ORIGEN DE LA FUENTE : .....  
NOMBRE DE LA FUENTE : .....

" CONTAMINACION POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AGUA DE CONSUMO HUMANO DE LA POBLACION DEL CENTRO POBLADO CHURUYACU - SAN IGNACIO , 2016"

PROYECTO : VERTIMIENTO DE AGUA RESIDUAL  
PUNTO DE MUESTREO : CHURUYACU  
LOCALIDAD : SAN IGNACIO  
PROVINCIA :  
MUESTREADO POR : CLEVER OMAR TORRES SUAREZ

DISTRITO: TABACONAS  
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA  
COORDENADAS:

ANALISIS BACTERIOLOGICO DEL AGUA  
METODO DE NUMERO MAS PROBABLE (NMP/100ml)

N° de la Muestra	NOMBRE DE LA FUENTE O PUNTO DE MUESTREO	Fecha y Hora de Muestreo		Volumen Filtrado	Fecha y hora de Analisis	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 ml)	Cloro
1	Muestra de Agua	23/11/2016	23/11/2016	100 ml.	15:30:00 p.m.	70000	14000	.....
		10:14:00 a.m.						

\*\*La muestra ha sido traída al laboratorio por los interesados.

MINISTERIO DE SALUD  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA  
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA  
LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL  
REGION DE SALUD JAEN

Bigo Mario Martínez Quiñonez Delgado  
LABORATORIO DESA  
C.B.F.P. N° 5386



PERU

Ministerio de Salud

SUB REGION DE SALUD JAEN

DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL



SOLICITANTE	CLEVER OMAR TORRES SUAREZ		
PROYECTO PUNTO DE MUESTREO	"CONTAMINACION POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AGUA DE CONSUMO HUMANO DE LA POBLACION DEL CENTRO POBLADO CHURUYACU - SAN IGNACIO, 2016" CAPTACION - RIO TABACONAS	DISTRITO	TABACONAS
		PROVINCIA	SAN IGNACIO
ORIGEN DE LA FUENTE	RIO TABACONAS	DEPARTAMENTO	CAJAMARCA
NOMBRE DE LA FUENTE	RIO TABACONAS	COORDENADAS UTM	..... .....
LOCALIDAD BENEFICIADA	C.P CHURUYACU	DISTRITO	TABACONAS
PROVINCIA	SAN IGNACIO	DEPARTAMENTO	CAJAMARCA
HORA DE MUESTREO	10:32 a.m.	HORA DE ANALISIS	15:30 p.m
FECHA DE MUESTREO	23/11/2016	FECHA DE ANALISIS	23/11/2016
MUESTREADO POR	CLEVER OMAR TORRES SUAREZ	ALTURA	.....

ANALISIS FISICO - QUIMICO  
RESULTADOS

Olor y Sabor	.....	
Temperatura	°C	
pH	7,14	
Turbidez	14,6	
Conductividad	199,4	uS a 20°C
Dureza Total	97	mg/L
Dureza Calcica	89	mg/L
Solidos disueltos totales	106	ppm

\*\*La muestra ha sido traída al laboratorio por los interesados.



MINISTERIO DE SALUD  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA  
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA  
SUB REGION DE SALUD JAEN  
GOBIERNO REGIONAL  
Cajamarca

Bigo Martín Quiñonez Delgado  
LABORATORIO DESA  
C.B.P. N° 5386

SOLICITANTE O PROGRAMA : CLEVER OMAR TORRES SUAREZ

ORIGEN DE LA FUENTE : RIO TABACONAS  
NOMBRE DE LA FUENTE : RIO TABACONAS

"CONTAMINACION POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
EN EL AGUA DE CONSUMO HUMANO DE LA POBLACION DEL  
CENTRO POBLADO CHURUYACU - SAN IGNACIO , 2016"

PROYECTO : CAPTACION  
PUNTO DE MUESTREO : CHURUYACU  
LOCALIDAD : SAN IGNACIO  
PROVINCIA :  
MUESTREADO POR : CLEVER OMAR TORRES SUAREZ

DISTRITO: TABACONAS  
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA  
COORDENADAS:

ANALISIS BACTERIOLOGICO DEL AGUA  
METODO DE FILTRACION DE MEMBRANA

Nº de la Muestra	NOMBRE DE LA FUENTE O PUNTO DE MUESTREO	Fecha y Hora de Muestreo	Volumen Filtrado	Fecha y hora de Analisis	Coliformes Totales (UFC/100 ml)	Coliformes Termotolerantes (UFC/100 ml)	Cloro
1	Muestra de Agua de Captacion.	23/11/2016 10:32:00 a.m.	100 ml.	23/11/2016 15:30:00 p.m.	930	260	.....

\*\*La muestra ha sido traída al laboratorio por los interesados.





