



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
“SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO”**

---

**ESCUELA DE POSTGRADO**

**“ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO DEL  
RIO QUILLCAY CON FINES DE RIEGO DURANTE EL AÑO  
2014**

Tesis para optar el Grado de Maestro  
en Ciencias e Ingeniería  
Mención en Gestión Ambiental

**ALEJO TEODORO RAMIREZ BRAVO**

Asesor: Dr. JOSÉ RAMIREZ MALDONADO

Huaraz – Perú

2015

**Nº Registro : T0441**

## MIEMBROS DEL JURADO

*Magíster*      Teófanés Mejía Anaya      Presidente

-----

*Magíster*      Pedro Alejandro Colonia Cerna      Secretario

-----

*Doctor*      José del Carmen Ramírez Maldonado      Vocal

-----

**ASESOR**

*Doctor José del Carmen Ramírez Maldonado*

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo particularmente a la Escuela de Post Grado, por apoyarme durante mi perfeccionamiento de formación como Maestro en Educación con Mención en Gestión Ambiental, a Dios por haber permitido el logro de mis objetivos, también agradezco a mi hermana Maribel y ala Srta. Angélica por su apoyo incondicional.

A mi asesor

Agradezco al Dr. José Ramírez Maldonado por su orientación.

## **DEDICATORIA**

A la memoria de mis padres Eusebio y Paula, quienes sembraron en mi la inquietud y el amor al conocimiento y sobre todo el constante afán de superación.

A Melissa por su apoyo moral e incondicional

## INDICE

	Pagina
Resumen .....	ix
Abstract .....	x
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>01</b>
1.1. Justificación y viabilidad .....	02
1.2. Problema .....	04
1.3. Formulación del problema de investigación .....	05
1.4. Objetivos .....	05
1.5. Hipótesis .....	06
1.6. Variable .....	06
<b>II. MARCO TEORICO .....</b>	<b>07</b>
2.1 Antecedentes .....	07
2.1.1 Causas del contaminación del rio .....	07
2.1.2 Consecuencias de la contaminación .....	08
2.1.3 Sugerencias y/o recomendaciones para reducir la contaminación.....	08
2.1.4 Monitoreo para determinar contaminación del Río Vilcanota en Cusco.....	09
2.2. Bases teóricas .....	10
2.2.1. Contaminación del agua .....	11
2.2.2. Principales contaminantes de las aguas .....	12
2.2.3. Otra clase de agentes contaminadores del agua .....	13

2.2.4. Una categoría muy peligrosa es el sedimento suspendido .....	13
2.2.5. De dónde procede la contaminación del agua? .....	14
2.3. Marco legal de protección del agua de un río .....	14
2.3.1. Disponibilidad Hídrica de la Sub cuenca del río Quillcay .....	15
2.3.2. Río Quillcay .....	15
2.3.3. Hidrología local .....	15
2.4. Índices de calidad del agua .....	16
2.5. Definición de términos .....	17
<b>III. METODOLOGIA .....</b>	<b>19</b>
3.1 Tipo y Diseño de Investigación .....	19
3.2. Plan de Recolección de Datos .....	19
3.3. Aspectos generales del ámbito del estudio .....	20
3.4. Materiales .....	20
3.5. Selección de las muestras .....	20
3.6. Instrumentos de investigación .....	20
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>22</b>
<b>IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>26</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>39</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>42</b>
<b>VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA .....</b>	<b>44</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>46</b>

## RESUMEN

El Objetivo del presente trabajo de investigación, fue realizar el estudio de la calidad del agua del río Quillcay con fines de riego durante el año 2013 Huaraz. De acuerdo a los análisis realizados se aprecia lo siguiente: con relación al pH, se aprecia que durante la estación de invierno y de verano tienen un pH de neutralidad de 7, por lo tanto se encuentran entre el rango establecido por las normas peruanas de D.S N° 002-2009 MINAM donde establece un rango de 6.5 - 8.5pH. Quiere decir, que el pH del agua del río Quillcay cumple con las condiciones para ser utilizado como agua de riego de los cultivos. Con relación a la conductividad eléctrica de las aguas del río Quillcay analizadas durante la estación de verano, es alrededor de 240.84 uS. Cm, en tanto que el LMP es <2000 uS. Cm es decir el resultado encontrado no excede al LMP, estos resultados nos indican, que se pueden usar estas aguas para riego ya que no existe restricción para el desarrollo de la mayoría de los cultivos agrícolas. (F. Calderón-2002).

En el presente gráfico se observa que el resultado de la presencia de *E. coli*, es de 11000 y 14 000 respectivamente en muestra tomadas en invierno y verano. Estas cifras obtenidas son excesivamente mayor a lo establecido por MINAM, constituyendo por lo tanto agua de pésima calidad para riego debido a que pueden ocasionar una contaminación de las plantas e infección los animales y el hombre mismo.

**Palabras clave:** Análisis del agua de riego del Río Quillcay.

## ABSTRACT

The objective of this thesis research has involved the study of water quality of the river Quillcay for irrigation during the year 2013. According to the analysis performed the following can be seen: as the pH, it appreciates during the winter and summer have a neutral pH of 7, therefore are within the range established by Peruvian standards MINAM DS No. 002-2009 which establishes a range of 6.5 - 8.5pH. It means that the pH of the river water Quillcay meet the conditions to be used as irrigation water for cultivos. Con relation to the electrical conductivity of the river water Quillcay analyzed during the summer season is around 240.84 uS. Cm, while the LMP is <2000 uS. Cm is the result found does not exceed the LMP, these results indicate that this water can be used for irrigation since there is no restriction for the development of most crops. (F. Calderon, 2002).

In this graph it is seen that the result of the presence of E. coli is 11,000 and 14,000 respectively in sample taken in winter and summer. The figures obtained are excessively higher than that established by MINAM, constituting therefore poor quality water for irrigation because they can cause contamination and infection of plants animals and man himself.

**Keywords:** Analysis of irrigation water from the Rio Quillcay.

## I. INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los recursos más abundantes en el planeta tanto así que las  $\frac{3}{4}$  del mismo están cubiertas por agua, lo cual haría suponer que debido a este porcentaje este recurso sería prácticamente inagotable y por lo tanto accesible para todos los requerimientos de la humanidad, dado que debido al mismo ciclo de este se convierte en un recurso renovable, sin embargo no es menos cierto que de toda esta cantidad solo una pequeña parte puede ser aprovechada de manera directa para la especie humana, ya que tomando en cuenta la distribución de agua en el planeta podemos decir que del 100% del agua 98% corresponde a los océanos y mares, es decir agua salada, el 2% a aguas dulces y de este 2%, 1,6% corresponde a los polos, es decir que se encuentra congelada, 0,36% corresponde a las aguas subterráneas y, el restante, es decir 0,04% a aguas superficiales, tales como ríos, lagos, lagunas, entre otros.

Ante estas cifras cabe hacer una reflexión ya que si bien es cierta el agua es abundante, el ser humano solo cuenta con una ínfima parte para su subsistencia. Si a esto sumamos el despilfarro exagerado, la contaminación que sufren las aguas en general, la mala distribución del agua dulce en el planeta y el uso no sostenible del recurso no cabe la menor duda que a corto o mediano plazo el planeta tendrá conflictos y graves problemas en cuanto al acceso de este recurso, tanto así que en la actualidad hay países que ya están viviendo lo que se denomina el "estrés hídrico"

La problemática del recurso hídrico en nuestro medio se puede resumir en dos puntos:

Contaminación del agua: proviene del uso indiscriminado de agroquímicos químicos, aguas servidas, desechos sólidos, actividad minera y ganadera.

Aprovechamiento deficiente: existen elevadas pérdidas en los sistemas de conducción de agua para riego y mucho desperdicio en sistemas de agua potable.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, la presente tesis de investigación tiene como objetivo estudiar los elementos contaminantes que degradan la calidad del agua del río Quillcay con fines de riego durante el año 2014, una vez establecido las causas o elementos contaminantes, esto permitirá proponer medidas para reducir dicha contaminación de estas aguas sagradas.

### **1.1. JUSTIFICACION Y VIABILIDAD:**

El agua es fundamental para la vida, ya que sin ella simplemente no podría subsistir ningún ser vivo. No en vano, cualquier sociedad usa enormes cantidades de agua para la vida diaria, algo que demuestra la importancia que el agua tiene para la propia vida en sí. Los **recursos hídricos** y la cantidad de agua potable no son ilimitados, ya que se trata de un **recurso no renovable** y cuya recuperación consumiría una enorme e incontable cantidad de dinero y años de trabajo, sumado a que afecta no solo a la **calidad de vida** de los seres vivos, sino también a las distintas **actividades socioeconómicas**. **El presente trabajo de investigación pretende determinar el grado o nivel de contaminación del río en estudio, toda vez que se trata de** algo de vital importancia, no sólo para la protección del propio **medio ambiente**, sino de la fauna y de la vegetación que vive en ellos y estas pueden ser Productos químicos. Microorganismos. Aguas residuales. Residuos de metales como hierro, cobre, zinc, mercurio, plomo, arsénico y otras

sustancias sumamente tóxicas Esta contaminación ha empobrecido los suelos agrícolas, a tal punto que las tierras lucen desoladas y áridas, y estas materias contaminantes actúan perjudicando la calidad del agua, de manera que la hacen inútil para muchos de los usos que se llevan a cabo a día de hoy. También el estudio permitirá identificar las principales fuentes de contaminación como fundamentalmente, el agua se contamina por culpa de **la actividad humana**, ya que la población va creciendo cada año, necesitando más agua, más comida, más transporte, más vestimenta, más recursos y más espacio en el que vivir.

