



FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

TESIS

**“IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE
CONTAMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LA CALIDAD
DEL AGUA EN UN SEGMENTO DEL RIO ICHU -
HUANCAVELICA”**

PRESENTADO POR LA BACHILLER

FRANCO GUTIERREZ, LIZBETH MIRIAN

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

LIMA - PERÚ

2016

DEDICATORIA

Por el amor que me dan; por haberse desvelado por mí, por haberme venido a consolar cuando ya no pude más, por haberme enseñado a vivir y sobre todo por haber sido mis aliados en esta vida.

La concepción de este proyecto está dedicada a mis padres; Beatriz Gutiérrez Cama y Walter Franco Flores; pilares fundamentales en mi vida.

Sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por haberme guiado hasta este peldaño de mi vida; en segundo lugar, a cada uno de los que son parte de mi familia; a mis Padres y Hermanos, por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy.

A mi novio por que el representó gran esfuerzo y tesón en momentos de decline.

Los resultados de este proyecto, dedicado a todas aquellas personas que, de alguna forma, son parte de su culminación.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación del estudio es el análisis de las fuentes de contaminación que tienen que ver con la calidad del agua del río Ichu en Huancavelica, a partir del análisis de un segmento en una cantidad de transeptos, el hecho de verificar sus problemas de contaminación que afectan el servicio a la localidad de Huancavelica y de Ascención, como se describe más adelante, el Ichu tiene un nacimiento en el Nevado Chonta, pero es alimentado por los ríos Cachimayo y Astobamba, y luego de cruzar Huancavelica, Yauli y Acoria, adentrándose por el distrito de Mariscal Cáceres desemboca al río Mantaro, es un afluente entonces del mismo.

El estudio detalla todo ese análisis e identifica todos los aspectos relacionados con el mismo estudio, haciendo precisiones con respecto a las fuentes de contaminación, específicamente en el tramo de Huancavelica – Ascencios y devela los hechos como se presentan, se tuvo dificultades entre las que se reflejaron los accesos, se tuvo mucho cuidado en la ubicación de los puntos y en el recojo de muestras, aún con las limitaciones de presupuesto se tuvo en consideración los parámetros más importantes al respecto de ello, sin embargo se considera que las medidas se realizaron en las épocas de lluvias asumidas por la DIRESA – HVCA considerando que la época de estiaje es más confiable para el análisis de la calidad del agua, pero en ese tiempo no se ha realizado ningún estudio.

Toda la información es del 2014, responde a un determinado cronograma establecido se tiene información de la calidad del agua en el año en que a ellos corresponden, teniendo en cuenta que estos datos han variado considerablemente.

No existe mucha capacidad, ni profesionales que puedan realizar estudios en la misma zona, por lo que se ha hecho necesario contar con el apoyo de instituciones de Lima y de ciudades como Huancayo y la misma DIRESA Huancavelica.

Se ha podido identificar fuentes de contaminación identificadas dentro del segmento estudiado del río Ichu de Huancavelica, entre alcantarillado clandestino y alcantarillado oficial, que se descargan a afluentes pequeños del río Ichu, todos dentro del segmento urbano de la ciudad de Huancavelica.

Es estudio se ha realizado en 4 estaciones, y en todos se ha concluido que los parámetros físicos y para los parámetros químicos e inorgánicos no sobrepasan los estándares nacionales de calidad ambiental para agua, pero los parámetros microbiológicos: coliformes totales y coliformes termotolerantes el resultado fue el esperado, sobrepasan exageradamente los niveles de los estándares nacionales de calidad ambiental para agua, está claro que todo el problema está en el alcantarillado tanto clandestino como el alcantarillado público, que debe ser corregido o replanteado.

El autor

ABSTRACT

This research study is the analysis of the sources of pollution that have to do with water quality Ichu River in Huancavelica, from the analysis of a segment in an amount of transects, the fact verify their problems pollution affecting service to the town of Huancavelica and Ascension, as described below, the Ichu has a birth in the Nevado Chonta, but is powered by Cachimayo and Astobamba rivers, and after crossing Huancavelica Yauli and Acoria, it entering through the district of Mariscal Cáceres flows into the Mantaro river is a tributary of it then.

The study details all that analyzes and identifies all aspects related to the same study, making clarifications regarding the sources of pollution, specifically in the section of Huancavelica - Ascencios and reveals the facts as presented, difficulties had among them reflected access, much care was taken in the location of points and the gathering of samples, even with budget constraints took into consideration the most important about it parameters, however it is considered that the measures were conducted in the rainy assumed by the DIRESA - HVCA considering that the dry season is more reliable for the analysis of water quality, but in that time has not been any studies.

All information is from 2014, responds to a particular timetable established information is available on water quality in the year that correspond to them, considering that these data have varied considerably.

There is not much capacity or professionals who can conduct studies in the same area, so it has become necessary to have the support of institutions in cities like Lima and Huancayo and the same DIRESA HCVA

It has been possible to identify sources of contamination identified within the segment studied the river Ichu of Huancavelica, including underground sewerage and sewage official that small tributaries of the river Ichu discharged, all within the urban segment of the city of Huancavelica.

It study was conducted in 4 seasons, and all have concluded that the physical and chemical and inorganic parameters do not exceed the national environmental quality standards for water, but microbiological parameters: total coliforms and thermotolerant the result was the expected exaggerated levels exceed national environmental quality standards for water, it is clear that the whole problem is in both underground sewers and public sewers, which should be corrected or redesigned.

The author

INTRODUCCIÓN

El agua, es el principal recurso de las personas, desde siempre ha sido necesario para la vida, nace en los Andes, y por las vertientes recorre descendiendo desde las altas cumbres y en algún momento las acciones del hombre hacen que esta agua que viene y se transforma en ríos, estos ríos calman la sed de los pueblos, uno de los casos es el río Íchu que sirve de recurso a la ciudad de Huancavelica, el estudio tiene como objetivo analizar la problemática y determinar los indicadores de contaminación que existan en su curso y estén afectando que sea potable.

Para ello se ha definido un segmento, los indicadores básicos y las condiciones fundamentales para que el estudio sea confiable, de esta forma se pueda definir las acciones para el manejo sanitario apropiado del recurso. Se ha aplicado la tecnología necesaria la misma que ha permitido definir los datos confiables respecto a los factores o efectos que la contaminación produciría en el medio ambiente, especialmente en el agua.

El presente estudio está organizado de acuerdo las indicaciones y teorías, al respecto de ello se tiene tres Componentes:

- A. Componente I, que son las páginas iniciales: Carátula, Dedicatoria, Agradecimiento, Índice, Resumen, Abstract e Introducción,
- B. Componente II, que es el contenido temático, conformado por cuatro capítulos:
 - Capítulo I: Planteamiento del problema,
 - Capítulo II: Fundamentos teóricos,
 - Capítulo III: Fundamentos metodológicos, y
 - Capítulo IV: Resultados obtenidos.
- C. Componente III, que son las páginas complementarias: Conclusiones, Sugerencias, Referencias bibliográficas y Anexos.

Esta organización del informe se ha realizado procurando que sea la mejor forma de exponer las ideas y que estas sean claras a fin de comprender la problemática.

El Autor.

ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
INTRODUCCIÓN	v

CAPÍTULO I

PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática	01
1.1.1. Caracterización de la problemática.	01
1.1.2. Definición del problema	03
1.2. Formulación del problema	04
1.2.1. Problema general	04
1.2.2. Problemas específicos	04
1.3. Objetivo de la investigación	05
1.3.1. Objetivo general	05
1.3.2. Objetivos específicos	05
1.4. Justificación de la investigación	05
1.5. Importancia de la Investigación	06
1.6. Limitaciones de la Investigación	06

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco referencial	08
2.1.1. Antecedentes de la Investigación	08
2.1.2. Referencias históricas	17
2.2. Marco legal	22

2.2.1. Normativa Nacional	22
2.2.2. Normativa Internacional	31
2.3. Marco conceptual	31
2.4. Marco teórico	36
2.4.1. pH	36
2.4.2. Conductividad	37
2.4.3. Sólidos Disueltos Totales	37
2.4.4. Temperatura	39
2.4.5. Cianuro WAD	40
2.4.6. Metales Pesados	41
2.4.7. Metales Totales	42
2.4.8. Arsénico Total	42
2.4.9. Cadmio Total	44
2.4.10. Níquel	45
2.4.11. Mercurio	46
2.4.12. Plomo	47
2.4.13. Coliformes Totales	48
2.4.14. Coliformes Termotolerantes	49
2.4.15. Estándares de Calidad Ambiental del Agua	50
2.4.16. Fuentes de Contaminación	51

CAPÍTULO III

PLANEAMIENTO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de Investigación	54
3.1.1. Tipo de la investigación	54
3.1.2. Nivel de la investigación	54
3.2. Método de la Investigación	54
3.3. Diseño de investigación	55
3.4. Hipótesis de la investigación	55
3.4.1. Hipótesis general	55