PERU

Ministerio de Salud

SUB REGION DE SALUD JAEN

DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL



SOLICITANTE	CLEVER OMAR TORRES SUAREZ		
PROYECTO PUNTO DE MUESTREO	"CONTAMINACION POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AGUA DE CONSUMO HUMANO DE LA POBLACION DEL CENTRO POBLADO CHURUYACU - SAN IGNACIO , 2016" VIVIENDA - BALDE N° 01	DISTRITO	TABACONAS
		PROVINCIA	SAN IGNACIO
ORIGEN DE LA FUENTE	RIO TABACONAS	DEPARTAMENTO	CAJAMARCA
NOMBRE DE LA FUENTE	RIO TABACONAS	COORDENADAS UTM	..... .....
LOCALIDAD BENEFICIADA	C.P CHURUYACU	DISTRITO	TABACONAS
PROVINCIA	SAN IGNACIO	DEPARTAMENTO	CAJAMARCA
HORA DE MUESTREO	11:12 a.m.	HORA DE ANALISIS	15:30 p.m
FECHA DE MUESTREO	23/11/2016	FECHA DE ANALISIS	23/11/2016
MUESTREADO POR	CLEVER OMAR TORRES SUAREZ	ALTURA	.....

ANALISIS FISICO - QUIMICO  
RESULTADOS

Olor y Sabor	.....	
Temperatura	°C	
pH	7,36	
Turbidez	5,5	
Conductividad	184	uS a 20°C
Dureza Total	88	mg/L
Dureza Calcica	73	mg/L
Solidos disueltos totales	93	ppm

\*\*La muestra ha sido traída al laboratorio por los interesados.

  
 MINISTERIO DE SALUD  
 REGIONAL CAJAMARCA  
 DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL  
 SUB REGION DE SALUD JAEN  
 00100 P.O. Box  
 Cajamarca  
 Blgo. María Auxilio Quinonez Delgado  
 LABORATORIO DESA  
 C.B.P. N° 5386



SOLICITANTE O PROGRAMA : CLEVER OMAR TORRES SUAREZ  
 ORIGEN DE LA FUENTE : RIO TABACONAS  
 NOMBRE DE LA FUENTE : RIO TABACONAS  
 PROYECTO : "CONTAMINACION POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
 EN EL AGUA DE CONSUMO HUMANO DE LA POBLACION DEL  
 CENTRO POBLADO CHURUYACU - SAN IGNACIO , 2016"  
 PUNTO DE MUESTREO : VIVIENDA - BALDE N° 01  
 LOCALIDAD : CHURUYACU  
 PROVINCIA : SAN IGNACIO  
 MUESTREADO POR : CLEVER OMAR TORRES SUAREZ

DISTRITO: TABACONAS  
 DEPARTAMENTO: CAJAMARCA  
 COORDENADAS:

ANALISIS BACTERIOLOGICO DEL AGUA  
 METODO DE FILTRACION DE MEMBRANA

N° de la Muestra	NOMBRE DE LA FUENTE O PUNTO DE MUESTREO	Fecha y Hora de Muestreo	Volumen Filtrado	Fecha y hora de Analisis	Coliformes Totales (UFC/100 ml)	Coliformes Termotolerantes (UFC/100 ml)	Cloro
1	Muestra de Agua	23/11/2016 11:12:00 a.m.	100 ml.	23/11/2016 15:30:00 p.m.	520	96	.....

\*\*La muestra ha sido traída al laboratorio por los interesados.

MINISTERIO DE SALUD  
 GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA  
 DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA  
 SUB REGION DE SALUD JAEN  
 Big. Mario Marino Quinonez Delgado  
 LABORATORIO DESA  
 C.B.P. N° 9386



PERU

Ministerio de Salud

SUB REGION DE SALUD JAEN

DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL



SOLICITANTE	CLEVER OMAR TORRES SUAREZ		
PROYECTO	"CONTAMINACION POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AGUA DE CONSUMO HUMANO DE LA POBLACION DEL CENTRO POBLADO CHURUYACU - SAN IGNACIO, 2016"	DISTRITO	TABACONAS
PUNTO DE MUESTREO		PROVINCIA	SAN IGNACIO
ORIGEN DE LA FUENTE	VIVIENDA - BALDE N° 02	DEPARTAMENTO	CAJAMARCA
NOMBRE DE LA FUENTE	RIO TABACONAS	COORDENADAS UTM	.....
LOCALIDAD BENEFICIADA	RIO TABACONAS		.....
PROVINCIA	C.P CHURUYACU	DISTRITO	TABACONAS
HORA DE MUESTREO	SAN IGNACIO	DEPARTAMENTO	CAJAMARCA
FECHA DE MUESTREO	11:16 a.m.	HORA DE ANALISIS	15:30 p.m
MUESTREADO POR	23/11/2016	FECHA DE ANALISIS	23/11/2016
	CLEVER OMAR TORRES SUAREZ	ALTURA	.....