Por todo ello, se produce la emisión de gases tóxicos, la contaminación por desechos, metales y pesticidas; la descarga de desechos químicos. Además el estudio permitirá conocer establecer la consecuencia de la contaminación de los ríos .El daño a una **cuenca hídrica** suele relacionarse por la evidente **pérdida de la biodiversidad** en el ecosistema acuático determinado, afectando a la calidad de vida de los individuos allí residentes, e inclusive precipitando la muerte masiva de los mismos, en casos de **intoxicaciones agudas y consecuentemente daña a la salud del hombre y del las plantas y animales.**

Eso sin contar con algunos de los **principales contaminantes** de los ríos, tales como: agentes infecciosos que causan **trastornos gastrointestinales**; aguas residuales y otros residuos que tienden a demandar oxígeno; productos químicos y nutrientes vegetales. Y por último el estudio es viable porque después del análisis y contraste con los límites máximos y mínimos permisibles se establecerán el grado de contaminación de manera cualitativa y cuantitativa que es lo que espera

conocer la sociedad del entorno para transmitir a los políticos y tomadores de decisiones para su descontaminación parcial o total del río.

## **1.2. PROBLEMA**

Como se descrito anteriormente el problema de la contaminación del río en estudio puede originarse por diferentes medio o causas de tal forma que puede provenir de la población rural o puede originarse de la Población Urbana. En el primer caso la contaminación probablemente se realiza a través de la contaminación fecal producida a campo abierto y/o cuando los pobladores de estas zonas vierten las aguas servidas directamente al río; mientras que en el segundo, se puede realizar a través de acequias, ductos y desagües, y estas aguas a no ser tratadas sus componentes poseen un alto contenido de bacterias y, mayormente, contiene constituyentes orgánicos disueltos y sólidos como desechos de alimentos y desechos fecales. De manera que el principal problema en ambos casos estos vertimientos domésticos no reciben ningún tipo de tratamiento, lo que genera una disminución considerable en la calidad del agua del río y que, a su vez, resulta perjudicial para la salud de los consumidores del agua sean estas el hombre ,plantas agrícolas y a los animales domésticos por las aguas proveniente de este río este es el principal problema que se desea estudiar y conocer para establecer los mecanismos de solución de carácter técnico administrativo y legal.

## **1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

Cuáles serán las fuentes de contaminación, los principales elementos contaminantes, el grado o límites de contaminación, las consecuencias o daños que causan las aguas del río cuando se riegan los cultivos agrícolas al suelo y

consecuentemente hacen daño a la salud del hombre y a los animales que consumen directa o indirectamente estas aguas del río en estudio?

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo General**

Realizar el estudio de la calidad del agua de riego del río Quillcay con fines de riego durante el año 2014.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- ✓ Determinar los principales elementos que contaminan las aguas del río Quillcay con fines de riego durante el año 2014.
- ✓ Establecer la calidad del agua de riego del río Quillcay y comparar con los estándares Máximos y establecer sus daños y consecuencias.
- ✓ Establecer algunas alternativas de solución para minimizar la contaminación de las aguas de riego del río Quillcay.

## **1.5 HIPOTESIS:**

Hp. La calidad del agua de riego del río Quillcay se ve afectada por la presencia de elementos tóxicos que lo contaminan frecuentemente.

Ho. La calidad del agua de riego del río Quillcay no se ve afectada por la presencia de elementos tóxicos que lo contaminan frecuentemente.

## **1.6 VARIABLES**

### **X. Variable Independiente:**

Conformado por los elementos que contaminan el agua de riego del río Quillcay

## **Y. Variable Dependiente:**

Conformado por la calidad del agua de riego del Rio Quillcay.

## **II. MARCO TEORICO**

### **2.1 ANTECEDENTES:**

En la investigación realizada por los autores presentan un diagnostico sobre la contaminación del agua del río Turmero (Venezuela) , en el cual da a conocer los problemas causas y consecuencias de la contaminación que afecta este río y un estudio de su incidencia en la comunidad con el fin de buscarle posibles soluciones. Al finalizar el estudio acerca de lo que es la contaminación del río Turmero, llegaron a la conclusión de que este es un problema que tiene soluciones, que si todos ponemos de nuestra parte, a mediados o a largo plazo se pueden sanear, porque realmente necesitamos recuperar lo que antes era un recurso que favorecía la sociedad y ahora se ha convertido en un verdadero problema para la misma, esperamos y aspiramos que estas sugerencias que se han expuesto no queden en el vacío, sino que sean consideradas y a la vez aceptadas. Braulio Francisco Morillo (2010).

#### **2.1.1 Causas del Contaminación del Rio**

Las principales causas son: El exceso de basura que en sus alrededores se encuentran. El descuido de las autoridades con respecto a estas zonas. La inconsciencia de las personas que arrojan desperdicios en su rivera y sus alrededores. La extracción desmesurada de arena del río, por personas inconscientes que solo buscan un bien personal, sin saber que esto produciría un mal que nos afecte a todos. La tala de árboles en los alrededores del mismo. Los

alcantarillados que desembocan en las riveras de su caudal. Braulio Francisco Morillo (2010).

### **2.1.2 Consecuencias de la Contaminación:**

La contaminación del río ha generado diversos males en los últimos años que afectan esta comunidad y otras zonas que este irriga. Las enfermedades respiratorias, plagas y mal olor son consecuencias del descuido y contaminación a que ha sido sometido el río. El desaprovechamiento de sus caudales ya que estos se encuentran contaminados convirtiéndose de una fuente de agua potable a una cañada de aguas negras. Muerte y extinción de especies acuáticas que habitan en las riveras y dentro del río como son diferentes tipos de peces. La contaminación del suelo ya que sus alrededores están erosionados lo que hace que sus limitadas aguas arrastren los desechos que en este se arrojan los cuales van a tener al lago de Valencia que es donde vierte todos sus contaminantes contribuyendo con el desequilibrio ambiental de este ecosistema. Braulio Francisco Morillo (2010)

### **2.1.3 Sugerencias y/o Recomendaciones Para Reducir la Contaminación**

Que se hagan operativos de limpieza en todo el río, en el cual se extraigan todos los desperdicios sólidos que se encuentran dentro y en sus alrededores. Que se concienticen a las personas residentes en las zonas aledañas al mismo, de una forma más personalizada, por medio de charlas y/o visitas personalizadas. Que se hagan operativos de repoblación de árboles en toda su rivera. Que se cumplan y se hagan cumplir las normas y leyes que ya se han dictado a favor de la protección del medio ambiente. Braulio Francisco Morillo (2010).

#### **2.1.4 Monitoreo para determinar contaminación del Río Vilcanota en Cusco.**

La Autoridad Nacional del Agua (ANA) y la Gerencia de Recursos Naturales del Gobierno Regional de Cusco (GRC) realizarán el estudio para saber cuál es la situación del río Vilcanota a causa de la contaminación. El diagnóstico a lo largo de 259 kilómetros aproximadamente tendrá un costo de **118 millones de soles**. La ANA estará a cargo de la evaluación de los niveles de contaminación, presencia de metales pesados, entre otros, en 20 puntos de monitoreo, y Gerencia de Recursos Naturales en 48 puntos desde la Raya (provincia de Canchis) hasta Palma Real en la provincia de La Convención.

El trabajo consiste en la evaluación de la calidad de agua del río Vilcanota en cada punto de muestreo. Confirmó que el diagnóstico estará terminado a fin de año del 2013 para empezar la segunda fase del Plan de Monitoreo con la elaboración del expediente técnico para la ejecución de proyectos de descontaminación del caudal, obras de defensa ribereña, descolmatación del cauce y proyectos de tratamiento de residuos sólidos y aguas residuales (desagüe). Diario la Republica (Nov-2012).

**Decreto Supremo n° - 2009- MINAM aprueba los límites máximos permisibles (LMP) de efluentes y residuos sólidos**

#### **Artículo 1° - Del Objeto y Ámbito de Aplicación**

Establecer los Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de infraestructuras de residuos sólidos con el objetivo de mitigar los efectos negativos en el ambiente, particularmente la contaminación de los ríos y otros cuerpos de agua, así como los riesgos a la salud de la población. El presente

Decreto Supremo es aplicable para todas las infraestructuras de residuos sólidos que se desarrollen en el territorio nacional.

## **2.2 BASES TEÓRICAS.**

Buenos índices para medir la contaminación por desechos orgánicos son la cantidad de oxígeno disuelto, OD, en agua, o la DBO (Demanda Biológica de oxígeno). Nutrientes Vegetales Inorgánicos. Nitratos y fosfatos son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para su desarrollo, pero si se encuentran en cantidad excesiva inducen el crecimiento desproporcionado y con posibilidades de asimilar en exceso estos elementos.

- Sustancias Químicas Inorgánicas: sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo. Sedimentos Y Materiales Suspendidos. Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas, son, la mayor fuente de contaminación del agua. La OMS recomienda que en el agua para beber haya 0 colonias. Mosquera Karla (2011)

### **2.2.1 Contaminación del agua**

Se entiende por contaminación del medio hídrico o contaminación del agua a la acción o al efecto de introducir materiales o inducir condiciones sobre el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación a sus usos posteriores o sus servicios ambientales. De la totalidad de agua, 97% es salada, y 3% agua dulce. Del total de agua dulce, el 79% corresponde a hielos/glaciares, 20% agua subterránea, y 1% a agua de fácil acceso.

Del agua superficial de fácil acceso, el 52% corresponde a lagos, 38% humedad AMB, 8% vapor atm, 1% humedad seres vivos, 1% ríos. Entonces, tan solo un 0,03% de la cantidad total de agua del planeta es explotable con fines de su utilización efectiva por el ser humano.

La cantidad que hay en el mundo de agua es de 1.400 millones de km<sup>3</sup>, potable es el 0,03%

El caudal de todos los ríos es de 1.000.000 m<sup>3</sup>/seg. Esto lo multiplicamos x 60 minutos, x 60 hora, x 24 día luego esto lo dividimos por todas las personas que hay en el mundo eso nos da 27m<sup>3</sup>/hab por día.