3.4.2. Hipótesis específicas	55
3.5. Variables de la Investigación	55
3.5.1. Variable independiente	55
3.5.2. Variable dependiente	56
3.6. Cobertura del estudio de investigación	57
3.6.1. Universo	57
3.6.2. Población	57
3.6.3. Muestra	58
3.6.4. Muestreo	58
3.7. Técnicas de instrumentos y fuentes de recolección de datos	58
3.7.1. Técnicas de la investigación	58
3.7.2. Instrumentos de la investigación	60
3.7.3. Fuente de Recolección de Datos	62
3.8. Procesamiento estadístico de la Información	63
3.8.1. Estadísticos	63
3.8.2. Representación	63
3.8.3. Comprobación de la Hipótesis	63

CAPÍTULO IV

ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados	64
4.1.1. Resultados Parciales	64
4.1.2. Resultados generales	80
4.2. Contratación de la Hipótesis	87
4.3. Discusión de resultados	88
CONCLUSIONES	89
RECOMENDACIONES	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
ANEXOS	93

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

1.1.1. Caracterización del problema

Los ríos son fuentes de agua dulce del planeta tierra de ellos obtenemos el agua para beber, para uso doméstico, para riego y para la industria etc. Pero también son los receptores de aguas servidas líquidas y residuos sólidos que los contaminan. Además, la modificación de los cursos de agua (causada por construcción de represas y entubamiento de ríos) cambia sustancialmente los ecosistemas acuáticos, (GEORGINA GENTILE, INGE THIEL & IRENE WAIS DE BADGEN)

SEGÚN EL INFORME TITULADO: "EL AGUA", ante nuevos desafíos: actores e iniciativas en Ecuador, Perú y Bolivia", afrontan graves problemas de contaminación y escasez. El reporte señala que los principales agentes tóxicos que contaminan los ríos son el plomo, arsénico, cianuro, mercurio, aceites y grasas de hidrocarburos, y coliformes fecales, que se arrojan a ríos como Mantaro en Junín y Chillón en Lima.

Los ríos han sido utilizados como sumideros para los desechos urbanos. Gracias a los volúmenes de agua que transportan y al movimiento de las mismas, los ríos son capaces de regenerarse por sí mismos, neutralizando los efectos de las grandes cantidades de aguas residuales industriales, domésticas, agrícolas, etc. que reciben. Sin embargo, frecuentemente las descargas de agua

contaminada superan la capacidad de auto regeneración y los ríos se deterioran, lo cual conlleva a la pérdida del oxígeno en el agua, la desaparición de insectos, peces y la consecuente destrucción del ecosistema fluvial por la interrupción de las cadenas alimenticias. EL INVESTIGADOR REVISTA CIENTÍFICA TECNOLÓGICA N° 03– ECUADOR 2011

En la actualidad vemos que los ríos que su cauce atraviesa por las zonas urbanas (caso del Río Ichu–Hvca,) son de los sistemas hídricos naturales más degradados debido ya que son impactados, ya sea por fuentes puntuales y no puntuales de contaminación, o una combinación de ambos a lo largo de su recorrido, puesto que reciben contaminantes por descargas industriales, actividades domésticas, descargas de desagües, por escorrentías de lluvias, etc. Las cuales tienen altos contenidos de materia orgánica produciendo eutrofización en las aguas o también con contenidos químicos nocivos para los cuerpos hídricos (FÉLIX A. OCASIO SANTIAGO 2008).

La cuenca hidrográfica del río Ichu se encuentra densamente poblada, urbanizada y hasta industrializada. A estos efectos se han realizado estudios que evidencian que la calidad de agua se ha degradado debido al desarrollo intenso de las áreas circundantes.

El río Ichu es uno de los ríos con mayor impacto debido a que discurre por áreas de gran presión de desarrollo y desparrame urbano, más aun si la ciudad no cuenta con un debido ordenamiento territorial, este río nace en el nevado de Chonta y es efluente del Río Mantaro. (DIGESA, 2013)

Desde su nacimiento en el nevado de Chonta el río Ichu viene siendo impactado por las poblaciones que atraviesan en su recorrido las cuales son la ciudad de Huancavelica y los Distritos de Ascensión, Yauli, Acoria y Mariscal Cáceres, estas generan un impacto directo y de mayor significancia, (DIGESA 2013), además a lo largo de su recorrido también se encuentran pequeños centros poblados cercanos al río, los cuales contribuyen a la degradación de este recurso hídrico, tal vez no con impactos trascendentales pero que favorecen a la destrucción de este.

1.1.2. Definición del problema

El desarrollo residencial y comercial junto al desparrame urbano en la sub cuenca del río Ichu ha reemplazado las áreas de pastoreo, bosques, bofedales, etc. La ausencia de planificación y la carencia de criterios y un asesoramiento ambiental inadecuado hacia los gobiernos ha desencadenado un aumento en la degradación de los ecosistemas hídricos de la sub cuenca. (ZEE HUANCAVELICA 2013)

El Río Ichu es un cuerpo de agua que por sus características tiene la capacidad de restauración en épocas de avenida, pero debido a la densidad urbana y los contaminantes que ha recibido a lo largo de los años la capacidad de recuperación natural no se logra. (ALA HUANCAVELICA 2012)

Los impactos del Río Ichu empiezan prácticamente desde su nacimiento, pero al llegar al distrito de ascensión la situación se agrava pues seguidamente atraviesa la ciudad de Huancavelica y a lo largo de este segmento urbano se observan las actividades antrópicas, actividades que contribuyen con el deterioro del recurso hídrico, los factores principales para el deterioro del río es la falta de

cultura ambiental por parte de los habitantes, el río está contaminado por aguas servidas, puesto que la ciudad carece de una planta de tratamiento de aguas residuales funcional además que en el transcurso del río por el área urbana existen fuentes de contaminación de aguas servidas dirigidas desde los domicilios clandestinamente al río, y si esto no fuera poco el sistema de alcantarillado de la ciudad de Huancavelica y el distrito de ascensión descargan las aguas servidas en diferentes puntos de la ciudad; el río no solo está contaminado por aguas servidas sino que también se ha convertido en algunos sectores como basurero. La calidad de las aguas del río se ha visto afectada por las descargas de agua residual urbana que recibe. Existe información sobre la extensión de la afectación de la calidad de las aguas del río, pero se desconoce el volumen y la calidad de las descargas. Todo ello propicia la degradación del río Ichu a una gran velocidad. Por lo tanto y visto esta problemática nace la siguiente interrogante líneas abajo que se pretende investigar.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

¿Es posible determinar el efecto que producen las fuentes de contaminación en la calidad del agua en el segmento urbano del río Ichu – Huancavelica y Ascensión?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Es posible Identificar las fuentes potenciales de contaminación que estén impactando al segmento urbano del río Ichu-Huancavelica y Ascensión?

- ¿Es posible analizar los resultados de los parámetros de calidad del agua en el segmento urbano del Rio Ichu- Huancavelica y Ascensión?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto que producen las fuentes de contaminación en la calidad del agua en el segmento urbano del rio Ichu – Huancavelica y Ascensión.

1.3.2. OBJETIVO ESPECIFICO

- Identificar las fuentes potenciales de contaminación que estén impactando al segmento urbano del rio Ichu – Huancavelica y Ascensión.
- Analizar los resultados de los parámetros de calidad del agua en el segmento urbano del Rio Ichu– Huancavelica y Ascensión.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Actualmente las ciudades de Huancavelica y ascensión no cuentan con una planta de tratamiento de aguas residuales funcional, además el diseño de las redes de alcantarilla y/o desagüe de toda la ciudad de Huancavelica y ascensión disponen las aguas servidas directamente al rio Ichu que atraviesa por el centro de la ciudad de Huancavelica y adyacente al distrito de ascensión, en la que vemos diariamente que los buzones ubicados en distintos puntos a lo largo de toda la ciudad vierten los desechos líquidos al rio como fuentes puntuales de contaminación; existen redes pluviales que también son conducidos al rio, además ambas márgenes del rio son

avenidas amplias (malecón), en las cuales encontramos centros de recreación, losas deportivas, parques, ferias dominicales, etc. lo que implica también aporte de contaminantes al río, ya que los pobladores al transitar por las márgenes del río disponen sus residuos en diferentes lugares, es por ello que el río actualmente presenta un aspecto muy lamentable, es así que nace la iniciativa de identificar las fuentes de contaminación para dar a conocer por medio de una relación con la calidad del río Ichu lo tan contaminado que esta y de esta manera proponer alternativas de solución para parar la continua degradación es esta fuente de agua.

1.5. IMPORTANCIA

Los resultados de la presente tesina contribuirán a la toma de conciencia en cuanto a la degradación de nuestro río Ichu, además para la recomendación de alternativas de solución para mitigar los impactos causados por las fuentes puntuales de contaminación, así mismo recomendar iniciativas en las que la población colindante a este recurso hídrico contribuya a mejorar este problema sobre los desagües clandestinos.