**ANALISIS FISICO - QUIMICO  
RESULTADOS**

Olor y Sabor	.....	
Temperatura		°C
pH	7,29	
Turbidez	6,16	
Conductividad	176,2	uS a 20°C
Dureza Total	91	mg/L
Dureza Calcica	76	mg/L
Solidos disueltos totales	95	ppm

\*\*La muestra ha sido traída al laboratorio por los interesados.



PERÚ

Ministerio de Salud

SUB REGION DE SALUD JAEN

DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL

SOLICITANTE O PROGRAMA : CLEVER OMAR TORRES SUAREZ

ORIGEN DE LA FUENTE :  
NOMBRE DE LA FUENTE :

"CONTAMINACION POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AGUA DE CONSUMO HUMANO DE LA POBLACION DEL CENTRO POBLADO CHURUYACU - SAN IGNACIO , 2016"

PROYECTO :  
PUNTO DE MUESTREO :  
LOCALIDAD :  
PROVINCIA :  
MUESTREADO POR :

DISTRITO: TABACONAS  
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA  
COORDENADAS:

VIVIENDA - BALDE N° 02  
CHURUYACU  
SAN IGNACIO  
CLEVER OMAR TORRES SUAREZ

ANALISIS BACTERIOLOGICO DEL AGUA  
METODO DE FILTRACION DE MEMBRANA

N° de la Muestra	NOMBRE DE LA FUENTE O PUNTO DE MUESTREO	Fecha y Hora de Muestreo	Volumen Filtrado	Fecha y hora de Analisis	Coliformes Totales (UFC/100 ml)	Coliformes Termotolerantes (UFC/100 ml)	Cloro
1	Muestra de Agua .	23/11/2016 11:16:00 a.m.	100 ml.	23/11/2016 15:30:00 p.m.	460	89	.....

\*\*La muestra ha sido traída al laboratorio por los interesados.

MINISTERIO DE SALUD  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA  
DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL  
SUB REGION DE SALUD JAEN

*[Signature]*  
Bigo Mario Urbino Quiñones Delgado  
LABORATORIO DESA  
C.B.P. N° 5386

## Anexo B

Seguido, se muestran los límites máximos permisibles establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

**Tabla 11. Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos**

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

UFC = Unidad formadora de colonias

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

**Tabla 12. Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organoléptica**

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

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

## Anexo C

A continuación, se presenta el Oficio emitido por el Jefe del Centro de Salud Churuyacu sobre Enfermedades Prevalentes por el Consumo de Agua.





CHURUYACU, 02 DE FEBRERO DEL 2017

**OFICIO N° 005 – GR.CAJ/DSRJ/RS.SI/CLAS.T/C.S.CH.**

**A : BACH. CIVIL CLEVER OMAR TORRES SUAREZ**

**ASUNTO : ENFERMEDADES PREVALENTES POR EL CONSUMO DE AGUA**

Yo **ROSMERY CARRANZA VALDIVIA**, Jefe del C.S. Churuyacu, es grato dirigirme a usted para expresarle mi afectuoso y cordial saludo y a la vez hacerle de conocimiento que las enfermedades más prevalentes a causa del agua no potable son las siguientes:

**AÑO 2012**

Infecciones intestinales.....	125
casos	
Fiebre tifoidea.....	233
casos	
Parasitosis intestinal.....	159
casos	

**AÑO 2013**

Infecciones intestinales.....	132
casos	
Fiebre tifoidea.....	248
casos	
Parasitosis intestinal.....	170
casos	

**AÑO 2014**

Infecciones intestinales.....	149
casos	
Fiebre tifoidea.....	262
casos	
Parasitosis intestinal.....	168
casos	

**AÑO 2015**



---

Infecciones intestinales.....	170
casos	
Fiebre tifoidea.....	264
casos	
Parasitosis intestinal.....	181
casos	
AÑO 2016	
Infecciones intestinales.....	167
casos	
Fiebre tifoidea.....	280
casos	
Parasitosis intestinal.....	230
casos	

Sin otro punto específico que informar, le reitero nuevamente mi afecto y consideración.

Atentamente

  
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA  
DIRECCION REGIONAL DE SALUD  
DIRECCION DE SALUD SAN IGNACIO  
A-CLAS TABACONAS  
Rosmary Carranza Valdivia  
OBSTETRA  
C/O P. 33546

## Anexo D

### Fotografías de la Visita a Campo



*Figura 18. Vista panorámica del Centro Poblado Churuyacu*



*Figura 19. Vista al Centro de Salud de Churuyacu*





**Figura 20. Estado actual de la Captación tipo barraje del Centro Poblado Churuyacu**



**Figura 21. Estado actual del Sedimentador del Centro Poblado Churuyacu**





*Figura 22. Estado actual del Reservorio del Centro Poblado Churuyacu*



*Figura 23. Estado actual del Tanque Imhoff del Centro Poblado Churuyacu*





**Figura 24. Vista donde se observa que las aguas residuales del Centro Poblado Churuyacu se descargan al Río Tabaconas**



**Figura 25. Vista donde se observa que la descarga de las aguas residuales sin ningún tratamiento**