Estos 27 metros cúbicos de agua por habitante y por día corresponden al caso ideal de que toda esa agua se pueda repartir, y que esté limpia. En la práctica los ríos tienen contaminantes provenientes de los asentamientos poblacionales, de algunas industrias, y de causas naturales, por ejemplo materia orgánica en putrefacción proveniente de los bosques. YESSITEO .R (2011, 06).

### **2.2.2 Principales contaminantes de las aguas**

Existen varias clases de agentes contaminantes del agua.

Los primeros son agentes causantes de enfermedad. Éstos son bacterias, virus, protozoos y los gusanos parásitos que se incorporan desde los sistemas de aguas residuales y las aguas residuales sin tratar.

Una segunda categoría de agentes contaminantes del agua son los agentes consumidores de oxígeno; residuos que se pueden descomponer por las bacterias consumidoras de oxígeno. Cuando las poblaciones de bacterias son grandes la descomposición de los residuos tiene lugar y se consume mucho oxígeno pudiendo agotar el oxígeno disuelto en el agua. Esto puede ser la causa de que otros organismos que usan como vehículo al agua para nutrirse e incluso en las que viven en el agua, tales como los peces, mueran.

Una tercera clase de agentes contaminantes del agua son los contaminantes inorgánicos solubles en agua, tales como ácidos, sales y metales tóxicos. Grandes cantidades de estos compuestos harán el agua inapropiada para beber y pueden causar la muerte de la vida acuática

### **2.2.3 Otra clase de agentes contaminadores del agua**

Son los nutrientes; los nitratos y los fosfatos solubles en agua que causan el crecimiento excesivo de las algas y de otras plantas acuáticas, que agotan la fuente de oxígeno del agua. Esto mata a peces y, cuando esta se encuentra en agua de riego como los nitratos estos son asimiladas por las plantas resultando perjudicial al momento que consume el hombre, puede afectar, sobre todo a los infantes siendo el origen de la formación de los niños azules.

El agua se puede también contaminar por compuestos orgánicos tales como aceite, plásticos y pesticidas, que son dañinos para los seres humanos y para las plantas y animales acuáticos.

#### **2.2.4 Una categoría muy peligrosa es el sedimento suspendido.**

Porque causa una disminución en la absorción de la luz por el agua y las partículas separan compuestos peligrosos tales como pesticidas a través del agua.

Finalmente, los compuestos radiactivos solubles en el agua pueden causar cáncer, defectos de nacimiento y daño genético siendo por tanto agentes contaminantes muy peligrosos del agua.

#### **2.2.5 De dónde procede la contaminación del agua?**

La contaminación del agua es causada generalmente por actividades humanas.

Diversas fuentes humanas añaden agentes contaminantes al agua. Hay dos clases de fuentes, fuentes puntuales y fuentes difusas. Las fuentes puntuales descargan agentes contaminantes en localizaciones específicas a través de tuberías o de alcantarillas en el agua superficial

### **2.3 MARCO LEGAL DE PROTECCIÓN DEL AGUA DE UN RÍO**

El artículo 22° de la Ley de Aguas señala lo siguiente: “Está prohibido verter o emitir cualquier residuo, sólido, líquido o gaseoso que pueda contaminar las aguas, causando daños o poniendo en peligro la salud humana o el normal desarrollo de la flora o fauna o comprometiendo su empleo para otros usos”. Además, el artículo 122° de la Ley de Aguas señala que la persona que contamina

las aguas superficiales o subterráneas, con daño para la salud humana, la colectividad o la flora o fauna, infringiendo alguna de las disposiciones pertinentes de la presente ley o a las que, para evitar la contaminación, hubiera dictado la Autoridad competente, será sancionado de acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 274° del Código Penal. En este artículo se señala que la persona se encuentra en la obligación de reparar los daños y perjuicios ocasionados. Se sabe que existe esta ley, pero es mínima la importancia que se le da. Quispe Azcurra, Cecilia Beatriz (2003)

### **2.3.1 Disponibilidad Hídrica de la Sub cuenca del rio Quillcay**

Las aguas del rio Quillcay son consideradas como agua dulce que son generadas por el flujo sub-superficial del agua de lluvia y que emergen principalmente en las zonas altas del micro cuencas. Estas vertientes son usadas como fuentes de agua potable por casi todas las comunidades de la región. A pesar del mal manejo de las aguas de la zona, la mayoría de los manantiales de la región probablemente tienen aguas de buena calidad físico-química. De ahí se puede inferir que los acuíferos subterráneos que dan origen a esos manantiales también tienen aguas de buena calidad. Con excepción puede haber manantiales con salinidad o alcaparrosas. INRENA (1998).

### **2.3.2 Río Quillcay**

Origen: Se origina al confluir los ríos Auqui y Quillcay, en el extremo norte de la ciudad y desemboca en el río Santa. Longitud: Aproximadamente 3 km.  
Ubicación: Cruza la ciudad de Huaraz de este a oeste. Fabiana Ayub (Argentina) y James Montoro (Perú) (1999)

### **2.3.3 Hidrología local**

Precipitaciones y escorrentía superficial. En las partes altas de la Cordillera Blanca, sobre los 4500 msnm, la precipitación anual varía y en la estación meteorológica de la ciudad de Huaraz se ha registrado una precipitación media.

Anual de 661.6 mm. El río Quillcay drena al río Santa, y en su abanico deyectivo se ubica la ciudad de Huaraz. BONNOT .D. (1984).

## **2.4 INDICES DE CALIDAD DEL AGUA**

Debido a la cantidad de parámetros que participan en el diagnóstico de la calidad del agua y a lo complejo que éste puede llegar a ser, se han diseñado índices para sintetizar la información proporcionada por esos parámetros. Los índices tienen el valor de permitir la comparación de la calidad en diferentes lugares y momentos, y de facilitar la valoración de los vertidos contaminantes y de los procesos de autodepuración.

Los primeros índices de calidad se aplicaron en los Estados Unidos en 1972. Constan de los valores de diferentes parámetros preseleccionados a los que se aplica un “peso” o importancia relativa en el total del índice.

El valor del ICA que arroja la contaminación es un número entre 0 y 100 que califica la calidad del agua, a partir del cual y en función del uso permite estimar el nivel de contaminación.

Dinius .R. (1987) Define 6 rangos de estado de calidad del agua:  
(E) Excelente.

### **Aceptable**

(LC) Levemente

### **Contaminada**

(FC) Fuertemente contaminada

(EC) Excesivamente contaminada

En función de esta clasificación se establecen los criterios dependiendo del uso al que se destine el agua, mostrados a continuación.

Uso en el agua potable

90-100 E no requiere purificación para consumo.

80 – 90 A purificación menor requerida.

70-80 LC dudoso su consumo sin purificación

50-70 C tratamiento potabilizador necesario

40-50 FC dudoso su consumo

0-40 EC.

Fuente. ZEOANEZ .M. (1999)

## **2.5 DEFINICIÓN DE TERMINOS**

### **Río**

Corriente de agua natural, perenne o intermitente, que desemboca a otras corrientes, Embalses naturales o artificiales, lagos, lagunas o al mar.

### **Toxicidad**

Se considera tóxica a una sustancia o materia cuando debido a su cantidad, concentración o características físico, químicas o infecciosas presenta el potencial de Causar o contribuir de modo significativo al aumento de la mortalidad, al aumento

De enfermedades graves de carácter irreversible o a las incapacitaciones reversibles.

Que presente un riesgo para la salud humana o para el ambiente al ser tratados, almacenados, transportados o eliminados de forma inadecuada.

Que presente un riesgo cuando un organismo vivo se expone o está en contacto, con la sustancia tóxica.

### **Toxicidad en agua**

Es la propiedad de una sustancia, elemento o compuesto, de causar efecto letal u otro.

Efecto nocivo en 4 días a los organismos utilizados para el bioensayo acuático.

### **Toxicidad crónica**

Es la habilidad de una sustancia o mezcla de sustancias de causar efectos dañinos en Un período extenso, usualmente después de exposiciones continuas o repetidas.

### III. METODOLOGIA

#### 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

La investigación es no experimental descriptivo, explicativo y de corte transversal (Debold B. Van Dalen.1, 997).

Se indica que el método utilizado será: Muestreo del, agua, análisis, interpretación, y comparación de los resultados con los indicadores mínimos y máximos permisibles de los elementos contaminantes del cuerpo de agua.

La presente investigación es de tipo **no experimental**, descriptivo y explicativo.

#### 3.2. LUGAR DONDE SE EJECUTARA EL PROYECTO:

Universo	:	Micro cuenca del rio Quillcay
Muestra	:	Muestras de, agua, suelo y planta
Provincia	:	Huaraz
Distrito	:	Huaraz
Localidad	:	Huaraz.
Altitud	:	3 200 m. s. n. m.

#### 3.3. ASPECTOS GENERALES DEL AMBITO DEL ESTUDIO

El ámbito donde se ha desarrollado el proyecto es la Micro cuenca del rio Quillcay.

### 3.4. **MATERIALES:**

- Muestras de agua de 4 estaciones
- Plano de Ubicación
- Recolector de muestra compuesta (balde de 15 lt.).
- Envases de muestreo.
- Colectores (conservadores).
- Materiales de escritorio.
- Materiales fotográficos.
- Laboratorio
- Resultados de las muestras
- Interpretación de los análisis de aguas y plantas

### 3.5. **SELECCIÓN DE LA MUESTRA:**

Se han tomado las muestras en cuatro **estaciones**, de la zona de estudio tal como se muestra en los anexos respectivos

### 3.6. **INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN:**

- Observación.
- Descripción.
- Análisis. (Ver la tabla de recolección de datos en el anexo)

#### 3.6.1. **Procedimiento para muestreo de aguas:**

Este proceso comprende las siguientes etapas:

- a) **Etapa de recolección de muestras.**- Esta etapa ha comprendido el muestreo y análisis de las muestras de agua, en cada una de las estaciones de muestreo.