De esta manera se contribuirá a la toma de decisiones por parte de las autoridades competentes para la mejora de la calidad del agua y así propiciar un progreso en la calidad ambiental de la ciudad de Huancavelica.

1.6. LIMITACIONES

Durante el desarrollo de la investigación se confrontaron algunas limitaciones. A continuación señalamos algunas de ellas:

- Durante el recorrido de identificación de las fuentes de contaminación existieron puntos que no eran fácilmente accesibles, es por ello que no

se evidencio fotográficamente además de que la toma de coordenadas tendrá un error de ubicación a causa de este inconveniente.

- Con un mayor número de muestras y mayor número de parámetros se mejorarían los resultados estadísticos y cuantitativos, pero debido a las limitaciones de presupuesto que tiene la Institución se tomaran limitadas muestras de determinados parámetros.
- Las muestras tomadas por DIRESA – HVCA solo se realizaron en época de avenida (mes de noviembre), lo cual nos dará un resultado solo en dicha época, careciendo de la época de estiaje la cual resulta más confiable para el análisis de la calidad del agua.
- Los datos obtenidos de los análisis de la calidad del agua son del año 2014, según cronograma de la institución, los resultados presentados en la presente tesina en cuanto a la calidad del agua corresponden a dicho año, sin embargo según información hablada, me supieron manifestaron que los valores no varían considerablemente.
- En la ciudad de Huancavelica no existen profesionales que estén inmersos en este tipo de temas es así que el aporte de opinión de profesionales expertos en la materia fue muy poco, por lo que la presente tesina mayormente se basó en bibliografía encontrada referente y acorde al objetivo propuesto.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO REFERENCIAL.

2.1.1. Antecedentes de la Investigación

- **Antecedentes Internacionales**

Universidad Metropolitana Escuela Graduada DE Asuntos Ambientales San Juan, Puerto Rico.

Evaluación de la Calidad del Agua y Posibles Fuentes de Contaminación en un segmento del Río Piedras – Félix A. Ocasio Santiago

Resumen:

Identificamos un segmento del Río Piedras y las posibles fuentes de contaminación. Analizamos la calidad del agua y las violaciones a las normas establecidas en el Reglamento de Estándares de Calidad del Agua de la Junta de Calidad Ambiental (JCA) de Puerto Rico y la norma de la Agencia de Protección Ambiental de EEUU (USEPA). Evaluamos las posibles fuentes de contaminación como dispersa y puntual. El método utilizado para el desarrollo de este estudio fue el análisis físico, químico y microbiológico de muestras tomadas en tres estaciones. Las muestras fueron recolectadas en dos días para dos eventos diferentes: evento seco y evento de lluvia. Establecimos comparaciones de los resultados entre el entorno de los puntos de muestreo y cómo se afecta el segmento por éstos. El segmento bajo estudio posee fuentes de contaminación producidas por las aguas de escorrentías, jardines y áreas de bosques secundarios. Identificamos parámetros que no cumplen con las normas de validación de la USEPA y la JCA en algunas estaciones de muestreo. Entre los parámetros que no cumplieron se encuentran: coliformes fecales, coliformes totales, aceites y grasas, manganeso y arsénico. Se evidenció

un aumento en concentraciones para todos los parámetros en el evento de lluvia. También sugerimos que la relación con las concentraciones de metales varía según las propiedades y formaciones geológicas del suelo. Los datos sugieren que los estacionamientos y zonas urbanas aportan una gran cantidad de materiales contaminantes, degradando así la calidad del agua. El estudio presentó evidencia de la existencia de contaminantes en el agua. Por lo tanto, los datos obtenidos sirven de referencia en investigaciones futuras. Se recomendaron estrategias a la institución académica próxima al segmento evaluado para contribuir a mejorar la calidad de las aguas.

El Investigador Revista Científica Tecnológica N° 03 de la Universidad Técnica del Norte – Vicerrectorado Académico Centro Universitario de Investigación Científica y Tecnológica – Ecuador 2011

El crecimiento poblacional en la ciudad de Ibarra ha ocasionado que el río Tahuando se convierta en receptor de aguas residuales, siendo este uno de los principales problemas que afectan al río, convirtiéndose en un foco de contaminación y por lo tanto la estética visual se vaya deteriorando. Las aguas residuales que ingresan constantemente al río aumentan los nutrientes, y microorganismos patógenos lo cual desencadena una reacción llamada eutrofización llevando a la pérdida de especies acuáticas que existían. Hoy en día no se aprecia una recuperación del río tanto natural como antrópica ya que lejos de buscar una solución se ha empeorado por las descargas que siguen en aumento. En el sector comprendido entre Zuleta y Priorato se detectaron 9 descargas las mismas que recogen las aguas residuales de la población de la ciudad de Ibarra, después

de realizadas las caracterizaciones se aprecia que las aguas son netamente aguas residuales domésticas, esto nos permitió establecer el diseño de una red de monitoreo para las aguas residuales la cual será de gran ayuda para saber a ciencia cierta qué es lo que sucede con las aguas que se descargan al río y la implementación de una planta de tratamiento.

Los ríos han sido utilizados como sumideros para los desechos urbanos. Gracias a los volúmenes de agua que transportan y al movimiento de las mismas, los ríos son capaces de regenerarse por sí mismos, neutralizando los efectos de las grandes cantidades de aguas residuales industriales, domésticas, agrícolas, etc. que reciben. Sin embargo, frecuentemente las descargas de agua contaminada superan la capacidad de auto regeneración y los ríos se deterioran, lo cual conlleva a la pérdida del oxígeno disuelto en el agua, la desaparición de insectos y peces y la consecuente destrucción del ecosistema fluvial por la interrupción de las cadenas alimenticias. En relación a la ciudad de Ibarra, el crecimiento poblacional ha ocasionado que el río Tahuando reciba gran cantidad de aguas servidas, las que interfieren con los usos a los que se destina el agua, agotando el oxígeno disuelto y produciendo olores desagradables. Los derivados de hidrocarburos procedentes de las descargas de las lubricadoras y estaciones de gasolina, productos químicos, incluyendo los pesticidas, diversos productos industriales, las sustancias tenso activas contenidas en los detergentes y los productos de la descomposición de otros compuestos orgánicos han determinado que se convierta en un cuerpo de agua muy contaminado.

Otro de los factores principales para el deterioro del río es la falta

de cultura ambiental por parte de los habitantes, el río no solo está contaminado por aguas servidas sino que también se ha convertido en algunos sectores como basurero. La calidad de las aguas del río se ha visto afectada por las descargas de agua residual urbana que recibe. Existe información sobre la extensión de la afectación de la calidad de las aguas del río, pero se desconoce el volumen y la calidad de las descargas. Por lo tanto, el problema que se va investigar es: “no existe un sistema de monitoreo permanente que permita a la EMAPA-I evaluar de manera constante y precisa la calidad de las aguas residuales urbanas”

Hasta ahora los diagnósticos elaborados en lo que se refiere acerca del río se han enfocado en la sub cuenca como tal. El presente estudio está encaminado a obtener datos reales y confiables mediante una red de monitoreo que permita conocer la calidad de las aguas residuales que se descargan al río luego de su paso por la zona urbana de la ciudad de Ibarra. Por medio de este conocimiento se podrán establecer medidas preventivas y hacer cumplir las normas establecidas en la legislación ambiental. La implementación de la red de monitoreo de las descargas de aguas residuales urbanas será de gran utilidad para conocer la influencia de las aguas residuales sobre la calidad de las aguas del río Tahuando, ayudará a identificar las descargas que aportan más contaminantes y contribuirá para que la Empresa defina políticas para el desarrollo de proyectos para el manejo racional de las aguas residuales.

- **Antecedentes Nacionales**

Contaminación del Río Chili, en Arequipa, durante los años 1972 a 1982 y 1999 a 2004; Iboni Fernández P. de Vizcardo

La presente investigación se realizó con el fin de determinar los parámetros de la contaminación de la cuenca del río Chili, y se desarrolló a través de métodos y técnicas estándar internacionales recomendados por American Water Works Association (A.W.W.A.), los mismos que permitieron detectar la presencia de contaminantes de origen físico y químico identificados por análisis o pruebas fisicoquímicas, espectrofotométricas, volumétricas y complexométricas aplicados a estas sustancias.

Arequipa, conocida como la Ciudad Blanca, está ubicada al sur del Perú, parte en la costa y parte en la sierra, y cuenta con más de 725 838 habitantes. La campiña arequipeña, entorno natural que rodea la ciudad, provee a esta de los recursos agrícolas. Las aguas del río Chili, que divide la ciudad de norte a sur, son el recurso hídrico más importante. Sin embargo, visto que sirve para el consumo humano, los regadíos y la generación de electricidad, las aguas del río Chili vienen sufriendo la contaminación de sus aguas por los residuos domésticos y químicos (curtiembres, textiles, etc.).

El río Chili se está convirtiendo en río muerto y también en un agente letal. Sus aguas, cargadas de cromo en una proporción 8 veces mayor al límite permisible según las Normas Internacionales, se usan para regar el valle agrícola de La Joya.

1. El estudio comprende tres partes:

2. Primera parte: Estudio de la contaminación del río Chili-Vítor-Quilca y afluentes producida desde 1 972 a 1 982.
3. Segunda parte: Estudio de los niveles de contaminación de la cuenca del río Chili (de 1 973 a 1 982 y de 2 003 a 2 005).
4. Tercera parte:
 - Identificación fisicoquímica de metales pesados (2 004), demanda bioquímica de oxígeno (de 1 999 a 2 002) y análisis microbiológicos de las aguas del río Chili (de 2 001 a 2 004).
 - Detección de la contaminación de las aguas y del lecho del río Chili por desechos domésticos y desechos químicos tóxicos procedentes de la industria y de la agricultura que sobrepasan los límites medios permisibles (LMP).

Los objetivos específicos son:

- Determinar la calidad de las aguas del río Chili y el grado de sus contaminantes orgánicos e inorgánicos.
- Realizar el examen de las aguas del río Chili mediante el análisis y control de calidad que permitan detectar las fuentes de contaminación.
- Comparar estas variables obtenidas a través del tiempo.
- Evaluar la calidad sanitaria del río Chili, para su recuperación, protección y desarrollo sustentable.
- Esbozar programas para fomentar aptitudes y conductas favorables hacia el medio ambiente.

Conclusiones:

1. Primera. Del estudio comparativo de las aguas del río Chili y su evolución a lo largo del cauce y a través del tiempo, se detecta que las fuentes de contaminación puntuales y no puntuales (alrededor de 50 puntos) se ubican principalmente en las zonas comprendidas entre la Estación II (Puente Grau) y la Estación

VI (Uchumayo). El río Chili se encuentra contaminado esencialmente por agentes inorgánicos y orgánicos (descargas de aguas servidas principalmente) cuya característica principal es la perma- Iboni Fernández P. de Vizcardo ente degradación (en las estaciones antes mencionadas).

2. Segunda. A lo largo de este estudio (de 1973 a 1982 y de 2003 a 2005) se ha detectado que el grado de contaminación en el río Chili va en aumento. Así ocurre en el caso de la conductividad, del cromo (que ha sobrepasado los límites máximos permisibles para agua potable y de regadío), del hierro (presente en todas las estaciones), de las variaciones en el pH normal y de los bajos contenidos de oxígeno disuelto, DBO, lo que viene perjudicando el desarrollo de la vida acuática.
3. Tercera. Se ha detectado que las fuentes de contaminación del río Chili están ligadas a la actividad humana, es decir, son de origen doméstico (excreciones humanas, detergentes, basura, etc.), de origen industrial (curtiembres, talleres de galvanoplastia, etc.), de origen agrícola (insecticidas, compuestos orgánicos persistentes y cancerígenos).
4. Cuarta. Se observa que los contaminantes señalados se incrementan notoriamente con el transcurrir del tiempo.
5. Quinta. Las sustancias tóxicas que se vierten al río Chili hacen que la contaminación se traslade a los terrenos de cultivo y a la producción agrícola. Esto significa que tales sustancias afectan sanitariamente a los pobladores de la ciudad a través del agua de regadío, del agua potable y del consumo de productos agrícolas.

Identificación y Sistematización de Fuentes de Contaminación en la Cuenca del Río Quilca- Vitor – Chili

Dirección General de Calidad Ambiental. Ing. Javier Falcón 25-06-2009

El río Chili nace en las alturas de Arequipa, como unión de los ríos Sumbay y Blanco, y según su avance cambia con los aportes de tributarios al río Vitor (sector de Uchumayo) y finalmente desemboca en el Océano Pacífico como el río Quilca. Su caudal presenta una variación desde 5 m³/s hasta los 24 m³/s, aunque gracias a la infraestructura hidráulica existente, se ha incrementado el caudal mínimo durante la temporada de estiaje hasta los 12 m³/seg en los últimos años 1. Se presenta un resumen de los datos generales correspondientes a la cuenca del río Quilca – Vitor – Chili: 45 fuentes puntuales de vertimientos al cuerpo receptor distribuidos: 09 descargas de tipo industrial, ocho de las cuales aportan con 36,8 Litros por segundo (L/s), equivalentes a 1'160.524,80 metros cúbicos por año (m³/año), mientras que una no se pudo medir. 10 descargas de tipo agrícola, en ocho de las cuales se midió 430,1 L/s (13'563.633,60 m³/año) y las otras dos no presentaban flujos. 26 descargas de efluentes domésticos, de las cuales 14 (incluyendo los mayores vertimientos) aportan con 862,75 L/s (27 207 684,00 m³/año), mientras que cuatro no se pudieron medir y ocho no presentaron flujo. 10 botaderos de residuos sólidos, generando 559,00 Ton/día y 204 035 Ton/año. Se evidencian dos pasivos ambientales de origen minero, aunque en una subcuenca que no aporta al río Chili (en el distrito de Yarabamba, hacia la localidad de Cerro Negro y Cerro Verde). Identificación de tres fuentes de emisiones atmosféricas de origen antropogénico (Parque Industrial, Cementos Yura y Parque automotor), además de fuentes naturales. Identificación de un único sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas para la red pública, operando en

buenas condiciones, aunque sometido a sobrecargas de flujo y aportes orgánicos excesivos, entre otros. Existen también dos sistemas menores puntuales particulares.

MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA La cuenca del río Quilca – Vítor – Chili es objeto de vigilancia periódica de la calidad de sus aguas, para lo cual el Ministerio de Salud cuenta con nueve estaciones de monitoreo permanente:

- E-01 (Represa Aguada Blanca)
- E-02 (Charcani V)
- E-03 (Charcani VI)
- E-04 (Captación SEDAPAR)
- E-05 (Puente Grau)
- E-06 (Puente Tingo)
- E-07 (Puente Uchumayo)
- E-08 (Fundo Mococho)
- E-09 (Puente Vítor)

Los resultados históricos indican que el río Quilca – Vítor – Chili presenta una buena calidad en la cuenca alta, cumpliendo con los ECA para agua, pero sufre un deterioro progresivo por el aporte de efluentes domésticos y de tipo industrial. En este sentido se encuentra que en la cuenca inferior del río Chili, aguas abajo del Puente Tingo, el pH refleja una tendencia ligeramente ácida, la cantidad de oxígeno disuelto ha disminuido, los niveles de carga orgánica expresada como DBO y de los indicadores de contaminación bacteriológica como son los coliformes totales y fecales, permanentemente presentan valores superiores a los ECA y ocasionalmente se aprecian valores elevados sobre los ECA de metales como el plomo

2.1.2. Referencias Históricas

- **Plan de Recuperación del Río Ichu de Huancavelica**

Escrito por Pulso Regional

Publicado el 25 Abril 2012

Categoría: Noticias Regionales

Autoridades, sociedad civil y empresarios de Huancavelica se congregaron anoche en el Club Departamental Huancavelica en Lima para la presentación del Plan Urbano Estratégico de Recuperación del Río Ichu (PRO RIO ICHU), que es una de las iniciativas principales que está desarrollando la actual gestión de la Municipalidad Provincial de Huancavelica a cargo del Lic. Leoncio Huayllani Taype, la cual permitirá dar un paso importante para la construcción de una ciudad y provincia emprendedora y saludable.

El alcalde provincial de Huancavelica, Leoncio Huayllani Taype, quien tuvo a su cargo el discurso de apertura, explicó que la adecuada ejecución de los proyectos incluidos en el Plan Urbano Estratégico de Recuperación del Río Ichu permitirá hacer de Huancavelica una urbe atractiva, moderna, dinámica, integrada a los circuitos regionales que la unen con Junín, Ica, Lima; aprovechando de esta forma el potencial turístico que aportará mucho a la nueva fisonomía de la ciudad y de su gente, y así desencadenar el proceso de desarrollo tan ansiado por todos los huancavelicanos.

“El plan que les presentamos hoy se constituye en una poderosa herramienta de gestión, mediante la cual hemos definido

proyectos concretos y viables para revitalizar el espacio urbano que recorre el río Ichu en la ciudad de Huancavelica”, refirió el burgomaestre, quien destacó que durante el proceso de formulación del proyecto se convocó al Colegio de Ingenieros de Huancavelica, la Municipalidad Distrital de Ascensión, la Universidad Nacional de Huancavelica y las Comunidades Campesinas de Santa Ana, San Cristóbal, Callqui Chico, Yananaco, el Gobierno Regional de Huancavelica, congresistas de Huancavelica, la Compañía de Minas Buenaventura, el Obispado de Huancavelica y del Club Departamental de Huancavelica.