### **3.6.2. Análisis de agua ,suelo y planta:**

El análisis del agua se realizó en el Laboratorio de Calidad Ambiental, de la Facultad de Ciencias del Ambiente, de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayólo"

#### IV. RESULTADOS

**Cuadro N° 01:** Resultados de las características físico químico y Micro biológico de los principales elementos que contaminan las aguas del río Quillcay- Estación de Invierno distrito de independencia- provincia de Huaraz.

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODOS	LÍMITE DE DETECCIÓN DEL EQUIPO	ESTACION DE INVIERNO	LMP	EXCESO
<b>SERVICIOS DE MUESTREO Y MEDICION EN CAMPO</b>						
pH (en campo)	Unid. pH	APHA 4500-H B-Versión 2012 (*)		7,02	6,5 -8,5	1,48
<b>ANALISIS FISICOQUIMICOS</b>						
Conductividad	uS. Cm	APHA 250 B Version 2012		133,8	<2000	1865,2
<b>ANALISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO</b>						
Demanda bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B (*)	1	1	15	14
Oxígeno Disuelto (en laboratorio)	mg/l	APHA 4500-O G (*)	0,01	3,7	≥4	0,3
<b>ANALISIS DE NUTRIENTES</b>						
Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub>	Nitrospectral (*)	1,0	< 1,0	10	9
<b>METALES TOTALES</b>						
Arsénico total	mg/l As	Plata DDTC (*)	0,05	< 0,050	0,05	0,001
Mercurio Total	mg/l Hg	Cétone de Michler (*)	0,025	< 0.025	0,001	-0,023
Plomo Total	mg/l Pb	PAR (*)	0,01	0,13	0,05	-0,08
<b>INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLOGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS</b>						
Coliformes totales	NMP/100 ml	APHA 9221 B (*)	< 2	24000	5000	-19000
Escherichia coll	NMP/100 ml	APHA 9225 A (*)	< 2	11000	100	-10900

Fuente Laboratorio de Calidad Ambiental –FCAM-UNASM-Informe AGG 140235-MAR-2014.

El hombre moderno ha cambiado el color cristalino radiante a borroso marrón. Accidentalmente o a propósito, ha arrojado toneladas de residuos. Por ejemplo con el lavado de ropa las amas de casa solo han logrado, llenar de espuma con detergente de fosfatos. Con desechos químicos y entre otros productos de agroquímicas, derrame de combustibles, grasas aceites el hombre ha contaminado las aguas y ha matado cientos de especies de flora y fauna y tal vez el que algunos de ellos se desarrollen desproporcionadamente, provocando un desequilibrio ecológico en muchos casos.

El agua es el medio de vida para muchas especies, si su composición se ve alterada entonces los organismos animales y vegetales sufren cambios en sus metabolismos.

Los océanos del mundo están enfermos por la contaminación, han encontrado muchas veces peces muertos, envenenados por cadmio, peces infectados por mercurio, DDT, y otros venenos fabricados por el hombre, esta es una de las muchas causas que nos han dejado los avances tecnológicos.

El resultado del análisis hecho por los técnicos industriales detectó varios agentes contaminantes que tienen su origen en las aguas usadas, entre los que se encuentran materias orgánicas biodegradables (grasa, proteínas, glúcidos y ciertos detergentes).

Los técnicos indican que los jabones y productos de limpieza contienen un porcentaje importante de sales inorgánicas muchas de las cuales también poseen varios componentes químicos con efecto contaminante.

Están incluidos igualmente los compuestos provenientes de la alimentación y que son eliminados por el organismo como el amonio, nitratos, fosfatos y otros. Es así que en

los resultados obtenidos se observa que en los datos del análisis de verano son mayores con relación a los datos de invierno así por ejemplo la conductividad eléctrica (en laboratorio) es alrededor de 240.84 uS. Cm de muestra, en el caso del mercurio Total es alrededor de 0.075 mg/l Hg (es decir mayor al 0,001 LMP), estas características y entre las restantes constituyen una amenaza potencial de contaminación de las aguas en estudio y que sin duda son factores que determinan su calidad y la eliminación de la flora y fauna natural de los ríos y que además son un peligro en el uso como aguas de riego.

En los análisis de las aguas del río Quillcay realizadas a nivel de laboratorio se han obtenido los siguientes resultados.

**Cuadro N° 02:** Resultados de las características físico químico y Micro biológico de las aguas del río Quillcay- Estación de verano distrito de independencia- provincia de Huaraz.

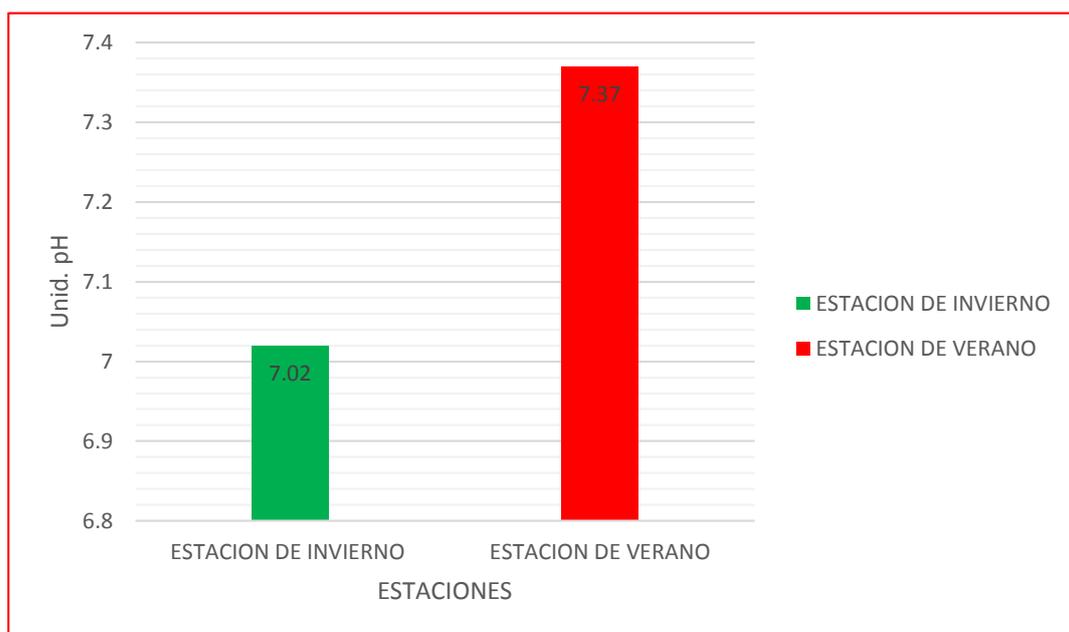
PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODOS	LÍMITE DE DETECCIÓN DEL EQUIPO	ESTACION DE VERANO	LMP	EXCESO
<b>SERVICIOS DE MUESTREO Y MEDICION EN CAMPO</b>						
pH (en campo)	Unid. pH	APHA 4500-H B-Versión 2012 (*)		7,37	6,5 - 8,5	0,49
<b>ANALISIS FISICOQUIMICOS</b>						
Conductividad	uS. Cm	APHA 250 B Versión 2012		240.84	<2000	1759,16
<b>ANALISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO</b>						
Demanda bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B (*)	1	3	15	13
Oxígeno Disuelto (en laboratorio)	mg/l	APHA 4500-O G (*)	0,01	4,83	4	-0,83
<b>ANALISIS DE NUTRIENTES</b>						
Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub>	Nitrospectral (*)	1,0	< 4	10	6,01
<b>METALES TOTALES</b>						
Arsénico total	mg/l As	Plata DDTc (*)	0,05	< 0.080	0,05	-0,03
Mercurio Total	mg/l Hg	Cétone de Michler (*)	0,025	< 0.075	0,001	-0,074
Plomo Total	mg/l Pb	PAR (*)	0,01	0,15	0,05	-0,1
<b>INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLOGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS</b>						
Coliformes totales	NMP/100 ml	APHA 9221 B (*)	< 2	27000	5000	22000
Escherichia coll	NMP/100 ml	APHA 9225 A (*)	< 2	14000	100	13900

Fuente Laboratorio de Calidad Ambiental –FCAM-UNASM-Informe AG 201321-JUN-2014.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. EVALUACION DEL ANALISIS DE pH EN EL AGUA

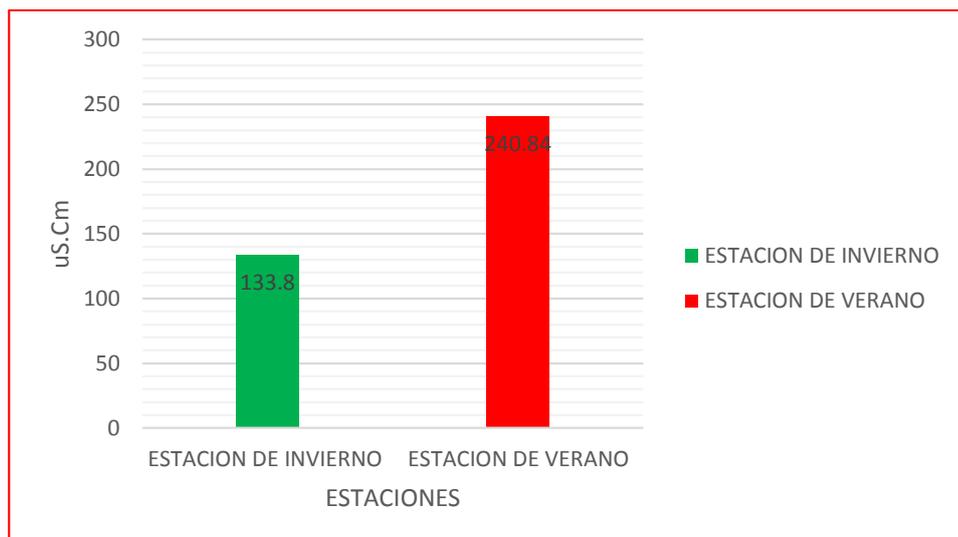
El pH manejable para el desarrollo de las plantaciones agrícolas, puede ser o estar en un rango de 6.5 a 8.5



**Figura N° 01:** Análisis del pH del río Quillcay registrado en estaciones de invierno y verano.

Con relación al pH, se aprecia en la presente figura, que el resultado de la estación de invierno y de verano tienen un acercamiento a un pH de neutralidad de 7, además se encuentran entre el rango establecido por las normas peruanas de decreto supremo N° 002-2009 MINAM donde establece un rango de 6.5 -8.5pH. Quiere decir, que el pH del agua del río Quillcay cumple en cierta medida con las condiciones para ser utilizado como agua de riego de los vegetales.