El empresario Alberto Benavides de la Quintana, en representación de Minas Buenaventura, compañía que financió los estudios para la elaboración y diseño del plan urbano estratégico, en un breve discurso se comprometió a continuar apoyando la recuperación del río Ichu, que ahora debe pasar a la fase de ejecución.

Cabe indicar que el ámbito territorial del Plan Urbano Estratégico de Recuperación del río Ichu (Pro Río Ichu) comprende el área urbana actual de la ciudad de Huancavelica y las áreas de expansión que requiera para su desarrollo equilibrado y armónico, así como el ámbito de la cuenca del río Ichu.

El costo aproximado para la implementación de los proyectos propuestos dentro del plan de recuperación asciende a S/. 210'000.000,00 (Doscientos diez millones de nuevos soles), por lo cual las autoridades presentes convocaron a las instituciones públicas y privadas a sumarse a este esfuerzo que incidirá en el desarrollo de la región Huancavelica.

El estudio del Plan de Recuperación del Río Ichu fue realizado por el estudio de arquitectos AOZ en la parte técnica y por Q'apiriy Consulting en la parte participativa y social. Precisamente, el arquitecto Augusto Ortiz de Zevallos fue el encargado de presentar los detalles del plan que contempla varias etapas.

- **Evaluación y Ordenamiento de los Recursos Hídricos**

A partir del año 2001, la intendencia de recursos hídricos del instituto nacional de recursos naturales, viene desarrollando estudios hidrológicos en las cuencas del Perú, como es el caso de las cuencas de los ríos cañete, chancay-huaral, chili, caplina e Ica; y consiente de la necesidad del país de disponer del conocimiento integral y homogéneo de la potencialidad de sus recursos hídricos que conlleven a un uso racional y planificado, desde los puntos de vista social, económico, ecológico y considerando la participación de todos los agentes consumidores de agua de la cuenca, dentro de sus limitaciones existentes, prosigue con sus objetivos iniciales extendiendo estos estudios en otras cuencas, como es el presente caso de los ríos san juan y san juan.

Bajo este marco y objetivo integral de proporcionar información valiosa para el ordenamiento y gestión de los recursos hídricos; el presente estudio hidrológico de la cuenca del río san juan se sustenta, no sólo en la necesidad de contar con una descripción, evaluación y cuantificación de su disponibilidad hídrica, sino

también tener fundamentos que permitan entender el real funcionamiento hidrológico de la cuenca y de ello concluir en cuanto a las restricciones y bondades que nos ofrece la cuenca como sistema natural “generador” de agua superficial.

La principal actividad socio-económica en la cuenca es la agrícola, constituyéndose esta en un eje para el desarrollo de otras labores productivas como transporte, comercio y consumo. la agricultura está acentuada en la cuenca baja o valle, aguas abajo de la estación de aforo del río san juan “conta”, debido a las condiciones favorables de relieve, calidad agrológica de suelos y disponibilidad hídrica; el área agrícola respectiva es de 24,469 ha, de las cuales 24,360 ha son bajo riego, esta superficie total de área agrícola es del orden del 89.9% del total en la cuenca, por lo que el consumo de agua es también mayor en el mismo porcentaje; el área agrícola bajo riego en la cuenca media y alta es 2,540 ha. El uso de agua para consumo poblacional es 4.1%, respecto al consumo agrícola, concluyéndose que este consumo no es de mayor significado cuantitativo. En la cuenca no se tiene otros usos consuntivos mayores.

La cuenca como sistema hidrográfico y ámbito del presente trabajo, tiene una superficie de drenaje, desde las nacientes hasta la desembocadura al mar de su colector principal, de 4388,60 km². Sobre los 2400,0 m.s.n.m. (isoyeta total anual de 300 mm), el 51.7% (2267.63 km²) de la misma constituye la cuenca húmeda o área neta de aporte a la escorrentía superficial. El río san juan es la principal fuente hídrica superficial en la cuenca, su escurrimiento se origina en la microcuenca “jeñuascancha”, de la microcuenca “palmadera”, subcuenca “alta del río san juan” debido a la ocurrencia de precipitaciones acentuadas en el

periodo de verano. Su disponibilidad hídrica, en la sección de control de “conta” (única estación hidrométrica de la cuenca, a 320 m.s.n.m.), sin considerar el aporte de descarga de lagunas, es del orden de los 14,02 m³/s como valor mensual medio anual histórico, y de 5,18 m³/s al 75% de probabilidad de no excedencia, que en unidades de volumen total medio anual es de 435,51 hm³ y 160,74 hm³ respectivamente.

2.2. MARCO LEGAL

2.2.1. NORMATIVA NACIONAL

- **Constitución Política del Perú**

TÍTULO I DE LA PERSONA Y DE LA SOCIEDAD

CAPÍTULO I DERECHOS FUNDAMENTALES DE LA PERSONA

Artículo 2°.- Toda persona tiene derecho:

22. A la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida

- **Política Nacional del Ambiente**

Eje de Política 1 Conservación y Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales y de la Diversidad Biológica

1. CUENCAS, AGUA Y SUELOS

- a) Impulsar la gestión integrada de cuencas, con enfoque ecosistémico para el manejo sostenible de los recursos hídricos y en concordancia con el ordenamiento territorial y zonificación ecológica económica.

- b) Impulsar la formulación de estándares de evaluación y monitoreo del uso de los recursos hídricos, considerando las características particulares de las distintas regiones del territorio.

Eje de Política 2 Gestión Integral de la Calidad Ambiental.

2. CALIDAD DEL AGUA

- a) Impulsar una adecuada calidad ambiental de los cuerpos de agua del país de acuerdo a estándares que permitan evitar riesgos a la salud y al ambiente.
- b) Identificar, vigilar y controlar las principales fuentes emisoras de efluentes contaminantes, privilegiando las cuencas que abastecen de agua a los centros urbanos y articular para tal fin, la actuación de las autoridades en los tres niveles de gobierno.
- c) Promover el conocimiento científico y tecnológico de las medidas de prevención y los efectos de la contaminación del agua, sobre la salud de las personas, los ecosistemas y los recursos naturales.
- d) Ampliar la cobertura y mejorar la calidad de los servicios de saneamiento básico.

- **LEY GENERAL DEL AMBIENTE - LEY N° 28611**

CAPÍTULO 3 CALIDAD AMBIENTAL

Artículo 113.- De la calidad ambiental 113.1 Toda persona natural o jurídica, pública o privada, tiene el deber de contribuir a prevenir, controlar y recuperar la calidad del ambiente y de sus componentes. 113.2 Son objetivos de la gestión ambiental en

materia de calidad ambiental: a. Preservar, conservar, mejorar y restaurar, según corresponda, la calidad del aire, el agua y los suelos y demás componentes del ambiente, identificando y controlando los factores de riesgo que la afecten.

Artículo 120.- De la protección de la calidad de las aguas 120.1 El Estado, a través de las entidades señaladas en la Ley, está a cargo de la protección de la calidad del recurso hídrico del país. 120.2 El Estado promueve el tratamiento de las aguas residuales con fines de su reutilización, considerando como premisa la obtención de la calidad necesaria para su reuso, sin afectar la salud humana, el ambiente o las actividades en las que se reutilizarán.

Artículo 121.- Del vertimiento de aguas residuales El Estado emite en base a la capacidad de carga de los cuerpos receptores, una autorización previa para el vertimiento de aguas residuales domésticas, industriales o de cualquier otra actividad desarrollada por personas naturales o jurídicas, siempre que dicho vertimiento no cause deterioro de la calidad de las aguas como cuerpo receptor, ni se afecte su reutilización para otros fines, de acuerdo a lo establecido en los ECA correspondientes y las normas legales vigentes

- **LEY N° 29338 “LEY GENERAL DE RECURSOS HÍDRICOS”**
CAPÍTULO IV FUNCIONES DE LOS GOBIERNOS REGIONALES Y GOBIERNOS LOCALES

Artículo 25º.- Ejercicio de las funciones de los gobiernos regionales y gobiernos locales Los gobiernos regionales y gobiernos locales, a través de sus instancias correspondientes, intervienen en la elaboración de los planes de gestión de recursos

hídricos de las cuencas. Participan en los Consejos de Cuenca y desarrollan acciones de control y vigilancia, en coordinación con la Autoridad Nacional, para garantizar el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos. La infraestructura hidráulica mayor pública que transfiera el gobierno nacional a los gobiernos regionales es operada bajo los lineamientos y principios de la Ley, y las directivas que emita la Autoridad Nacional.