## 5.2. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA EN EL AGUA

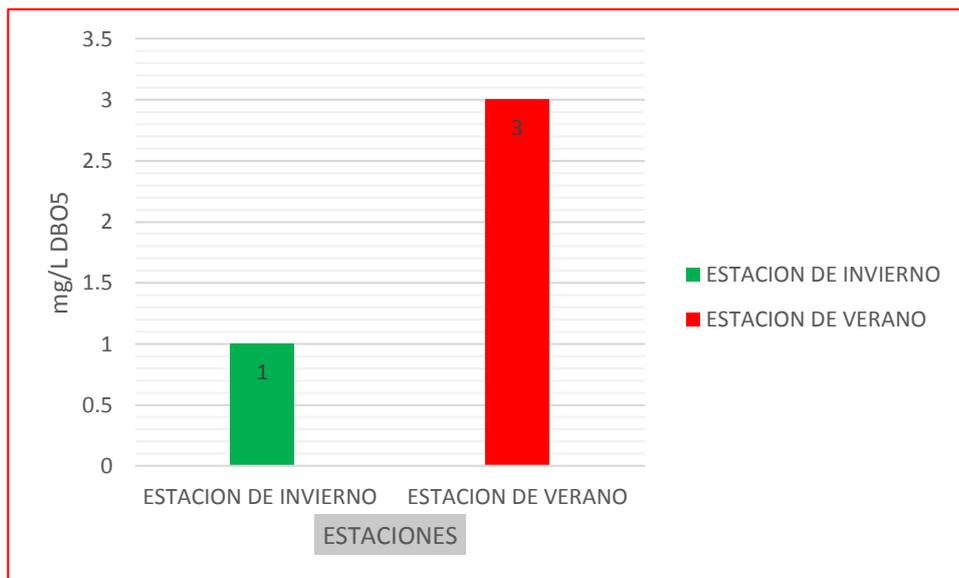


**Figura N° 02:** Análisis de la conductividad eléctrica del río Quillcay en estaciones de invierno y verano.

De la presente figura se desprende que en el resultado de las muestras de estación de invierno y verano no exceden el LMP establecido por MINAM, los cuales nos indican, que no existe restricción para el desarrollo de la mayoría de los cultivos agrícolas.

No es demás indicar que la conductividad eléctrica de un medio, se define como la capacidad que tienen el medio (que por lo general contiene las sales inorgánicas en solución o electrolitos) para conducir la corriente eléctrica. El agua pura, prácticamente no conduce la corriente, sin embargo el agua con sales disueltas conduce la corriente eléctrica. Los iones cargados positiva y negativamente son los que conducen la corriente, y la cantidad conducida dependerá del número de iones presentes y de su movilidad. En la mayoría de las soluciones acuosas, entre mayor sea la cantidad de sales disueltas, mayor será la conductividad. (F. Calderón-2002).

### 5.3. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO EN EL AGUA.

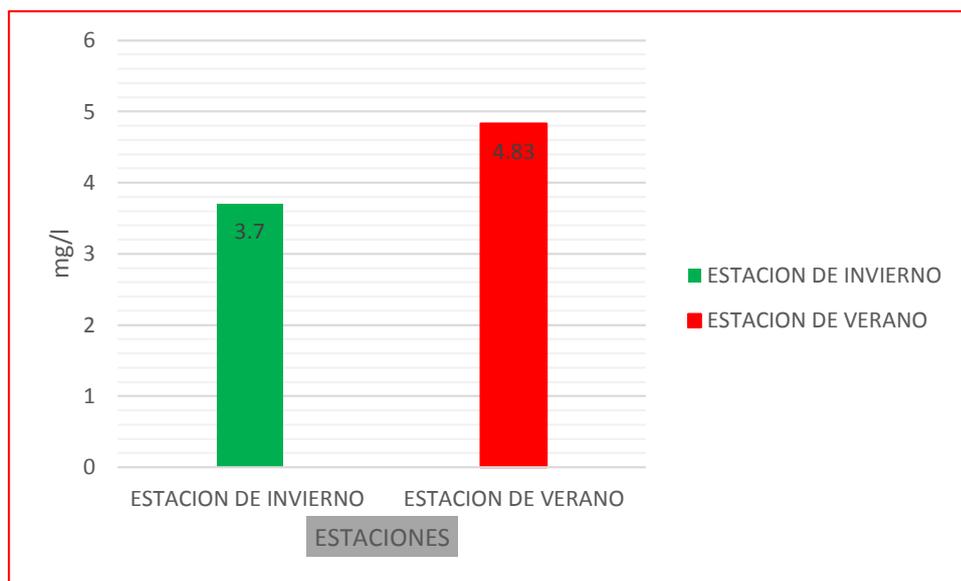


**Figura N° 3:** Análisis de la Demanda bioquímica de oxígeno del río Quillcay en estaciones de Invierno y Verano.

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es una prueba usada para la determinación de los requerimientos de oxígeno para la degradación bioquímica de la materia orgánica en las aguas; su aplicación permite calcular los efectos de las descargas de los efluentes domésticos e industriales sobre la calidad de las aguas de los cuerpos receptores. Los datos de la prueba de la DBO se utilizan principalmente en ingeniería para diseñar las plantas de tratamiento de las aguas contaminadas.

El rango del límite de la Demanda bioquímica de oxígeno está 15 mg BOD/L, si se tiene en cuenta que el resultado del análisis de la muestra en estación de invierno y verano está entre 1 y 3 mg/L/DBO, entonces es un tipo de agua con una disponibilidad de oxígeno aceptable para el riego. Cabe indicar que si los valores serían superior a 15mg DBO/L se considera una agua con posibilidades del crecimiento [microbiano](#); puede generar crecimiento bacteriano en los sistemas de distribución y deposición (bio-fouling) siendo por lo tanto una agua de mala calidad tanto para el agua de riego y menos para consumo humano.

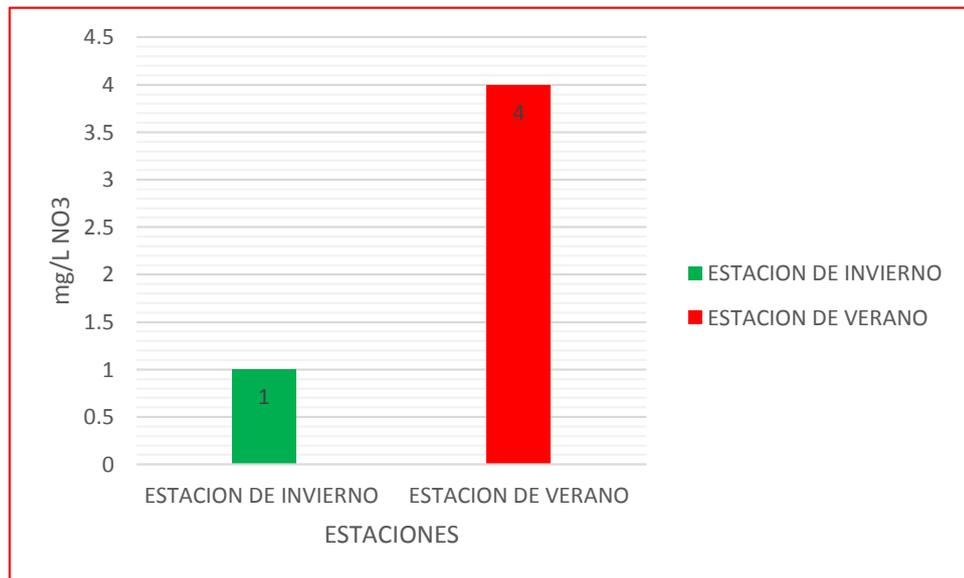
#### 5.4. OXIGENO DISUELTO EN EL AGUA.



**Figura N° 4.** Oxígeno disuelto (en laboratorio) del río Quillcay en estaciones de invierno y verano.

De la presente figura se desprende que en el resultado de análisis relacionado al contenido de oxígeno en las estaciones de invierno y verano, arroja 3.7 mg/L y 4.83 respectivamente, siendo en invierno cifra inferior a los establecido por MINAM, lo cual nos indica que el agua se puede utilizar para riego con ciertas restricciones; en cambio en verano la cifra es superior al máximo permisible establecido por MINAG, que nos indica que el agua es apta para riego de vegetales.