- **D.S. N° 001-2010-AG-“REGLAMENTO DE LA LEY DE RECURSOS HÍDRICOS**

Artículo 133º.- Condiciones para autorizar el vertimiento de aguas residuales tratadas

133.1. La Autoridad Nacional del Agua podrá autorizar el vertimiento de aguas residuales únicamente cuando:

- a. Las aguas residuales sean sometidas a un tratamiento previo, que permitan el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles – LMP.
- b. No se transgredan los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, ECA - Agua en el cuerpo receptor, según las disposiciones que dicte el Ministerio del Ambiente para su implementación.
- c. Las condiciones del cuerpo receptor permitan los procesos naturales de purificación.
- d. No se cause perjuicio a otro uso en cantidad o calidad del agua.
- e. No se afecte la conservación del ambiente acuático.
- f. Se cuente con el instrumento ambiental aprobado por la autoridad ambiental sectorial competente.
- g. Su lanzamiento submarino o subacuático, con tratamiento previo, no cause

Perjuicio al ecosistema y otras actividades lacustre, fluviales o marino costeras, según corresponda.

133.2 La Autoridad Nacional del Agua, dictará las disposiciones complementarias sobre características de los tratamientos.

- **Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA, aprueba Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial.**

El protocolo tendrá alcance en los cuerpos naturales de agua continental y marino costero, y se aplicará en todas las acciones que realice la Autoridad Nacional del Agua, así como en los planes de contingencia ante eventos de emergencia que pongan en riesgo la calidad de los recursos hídricos.

Además, deberá ser tomado en cuenta por todas las entidades públicas y privadas del territorio que realicen actividades relacionadas con los recursos hídricos.

El documento determina el procedimiento y criterios técnicos para los parámetros de evaluación, puntos de monitoreo, frecuencia, toma de muestras, preservación, conservación, transporte de muestras y otros aspectos.

La información obtenida con aplicación de este protocolo permitirá controlar la calidad del agua y adoptar medidas correctivas ante el incumplimiento de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua), aprobados mediante Decreto Supremo N° 002-2008-Minam.

Este protocolo nacional recibió los aportes y fue elaborado en coordinación con todas las direcciones ambientales de las instituciones miembro del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos (SNGRH)) que lidera la ANA y está integrado por los ministerios de Agricultura, Ambiente, Salud, Energía y Minas, Producción, Defensa y Vivienda, Construcción y Saneamiento. También por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.

- **D.S. N° 023-2009-MINAM “DISPOSICIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA AGUA”**

Aprobar las disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, aprobados por Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.

Artículo 2.- Precisiones de las Categorías de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA) para Agua.

Para la implementación del Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM y de la presente norma, se deberán tener en consideración las siguientes precisiones de las Categorías de los ECA para Agua:

- a. Categoría 1. Poblacional y Recreacional**

- i. Sub Categoría A.** Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

- A1.** Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

Entiéndase como aquellas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

Entiéndase como aquellas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con tratamiento convencional, que puede estar conformado para los siguientes procesos: decantación, coagulación, floculación, sedimentación, y/o filtración, o métodos equivalentes; además de la desinfección de conformidad con lo señalado en la normativa vigente.

A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado

Entiéndase como aquellas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano que incluya tratamiento físico y químico avanzado como precloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o método equivalente; que sea establecido por el Sector competente.

c. Categoría 3. Riego de vegetales y bebida de animales.

i. Vegetales de tallo bajo

Entiéndase como aguas utilizadas para el riego de plantas, frecuentemente de porte herbáceo y de poca longitud de tallo; que usualmente tienen un sistema radicular difuso o fibroso y poco profundo. Ejemplos: ajo, lechuga, fresa, col, repollo, apio, arvejas y similares.

ii. Vegetales de tallo alto

Entiéndase como aguas utilizadas para el riego de plantas, de porte arbustivo o arbóreo, que tienen una mayor longitud de tallo. Ejemplos: árboles forestales, árboles frutales, entre otros

iii. Bebida de animales

Entiéndase como aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno, ovino, porcino, equino o camélido, y para animales menores como ganado caprino, cuyes, aves y conejos.

- **R.J. 202-2010-ANA “QUE APRUEBA LA CLASIFICACIÓN DE CUERPOS DE AGUAS SUPERFICIALES Y MARINO COSTEROS”**

la nueva clasificación de los cuerpos de agua, debe considerar las categorías establecidas en los ECA para agua aprobada por el d. s. n°002-2008-minam, de tal manera que la categoría asignada a cada cuerpo de agua indique la situación de la calidad que se quiere mantener o a la que se quiere llegar, según los usos y conservación en un corto y mediano plazo, pudiendo esta clasificación ser modificada, o la relación de cuerpos de agua ampliada con la información primaria que se obtenga de las diversas unidades hidrográficas del país

- **D.S. 002-2008-MINAM “APRUEBAN LOS ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA”**

Artículo 1°._ Aprobación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua Aprobar los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, contenidos en el Anexo I del presente Decreto Supremo, con el objetivo de establecer el nivel

de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Los Estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

- **D.S.Nº003-2010-MINAM**

Aprueban Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.

2.2.2. Normativa Internacional

- **GUÍA DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE – VOL. 1** organización mundial de la salud (OMS) tercera edición 2006. Describe un marco orientado a garantizar la inocuidad del agua potable y aborda las funciones y responsabilidades de los diferentes interesados, incluidas las funciones complementarias de los órganos nacionales de reglamentación, los proveedores de agua, las comunidades y los organismos de vigilancia independientes. Valores de referencia correspondientes a sustancias químicas cuya presencia en el agua de consumo puede afectar a la salud.

- **NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL (NCA)** – unión Europea, DIRECTIVA 2008/105CE, del 16/12/2008 establece valores de referencia de sustancias químicas para aguas superficiales

2.3. MARCO CONCEPTUAL

- **Agua** Sustancia líquida sin olor, color ni sabor que se encuentra en la naturaleza en estado más o menos puro formando ríos, lagos y mares, ocupa las tres cuartas partes del planeta Tierra y forma parte de los seres vivos; está constituida por hidrógeno y oxígeno (H₂O).
- **Río** Un río es una corriente natural de agua que fluye con continuidad. Posee un caudal determinado, rara vez es constante a lo largo del año, y desemboca en el mar, en un lago o en otro río, en cuyo caso se denomina afluente. La parte final de un río es su desembocadura. Algunas veces terminan en zonas desérticas donde sus aguas se pierden por infiltración y evaporación.
- **Cuenca:** La unidad hidrográfica Cuenca es una determinada extensión de terreno, limitada geográficamente por el "divortium aquarum" o línea divisoria, en la que confluyen los escurrimientos provenientes de las precipitaciones pluviales, formando al final un río definido. Ejemplo: Cuenca del río San Juan (ámbito jurisdiccional de la Subadministración Técnica del Sub-distrito de riego San Juan).
- **Aguas residuales:** Fluidos residuales en un sistema de alcantarillado. El gasto o agua usada por una casa, una comunidad, una granja, o industria que contiene materia orgánica disuelta o suspendida

- **Aguas residuales municipales:** Residuos líquidos, originados por una comunidad. Posiblemente han sido formados por aguas residuales domésticas o descargas industriales
- **Contaminantes biológicos:** Organismos vivos tales como virus, bacterias, hongos, y antígenos de mamíferos y de pájaros que pueden causar efectos dañinos sobre la salud de los seres humanos.
- **Efluente:** La salida o flujos salientes de cualquier sistema que despacha flujos de agua, a un tanque de oxidación, a un tanque para un proceso de depuración biológica del agua, etc. Este es el agua producto dada por el sistema.
- **Monitorización del agua:** Proceso constante de control de un cuerpo de agua por muestreo y análisis.
- **Subcuenca:** Es una división de la cuenca principal en cuencas más pequeñas pertenecientes a sus afluentes principales (como son las subcuencas Almacén, Ayoque, Arma y Colcabamba, para la cuenca del río San Juan), así también aquellas áreas que reciben drenajes de otras subcuencas aguas arriba (como las subcuencas Tantará, media-1, media-2 y baja del río San Juan).
- **Residuo:** Un **residuo** es un material que se desecha después de que haya realizado un trabajo o cumplido con su misión. Se trata, por lo tanto, de algo inservible que se convierte en **basura** y que, para el común de la gente, no tiene valor económico. Los residuos pueden **eliminarse** (cuando se destinan a vertederos o se entierran) o **reciclarse** (obteniendo un nuevo uso).

- **Sólido:** Sólido, por otra parte, es el adjetivo que hace mención a lo macizo o firme. Un cuerpo sólido mantiene su volumen y su forma constantes debido a la gran cohesión de sus moléculas. De esta manera, se diferencia de otros estados de agregación de la materia, como el líquido o el gaseoso.
- **Residuos sólidos:** Los residuos sólidos, por lo tanto, son aquellos desechos que están en el mencionado estado. La noción de residuos sólidos urbanos se utiliza para nombrar a aquellos que se generan en los núcleos urbanos y sus zonas de influencias. Los domicilios particulares (casas, apartamentos, etc.), las oficinas y las tiendas son algunos de los productores de residuos sólidos urbanos.
- **Desagüe:** Un desagüe, desaguadero, sumidero o simplemente un drenaje o sistema de drenaje está diseñado para drenar el exceso de lluvia y agua superficial desde calles pavimentadas, playas de estacionamiento, aceras y azoteas. Los desagües varían en diseño desde pequeños pozos secos residenciales a grandes sistemas municipales. Ellos son alimentados por las cunetas que hay en la mayoría de las autopistas, carreteras y otros caminos muy transitados, como así también en poblaciones de áreas que experimentan lluvias fuertes, inundaciones y poblaciones costeras que experimentan tormentas frecuentes. Muchos sistemas de drenaje para tormentas están diseñados para drenar el agua de tormenta, sin tratar, hacia ríos o corrientes de agua.
- **Malecón:** Un cortaoas, rompeolas o malecón (solo si es transitable) es una estructura costera que tiene por finalidad principal proteger la costa o un puerto de la acción de las olas del mar o del clima. Son calculados, normalmente, para una determinada altura de ola con un periodo de retorno especificado. El cálculo y diseño de una estructura marítima de

este porte, así como de diques, molles o muelles, y otras estructuras marítimas, es diseñado por especialistas en ingeniería hidráulica.

- **Orilla:** Parte de la tierra que está tocando a una masa de agua, como el mar, un lago o un río
- **Habitante:** Cada una de las personas que constituyen la población de un barrio, ciudad, provincia o nación
- **Agua residual o aguas servidas:** 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). Su importancia es tal que requiere sistemas de canalización, tratamiento y desalojo. Su tratamiento nulo o indebido genera graves problemas de contaminación.
Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado.
- **Contaminación de ríos:** La contaminación de los ríos es una problemática más antigua que la contaminación ambiental, pero que con el aumento de la población de las ciudades que han nacido a las orillas de los mismos, el volumen de desperdicios tanto orgánicos, producto de desagües cloacales, como químicos, como consecuencias del desarrollo industrial, se incrementó de manera tal que las aguas del mismo se ven afectadas de tal forma que su composición deja de ser natural, afectando tanto a la fauna y flora que se alimenta de la misma como a los humanos que la beben.

- **Desechos orgánicos:** Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etc. Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno. Cuando este tipo de desechos se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, y ya no pueden vivir en esta agua peces y otros seres vivos que necesitan oxígeno. 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).

2.4. MARCO TEÓRICO

2.4.1. PH

Coeficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa, "el pH neutro es 7: si el número es mayor, la solución, es básica, y si es menor, es ácida". El pH es una medida utilizada por la química para evaluar la acidez o alcalinidad de una sustancia por lo general en su estado líquido (también se puede utilizar para gases). Se entiende por acidez la capacidad de una sustancia para aportar a una disolución acuosa iones de hidrógeno, hidrogeniones (H^+) al medio. La alcalinidad o base aporta hidroxilo OH^- al medio. Por lo tanto, el pH mide la concentración de iones de hidrógeno de una sustancia, a pesar de que hay muchas definiciones al respecto (GRUPO FOUNT – 2015).

Como cualquier medida, el pH posee una escala propia que indica con exactitud un valor. Ésta es una tabla que va del número cero al catorce, siendo de esta manera el siete el número del medio. Si el pH es de cero a seis, la solución es considerada ácida; por el contrario, si el pH es de ocho a catorce, la solución se considera alcalina. Si la sustancia es más ácida, más cerca del cero estará; y entre más alcalina el resultado será más cerca del catorce. Si la solución posee un pH siete, es considerada neutra. Sin embargo el pH siete neutro se limita con seguridad, tan sólo a las soluciones acuosas, pues las que no son, si no están a una temperatura y presión normal, el valor de la neutralidad puede variar.

2.4.2. Conductividad

La conductividad refiere a la capacidad que ofrece un determinado elemento para dejar pasar a través del mismo a alguna otra cosa. La conductividad en este sentido guarda relación con el concepto de propiedades de los materiales, esto es, las diversas características que puede presentar un material determinado al exponerse a diversos fenómenos. El agua natural tiene iones en disolución. Su conductividad es mayor y proporcional a las cantidades y características de esos electrolitos (GRUPO FOUNT – 2015). Es por eso que se usan los valores de conductividad como índice aproximado de concentración de solutos. La temperatura modifica la conductividad en el agua, por lo que los análisis se realizan a una temperatura de 20 °C. Las aguas superficiales con fondos formados con rocas de granito tienden a presentar conductividad más baja porque el granito se compone de materiales más inertes no ionizables por las corrientes de agua. Por otra parte, las aguas

superficiales con fondos arcillosos presentan conductividades mayores debido a la presencia de compuestos ionizables (FELIX A. OCASIO SANTIAGO - 2008)

2.4.3. Sólidos Disueltos Totales

Mejor conocidos como sólidos filtrables, son los que se obtienen después de la evaporación de una muestra previa filtrada. Comprenden sólidos en solución verdadera y sólidos en estado coloidal, no retenidos en la filtración, ambos con partículas inferiores a un micrómetro (1 μ). Es una medida del contenido combinado de todas las sustancias inorgánicas y orgánicas contenidas en un líquido en forma molecular, ionizada o en forma de suspensión microgranular (sol coloide). En general, la definición operativa es que los sólidos deben ser lo suficientemente pequeño como para sobrevivir filtración a través de un filtro con poros de 2 micrómetros (tamaño nominal, o más pequeño). El total de sólidos disueltos se diferencia del total de sólidos en suspensión (TSS), ya que este último se compone de sustancias que no pueden pasar a través de un filtro de dos micrómetros, aunque estas sean también suspendidas indefinidamente en una solución líquida.

El término sólidos hace alusión a materia suspendida o disuelta en un medio acuoso. La determinación de sólidos disueltos totales mide específicamente el total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos) a través de una membrana con poros de 2.0 μ m (o más pequeños). Los sólidos disueltos pueden afectar adversamente la calidad de un cuerpo de agua o un efluente de varias formas. Aguas para el consumo humano, con un alto contenido de sólidos disueltos, son por lo general de mal agrado para el paladar y pueden inducir una reacción fisiológica adversa en el

consumidor. Por esta razón, se ha establecido un límite de 500 mg/L de sólidos disueltos para el agua potable en los Estados Unidos. Los análisis de sólidos disueltos son también importantes como indicadores de la efectividad de procesos de tratamiento biológico y físico de aguas usadas. El promedio de sólidos disueltos totales para los ríos de todo el mundo ha sido estimado en alrededor de 120 ppm (Livingston, 1963). En el caso de los lagos, los valores de sólidos disueltos presentan una gran variación. De acuerdo con Rawson (1951) y Hooper (1951) las concentraciones de sólidos disueltos totales guardan una correlación positiva con la productividad en lagos. Al mismo tiempo los sólidos disueltos afectan la penetración de luz en la columna de agua y la absorción selectiva de los diferentes largos de onda que integran el espectro visible (refiérase a la unidad de Luz) - LAS NORMAS INTERNACIONALES PARA EL AGUA POTABLE DE LA OMS DE 1958.

2.4.4. Temperatura

La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como la aptitud del agua para ciertos usos útiles. La temperatura es una magnitud referida a las nociones comunes de caliente tibio y frío que puede ser medida con un termómetro. La temperatura es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el pH, el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras

Es una magnitud referida a las nociones comunes de calor medible mediante un termómetro. En física, se define como una magnitud escalar relacionada con la energía interna de un sistema

termodinámico, definida por el principio cero de la termodinámica. Más específicamente, está relacionada directamente con la parte de la energía interna conocida como «energía cinética», que es la energía asociada a los movimientos de las partículas del sistema, sea en un sentido traslacional, rotacional, o en forma de vibraciones. A medida de que sea mayor la energía cinética de un sistema, se observa que éste se encuentra más «caliente»; es decir, que su temperatura es mayor.

Los átomos y moléculas en una sustancia no siempre se mueven a la misma velocidad. Esto significa que hay un rango de energía (energía de movimiento) en las moléculas. En un gas, por ejemplo, las moléculas se mueven en direcciones aleatorias y a diferentes velocidades - algunas se mueven rápido y otras más lentamente

2.4.5. Cianuro WAD

Especies de cianuro liberadas con un pH moderado (pH 4.5) como HCN (ácido cianhídrico) y CN-acuosos, la mayoría de los complejos de Cu, Cd, Ni, Zn, Ag y otros con constantes de disociación baja similares.

Los complejos débiles del cianuro, con frecuencia denominados cianuros “DISOCIABLES EN ÁCIDOS DÉBILES” o cianuros (WAD), pueden disociarse en solución y producir concentraciones ambientalmente significativas de cianuro libre. Los complejos débiles incluyen complejos de cianuro de cadmio, cobre, níquel, plata y zinc. El grado al cual se disocian estos complejos depende en gran medida del pH de la solución. Aquellos que se disocian y liberan Cianuro Libre cuando se destila en condiciones acidas débiles Ag,

Cd, Cu, Hg, Ni y Zn. (III JORNADA TÉCNICA DE LA INDUSTRIA CURTIDORA 2010),

El cianuro entra al aire, al agua y al suelo como consecuencia de procesos naturales y de actividades industriales. El cianuro se usa o produce en varios tipos de trabajos en los que las actividades incluyen galvanoplastia, procesamiento de metales, metalurgia, limpieza de metales, aplicación de ciertos plaguicidas, curtido de cuero, fotografía y grabado, combate de incendios y operaciones que involucran manejo de gas natural. El cianuro también se usa en algunas industrias de colorantes y farmacéuticas.