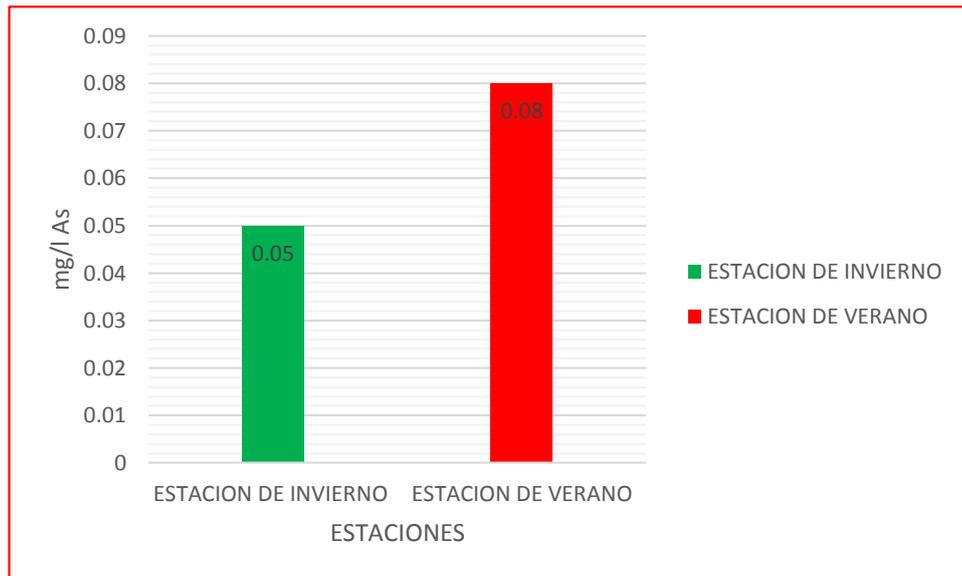
## 5.5. RESULTADOS DE NITRATOS EN EL AGUA



**Figura N° 5:** Análisis de nitratos en el río Quillcay en estaciones de invierno y verano.

La figura 5 muestra la concentración de nitratos presentes en las estaciones de invierno y verano, muestreadas en el río Quillcay. Estos resultados obtenidos muestran que la presencia de nitratos en las dos estaciones son menores que 1 mg/L, el cual nos indica que la presencia de este compuesto va a ser igual para las dos estaciones de muestra que se realizaron. Este resultado significa que no existe riesgo de contaminación ambiental por nitratos (NO<sub>3</sub>), toda vez que los resultados obtenidos son inferiores a 40 mg/lt de agua de riego de nitratos, indicador máximo establecido por la OMS.

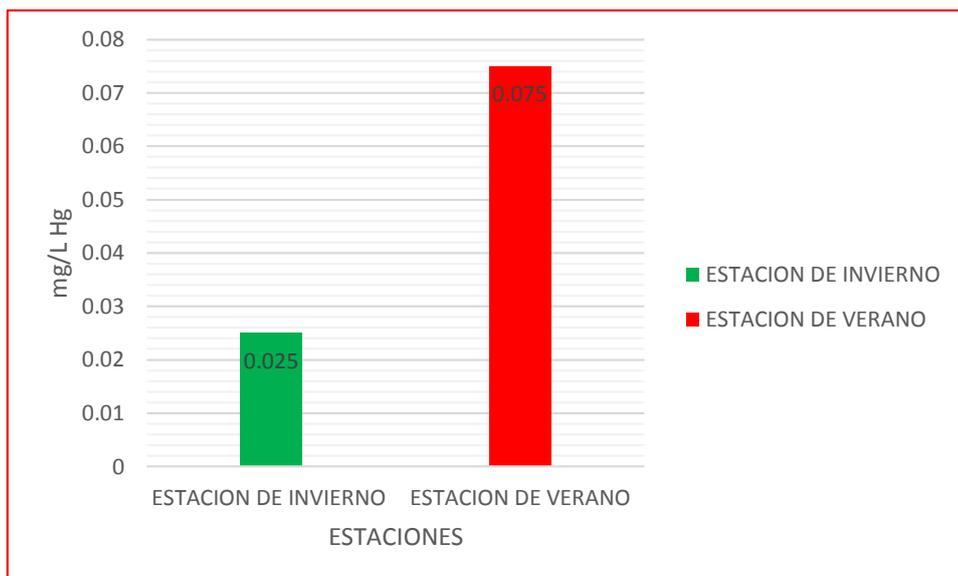
## 5.6. RESULTADOS DEL ARSÉNICO TOTAL EN EL AGUA



**Figura N° 6:** Análisis de Arsénico total en el río Quillcay en estaciones de invierno y verano

En el gráfico N° 06 se observa la concentración del arsénico total en las estaciones muestrales de invierno y verano, 0.05 mg/L As y 0.08 mg/L respectivamente. Donde la concentración de As en invierno se encuentra en el límite máximo permisible, mientras en verano la concentración de As es mayor al LMP establecido por MINAM. Lo cual nos indica que en invierno el agua es apta para el riego de vegetales y en verano la concentración de As es mucho mayor, en este caso se debe realizar un monitoreo en la concentración o contenido de este elemento en los tejidos meristematicos de la planta con fines de evitar posibles efectos negativos en las plantas, animales y el hombre es decir se debe regar con esta agua pero con ciertas restricciones de control de la calidad de agua de riego.

## 5.7. RESULTADOS DEL MERCURIO TOTAL EN EL AGUA

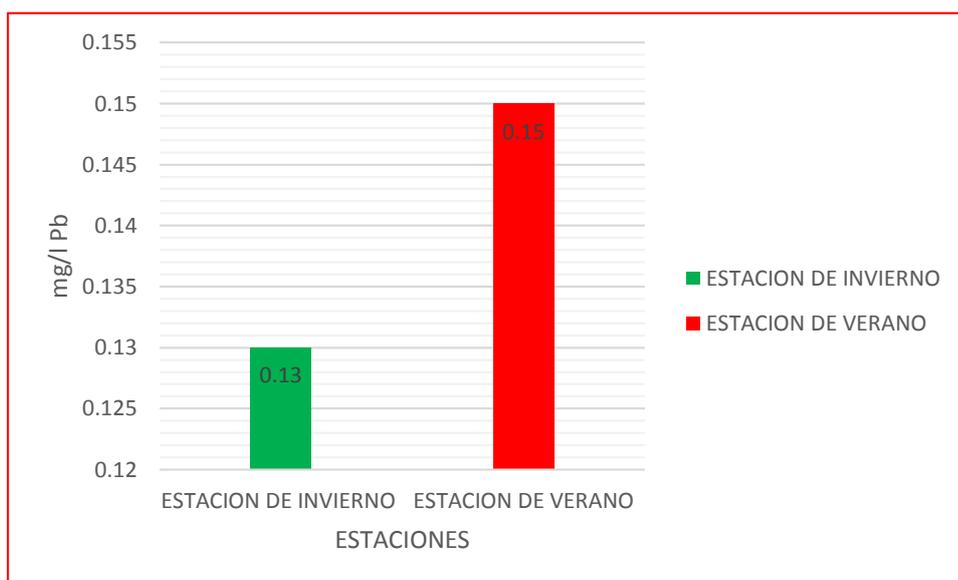


**Figura N° 7:** Mercurio total en el río Quillcay en estaciones de invierno y verano.

En el gráfico N° 07 se observa la concentración del mercurio total en las estaciones muestrales de invierno y verano, 0.025 mg/L H's y 0.075 mg/L respectivamente. Donde la concentración de Hg en invierno se encuentra en el límite máximo permisible, mientras en verano la concentración de Hg es mayor al LMP establecido por MINAM. Lo cual nos indica que en invierno el agua es apta para el riego de vegetales y en verano la concentración de Hg es mucho mayor, en este caso será recomendable para riego de los vegetales previo un monitoreo sobre la calidad de estas aguas es decir realizar muchas muestras a fin de conocer la evolución del contenido de este elemento en los cuerpos de agua del río en estudio. El mercurio es un contaminante tóxico muy conocido y peligroso que contamina la flora y fauna en todo el mundo. Se ha producido un aumento de 3 veces en el mercurio desde la época preindustrial y un estudio reciente indica que la acumulación de mercurio en los ríos y océanos se correlaciona con la marea creciente de la contaminación por mercurio. El

mercurio no respeta las fronteras nacionales o regionales. Pueden viajar largas distancias por la atmósfera y se deposita lejos de su fuente original, donde las bacterias lo absorben y lo convierten en una forma muy tóxica, el metilmercurio, que se abre camino en la cadena alimentaria hasta llegar a los seres humanos. El mercurio es un veneno para el sistema nervioso. La exposición durante el embarazo es altamente preocupante, debido a que el metilmercurio puede dañar el desarrollo del cerebro del bebé nonato. Algunos estudios sugieren que pequeños incrementos en la exposición pueden afectar al sistema circulatorio y al corazón del hombre de cualquier edad.

## 5.8. RESULTADOS DEL PLOMO TOTAL EN EL AGUA



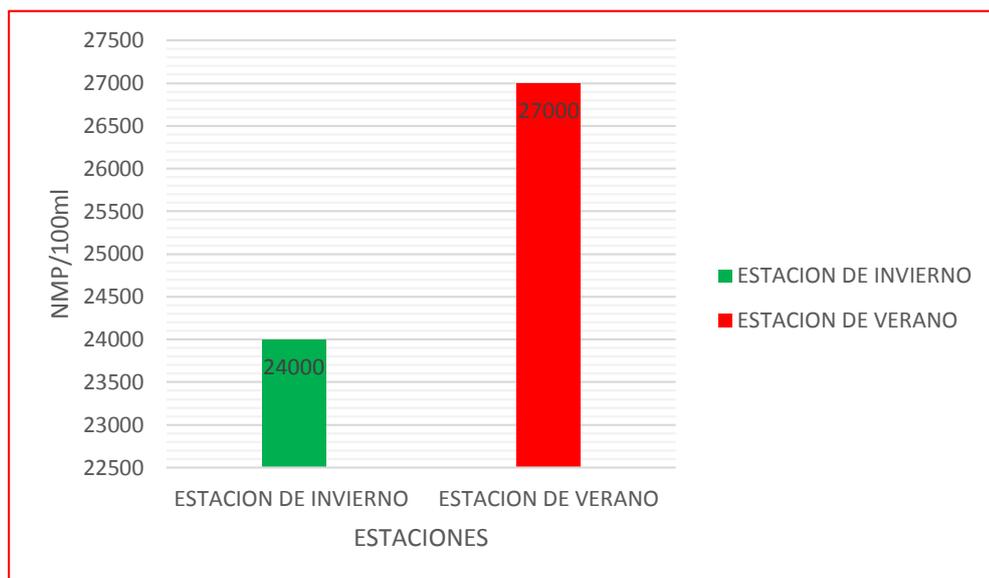
**Figura N° 8:** Plomo total en el río Quillcay en estaciones de invierno y verano.

En el gráfico N° 08 se observa la concentración del plomo total en las estaciones muestrales de invierno y verano, 0.13 mg/L Pb y 0.15 mg/L Pb respectivamente. Donde la concentración de Pb tanto en invierno y en verano se encuentran con una cifra superior a lo establecido por MINAM. Quiere decir, la concentración del plomo en este río es alta y por tanto las aguas de este río es recomendable para el riego de los vegetales teniendo en cuenta algunas restricciones a fin de evitar mayor contaminación del agua, plantas animales y hombre.

El plomo es una sustancia tóxica que se va acumulando en el organismo afectando a diversos sistemas del organismo, con efectos especialmente dañinos en los niños de corta edad.

El plomo se distribuye por el organismo hasta alcanzar el cerebro, el hígado, los riñones y los huesos y se deposita en dientes y huesos, donde se va acumulando con el paso del tiempo. Para evaluar el grado de exposición humana, se suele medir la concentración de plomo en sangre.

## 5.9. RESULTADO DE COLIFORMES TOTALES EN EL AGUA



**Figura N° 9:** Análisis de Coliformes totales en el río Quillcay en estaciones de invierno y verano.

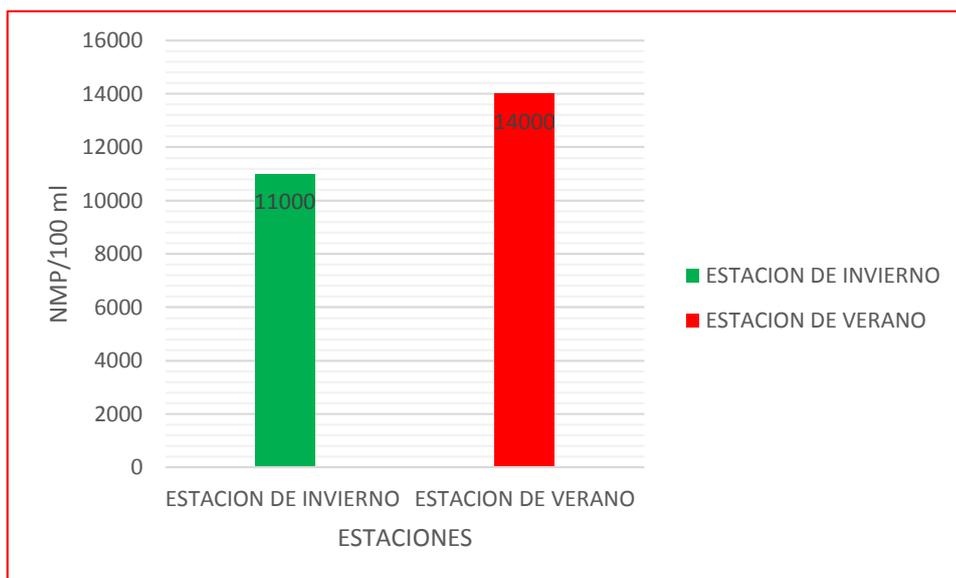
En la presente figura se observa que el resultado de la estación de muestra de invierno ha arrojado 24 000 NMP/ 100mL de agua de riego de coliformes totales, y de la estación de muestra de verano ha arrojado una cifra 27 000 NMP/ 100mL, estas cifra son superior a lo establecido por MINAM, en decreto supremo N° 002-2008, constituyendo por lo tanto mala calidad de agua para riego debido a que los patógenos pueden penetrar y desarrollar en la superficie o al interior de la planta, además constituye una amenaza para la salud pública en caso de consumirlo crudo en este caso desarrollaría una infección debido a la presencia potencial de patógenos; puede dar lugar a bio-fouling.

A causa de las enfermedades de origen hídrico y el interés de controlarlas, los estudios bacteriológicos del agua se han orientado, en su mayor parte, hacia sus aspectos sanitarios. Uno de los criterios, utilizado para determinar la calidad sanitaria del agua, es la clase y número de bacterias que se encuentran presentes. En general, los métodos

utilizados están diseñados para detectar el grado de contaminación del agua con desechos de origen humano y/o animal.

El grupo de bacterias coliformes ha sido siempre el principal indicador de calidad de los distintos tipos de agua; el número de coliformes en una muestra se usa como criterio de contaminación y por lo tanto, de calidad sanitaria de la misma. Los coliformes son bacilos Gram (-), aerobios o anaerobios facultativos, que fermentan la lactosa con formación de gas cuando se incuban 48 horas a 35 °C. Incluye los géneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y especies lactosa positivas de otros géneros. En la práctica, los organismos coliformes son siempre miembros del grupo de las bacterias entéricas. Estas bacterias son adecuadas como indicadores porque son habitantes comunes del tracto intestinal, tanto de las personas como de los animales de sangre caliente, donde están presentes en grandes cantidades. También interesa la determinación de coliformes fecales que representan la fracción de coliformes presentes en intestinos y materias fecales del hombre o animales de sangre caliente (coliformes termotolerantes). Esto proporciona información importante sobre la fuente y el tipo de (BROCK, D et.al ,2000)

## 5.10. RESULTADOS DE ESCHERICHIA COLL



**Figura N° 10:** Análisis de *Escherichia coli* en el río Quillcay en estaciones de invierno y verano.

En el presente gráfico se observa que el resultado de la presencia de *E. coli*, es de 11000 y 14 000 respectivamente en muestra tomadas en invierno y verano. Estas cifras obtenidas son excesivamente mayor a lo establecido por MINAM en el decreto supremo N° 002-2009, constituyendo por lo tanto mala calidad de agua para riego debido a que los patógenos pueden penetrar y desarrollar en la superficie o al interior de la planta, además constituye una amenaza para la salud pública en caso de consumirlo crudo en este caso desarrollaría una infección debido a la presencia potencial de patógenos.

También la concentración de *E. coli*. en estas aguas es muy superior a lo establecido por la OMS que considera como ausente la cantidad de < 2 de NMP/gr de este microorganismo patógeno. Como se sabe la *Escherichia coli* causa Infecciones del tracto urinario, meningitis neonatal, enfermedades intestinales.

Diarrea acuosa, dolores de cabeza, fiebre, uremia, daños hepáticos de manera que el resultado encontrado también significa un permanente riesgo en la salud humana.

## **Propuestas de descontaminación de las aguas del rio Quillcay.**

### **Tratamiento de aguas residuales.**

Las aguas residuales contienen residuos procedentes de las ciudades y fábricas. Es necesario tratarlos antes de enterrarlos o devolverlos a los sistemas hídricos locales. En una depuradora, los residuos atraviesan una serie de cedazos, cámaras y procesos químicos para reducir su volumen y toxicidad. Las tres fases del tratamiento son la primaria, la secundaria y la terciaria. En la primaria, se elimina un gran porcentaje de sólidos en suspensión y materia inorgánica. En la secundaria se trata de reducir el contenido en materia orgánica acelerando los procesos biológicos naturales. La terciaria es necesaria cuando el agua va a ser reutilizada; elimina un 99% de los sólidos y además se emplean varios procesos químicos para garantizar que el agua esté tan libre de impurezas como sea posible.

## VI. CONCLUSIONES

- 6.1. Con relación al pH, se aprecia que durante la estación de invierno y de verano tienen un pH de neutralidad de 7, por lo tanto se encuentran entre el rango establecido por las normas peruanas de decreto supremo N° 002-2009 MINAM donde establece un rango de 6.5 -8.5pH. Quiere decir, que el pH del agua del río Quillcay cumple con las condiciones para ser utilizado como agua de riego de los vegetales.
- 6.2. Con relación a la conductividad eléctrica de las aguas del río Quillcay analizadas durante la estación de verano, es alrededor de 240.84 uS. Cm, en tanto que el LMP es <2000 uS. Cm es decir el resultado encontrado no excede al LMP, estos resultados nos indican, que se pueden usar estas aguas para riego ya que no existe restricción para el desarrollo de la mayoría de los cultivos agrícolas. (F. Calderón-2002).
- 6.3. Teniendo en cuenta que el LMP de la Demanda bioquímica de oxígeno es de 15 mg BOD/L, el resultado del análisis de la muestra en estación de verano está entre 3 mg/L/DBO, entonces se concluye que es un tipo de agua con disponibilidad de oxígeno aceptable para el riego.
- 6.4. El análisis relacionado al contenido de oxígeno disuelto durante la estación de verano, arroja 4.83, en verano este registro encontrado es superior al máximo permisible establecido por MINAG (4), lo que indica que el agua carece de cierto nivel de oxígeno disuelto en el agua por lo tanto es apta para riego de vegetales pero con ciertas restricciones.

- 6.5. En el gráfico N° 06 se observa la concentración del arsénico total en las estaciones muestrales de invierno y verano, 0.05 mg/L As y 0.08 mg/L respectivamente. Donde se observa que la concentración de As en verano es mayor al LMP establecido por MINAM. Lo cual indica que estas aguas se pueden usar para el riego pero con ciertas restricciones de realizar un monitoreo permanente.
- 6.6. Los resultados indican que la concentración del mercurio es de 0.075 mg/L de agua de riego. Se aprecia que la concentración de Hg en invierno se encuentra en el límite máximo permisible, mientras que en verano la concentración de Hg es mucho mayor, en este caso recomendable para riego de los vegetales pero con restricciones en todo caso se debe realizar muchas muestras a fin de conocer la evolución del contenido de este elemento en los cuerpos de agua del río en estudio.
- 6.7. Los resultados indican una concentración de plomo de 0.15 mg/L Pb. Donde la concentración de Pb tanto en invierno y en verano se encuentran con una cifra superior a lo establecido por MINAM. Quiere decir, la concentración del plomo en este río es alta y por tanto las aguas de este río es no muy recomendable para el riego de vegetales.
- 6.8. En la presente figura se observa que el resultado de la estación de muestra de invierno ha arrojado 24 000 NMP/ 100mL de agua de riego de coliformes totales, y de la estación de muestra de verano ha arrojado una cifra 27 000 NMP/ 100mL, estas cifras son superiores a lo establecido por MINAM, en decreto supremo N° 002-2008, constituyendo por lo tanto agua de mala calidad para riego debido a que los patógenos pueden penetrar y desarrollar en la superficie o al interior de la planta, constituyendo una amenaza para la salud pública.

6.9. En el presente grafico se observa que el resultado de la presencia de E. coli, es de 11000 y 14 000 respectivamente en muestra tomadas en invierno y verano. Estas cifras obtenidas son excesivamente mayor a lo establecido por MINAM, constituyendo por lo tanto agua de pésima calidad para riego debido a que pueden ocasionar una contaminación de las plantas e infección los animales y el hombre mismo.

## VII. RECOMENDACIONES

- 7.1. Se recomienda realizar un monitoreo de análisis del agua con cierta frecuencia para conocer el contenido de oxígeno disuelto sobre todo durante la estación de verano, toda vez que se ha encontrado 4.83 mg/l de agua de riego, este registro encontrado es superior al máximo permisible establecido por MINAG (4), lo que indica que es agua con deficiencias de oxígeno disuelto.
- 7.2. Se recomienda realizar una caracterización continua del agua de este río con fines de conocer la concentración de As en verano toda vez que se han encontrado resultados de 0.08 mg/L de agua de riego al LMP este registro es mayor a lo establecido por MINAM esta referencia indica que es un peligro como agua de riego.
- 7.3. Los resultados de 0.075 mg/L de agua de riego. Se aprecia que la concentración de Hg en invierno se encuentra en el límite máximo permisible, mientras que en verano la concentración de Hg es mucho mayor, en este caso es recomendable para riego de los vegetales pero con restricciones en todo caso se debe realizar muchas muestras a fin de conocer la evolución del contenido de este elemento en los cuerpos de agua del río en estudio.
- 7.4. Los resultados indican una concentración de plomo de 0.15 mg/L Pb Donde la concentración de Pb tanto en invierno y en verano se encuentran con una cifra superior a lo establecido por MINAM. Quiere decir, la concentración del plomo

en este río es alta y por tanto las aguas de este río es no muy recomendable para el riego de vegetales.

- 7.5. Se recomienda desinfectar los productos comestibles antes de consumirlos, toda vez que existe alta concentración de de coliformes totales, cifra de 27, 000 NMP/ 100mL, estos registros son superiores a lo establecido por MINAM. constituyendo una amenaza para la salud pública.
  
- 7.6. Lo mismo que el caso anterior es recomendable desinfectar los alimentos antes de consumirlos toda vez que estas aguas toda vez que existe alta presencia de *E. coli*, es de 11000 y 14 000 tanto en invierno como en verano cifras excesivamente mayor a lo establecido por los LMP , constituyendo por lo tanto un peligro para la salud pública.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Braulio Francisco Morillo 2010. Contaminación del Río Turmero (Venezuela). Disponible en
2. <http://www.monografias.com/trabajos56/contaminacion-rio-rmero/contaminacion-rio-turmero2.shtml>
3. BONNOT D. (1984). Néotectonique et tectonique active de la Cordillera Blanca et du Callejon de Huaylas, Andes Nord-Peruvienne. Thèse. Université de Paris Orsay, 115p.
4. Dinius .R. (1987) Definición del estado de calidad del agua: Diario la Republica Enero del 2013 Monitoreo para determinar contaminación del río Vilcanota en Cusco.
5. BROCK, D.; MADIGAN, M.; MARTINKO, J. Y PARKER J. (2000) "Biology of microorganisms". Prentice-Hall international, Inc.
6. Fabiana Ayub (Argentina) y James Montoro (Perú) (1999) Recurso comparativo del agua. Disponible en <http://educasitios.educ.ar/grupo276/?q=node/80>.
7. GILARDI RODRÍGUEZ, Rolando / INRENA 1969 "DECRETO LEY N° 17752". Decretos Ley. Julio. Consulta: 15 de Julio de 2007. < [http://www.inrena.gob.pe/irh/blegal/ds/ds\\_929-73-ag.pdf](http://www.inrena.gob.pe/irh/blegal/ds/ds_929-73-ag.pdf).
8. Mosquera Karla (2011, 06). Arbol De Problemas Contaminacion Del Agua. BuenasTareas.com. Recuperado 06, 2011, de <http://www.buenastareas.com/ensayos/Arbol-De-Problemas-Contaminacion-Del-Agua/2407178.html>.
9. Tabla de Mínimos y máximos permisibles para aguas de riego. Disponible en <http://www.miliarium.com/Paginas/Prontu/Tablas/Aguas/CalidadAguaRiego.ht>

10. COBBING J., SANCHEZ A., MARTINEZ W., Y YESSITEO R (2011, 06). Contaminación Del Agua. BuenasTareas.com. Recuperado 06, 2011, de <http://www.buenastareas.com/ensayos/Contaminacion-Del-Agua/2439994.html>
11. INRENA 1,998. Disponibilidad Hidrica la sub cuenca del Rio Quilcay –Huaraz Ancash.Revista especializada pg 12-13
12. Quispe Azcurra, Cecilia Beatriz .ORGANIZACIÓN NO GUBERNAMENTAL DE DESARROLLO (ONG'D) 2003 “El Río Rímac: la Muerte del "Río Hablador"”. Portal Perú Ecológico: Ecología del Perú, Biodiversidad, Medio Ambiente, Recursos Naturales. Consulta: 13 de Julio de 2007.
13. ZEOANEZ .M.(1999) Contaminación del Agua .Editorial Mundi Prensa .Madrid Espana.251-253.pg <http://www.miliarium.com/Paginas/Prontu/Tablas/Aguas/CalidadAguaRiego.htm>
14. M.I. Litter, M.A. Armienta, S.S. Farías. Iberoarsen metodologías analíticas para la determinación y especiación de arsénico en aguas y suelos. Argentina; 2009.
15. Martínez J.L., de la Fuente M.M., Muñoz E. El boro en los vertidos industriales. Ingeniería Química 1999.

#### DIRECCIONES

[http://www.ana.gob.pe/media/664662/ds\\_002\\_2008\\_minam.pdf](http://www.ana.gob.pe/media/664662/ds_002_2008_minam.pdf)

## **ANEXO**

### CATEGORÍA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDAS DE ANIMALES

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO ALTO		
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
<b>Fisicoquímicos</b>		
Bicarbonatos	mg/L	370
Calcio	mg/L	200
Carbonatos	mg/L	5
Cloruros	mg/L	100-700
Conductividad	(uS/cm)	<2 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40
Fluoruros	mg/L	1
Fosfatos - P	mg/L	1
Nitratos (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	10
Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	0,06
Oxígeno Disuelto	mg/L	> =4
pH	Unidad de pH	6,5 – 8,5
Sodio	mg/L	200
Sulfatos	mg/L	300
Sulfuros	mg/L	0,05
<b>Inorgánicos</b>		
Aluminio	mg/L	5
Arsénico	mg/L	0,05
Bario total	mg/L	0,7
Boro	mg/L	0,5-6
Cadmio	mg/L	0,005
Cianuro Wad	mg/L	0,1
Cobalto	mg/L	0,05
Cobre	mg/L	0,2
Cromo (6+)	mg/L	0,1

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO ALTO		
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Hierro	mg/L	1
Litio	mg/L	2,5
Magnesio	mg/L	150
Manganeso	mg/L	0,2
Mercurio	mg/L	0,001
Níquel	mg/L	0,2
Plata	mg/L	0,05
Plomo	mg/L	0,05
Selenio	mg/L	0,05
Zinc	mg/L	2
<b>Orgánicos</b>		
Aceites y Grasas	mg/L	1
Fenoles	mg/L	0,001
S.A.A.M. (detergentes)	mg/L	1
<b>Plaguicidas</b>		
Aldicarb	ug/L	1
Aldrin (CAS 309-00-2)	ug/L	0,004
Clordano (CAS 57-74-9)	ug/L	0,3
DDT	ug/L	0,001
Dieldrín (N° CAS 72-20-8)	ug/L	0,7
Endrin	ug/L	0,004

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO ALTO		
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Endosulfán	ug/L	0,02
Heptacloro (N° CAS 76-44-8) y heptacloripoxido	ug/L	0,1
Lindano	ug/L	4
Paratión	ug/L	7,5

CATEGORÍA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDAS DE ANIMALES

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES.			
PARÁMETROS	Unidad	Vegetales Tallo Bajo	Vegetales Tallo Alto
		Valor	Valor
<b>Biológicos</b>			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1 000	2 000(3)
Coliformes Totales	NMP/100mL	5 000	5 000(3)
Enterococos	NMP/100mL	20	100
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	100	100
Huevos de Helmintos	huevos/litro	<1	<1(1)
<i>Salmonella</i> sp.		Ausente	Ausente
<i>Vibrio cholerae</i>		Ausente	Ausente

+