El cianuro se encuentra en el aire generalmente en niveles mucho menores que los que pueden ser peligrosos. En el aire, el cianuro está presente principalmente como cianuro de hidrógeno gaseoso. Una pequeña porción del cianuro en el aire está presente como pequeñas partículas de polvo. Este polvo eventualmente se deposita sobre el suelo y el agua. La lluvia y la nieve ayudan a remover las partículas de cianuro del aire. El cianuro de hidrógeno gaseoso es difícil de remover del aire por deposición, o a través de la lluvia o la nieve.

La vida media (el tiempo necesario para remover la mitad del material) del cianuro de hidrógeno en la atmósfera es alrededor de 1 a 3 años. La mayor parte del cianuro en el agua superficial formará cianuro de hidrógeno y se evaporará. Sin embargo, la cantidad de cianuro de hidrógeno que se forma generalmente no es suficiente como para afectar la salud de seres humanos. Una porción del cianuro en el agua será transformada por microorganismos (plantas y animales de tamaño muy pequeño) a sustancias químicas menos perjudiciales o formará un complejo con metales, como por ejemplo

el hierro. La vida media del cianuro en el agua no se conoce. El cianuro en el agua no se acumula en el cuerpo de los peces. (BLOG VECINAL "LA LINDA"-2012)

2.4.6. Metales Pesados

Ochenta y cuatro (84) elementos químicos que son metales. La contaminación en el suelo por éstos es un problema ambiental grande y difícil de regular. Cuando el río recorre suelos con minerales y áreas urbanas es aún más difícil de regular la contaminación (Clevers & Kooistra, 2003). La contaminación por metales pesados ocurre a diario por las descargas industriales y urbanas que afectan los cuerpos de agua. Estos pueden ser alterados o modificados químicamente por las actividades humanas aumentando así el riesgo de su toxicidad. El impacto ambiental de los metales en los recursos suelo y agua son dependientes estrictamente de las reacciones y respuestas a las condiciones fisicoquímicas y biológicas donde se encuentren (Vullo, 2003). Un ejemplo para medir el efecto de los metales en el agua es la bioacumulación en los peces y se presume que al igual que ocurre en los peces se pudiera bioacumular en los humanos.

2.4.7. Metales Totales

Corresponden a la concentración de metales después de someter la muestra de agua a algún proceso de digestión. La medición de los metales se puede llevar a cabo mediante al espectrofotómetro de absorbancia atómica. Las industrias contaminantes con desechos tóxicos son las fábricas textiles, metalúrgicas, siderúrgicas, la industria alimenticia, las textiles, las petroquímicas, las destiladoras de alquitrán, las de refinado de aceites y grasas, las fábricas de pilas y baterías entre otras. El arsénico (As), mercurio (Hg), cadmio (Cd),

níquel (Ni), cobre (Cu) y plomo (Pb) entre otros 13 elementos, son considerados como elementos de mayor toxicidad.

2.4.8. Arsénico Total

El arsénico es un elemento químico presente en el medio ambiente, tanto de fuentes naturales y humanas, incluyendo la erosión de las rocas que contienen arsénico, erupciones volcánicas, contaminación de la minería y fundición de minerales y el uso pasado o actual de pesticidas que contienen arsénico, Elemento químico de número atómico 33, masa atómica 74,92 y símbolo As; es un elemento semimetálico sólido, de color gris metálico, que forma compuestos venenosos; se usa principalmente en la fabricación de vidrio para eliminar el color verde causado por las impurezas y en la fabricación de gases venenosos.

No ha habido una producción doméstica de arsénico desde el año 1985. En 2003, el productor más grande de compuestos de arsénico fue China, a quien le siguieron Chile y Perú, y el mayor consumidor de arsénico en el mundo eran Estados Unidos (ATSDR 2007).

En el pasado, el arsénico se utilizó en Estados Unidos como componente de los insecticidas contra hormigas y de los desinfectantes para animales (la forma líquida concentrada de estos productos resultó ser la más tóxica para los humanos). En los últimos años las restricciones regulatorias para el arsénico, especialmente para los productos para el hogar, han contribuido a reducir su uso así como los riesgos de exposición asociados a ellos (NAS 1977).

Otras fuentes incluyen a:

- Herbicidas (como las sustancias químicas utilizadas para erradicar las malezas de los postes de teléfono y del ferrocarril, y como el Agente Azul, usado por las tropas de los EUA en Vietnam),
- Sustancias químicas para matar algas (García-Vargas y Cebrian 1996).

El trióxido de arsénico se puede encontrar en los pesticidas y en los defoliantes, así como en el whiskey destilado ilícitamente (Murunga y Zawada 2007). Hoy en día, el arsénico se usa ampliamente en la industria electrónica como arseniuro de galio y como gas arsina en los componentes de los semiconductores.

El Arsénico es un elemento natural en la corteza terrestre. Ocurre en minerales de suelos. Esto puede causar contaminación en aire, agua y suelos. La gran mayoría de los compuestos de Arsénico se diluyen en agua, termina en los sedimentos y los peces pueden acumularlo (ATSDR, 2005b). Un dato importante es que el Arsénico no se degrada en el ambiente. Solamente puede cambiar de forma, adherirse o separarse con otras partículas.

La exposición del Arsénico a los humanos puede ser fatal: a concentraciones bajas provoca náuseas y vómitos y disminución de glóbulos rojos y blancos. La exposición a concentración baja prolongada causa problemas en la piel como enrojecimiento e hinchazón en las manos, los pies y el torso. La USEPA y la Agencia para la Investigación del Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés) han determinado que el Arsénico inorgánico es carcinógeno en los humanos.

2.4.9. Cadmio Total

Metal del grupo de los elementos de transición, de color blanco plateado, maleable, parecido al estaño, altamente tóxico, que se obtiene casi exclusivamente como subproducto en el refinado de los minerales de cinc; se usa en aleaciones para la fabricación de extintores, alarmas de incendios y fusibles, en soldadura, etc.

El cadmio es un metal pesado que ha adquirido una gran importancia toxicológica; está asociado a la actividad antrópica. A partir de la mitad del siglo pasado, la producción y el uso de cadmio al nivel industrial se ha expandido rápidamente, y su eliminación se ha convertido en un serio problema para el ambiente. Los usos más habituales de este metal son en la industria de la galvanoplastia, la fabricación de baterías y la estabilización de algunos plásticos, aunque el cadmio se ha utilizado también en la elaboración de algunos plaguicidas y fertilizantes.

Estas actividades, lo remueven de sus depósitos naturales insolubles, distribuyéndolo en los diferentes compartimentos ambientales, como aire, tierra y agua, siendo éste el más importante. Esta dinámica ambiental del metal conlleva la exposición crónica de los organismos, con consecuencias tanto a escala individual como poblacional como consecuencia de los procesos de bioacumulación. Por ello, los impactos son variados y en ocurren a distintas escalas, ocurren desde el organismo hasta ecosistema.

El cadmio que entra en el organismo suele fijarse rápidamente a los tejidos, localizándose la mayor parte en el hígado y el riñón, donde podrá ejercer sus efectos toxicológicos

2.4.10. Níquel

Es un elemento metálico magnético, de aspecto blanco plateado, utilizado principalmente en aleaciones. Es uno de los elementos de transición del sistema periódico y su número atómico es 28. Durante

miles de años el níquel se ha utilizado en la acuñación de monedas en aleaciones de níquel y cobre, pero no fue reconocido como sustancia elemental hasta el año 1751.

El níquel es un metal duro, maleable y dúctil, que puede presentar un intenso brillo. Tiene propiedades magnéticas por debajo de 345 °C. El níquel metálico no es muy activo químicamente. Es soluble en ácido nítrico diluido, y se convierte en pasivo (no reactivo) en ácido nítrico concentrado. No reacciona con los álcalis. Tiene un punto de fusión de 1.455 °C, y un punto de ebullición de 2.730 °C, su densidad es de 8,9 g/cm³ y su masa atómica 58,69 uma

El Níquel e liberado a la atmósfera por industrias que manufacturan o usan sus aleaciones o compuestos. También es liberado a la atmósfera por plantas que se queman. El Níquel liberado en desagües industriales termina en el suelo o en el sedimento en donde se adhiere fuertemente a partículas que contienen Hierro o Manganeso. El ingerir alimentos contaminados con Níquel y consumir agua contaminada es la exposición más importante para adquirir este metal (ATSDR, 2008g). El efecto adverso más común de la exposición al Níquel en seres humanos son las reacciones alérgicas.

2.4.11. Mercurio

Es un metal pesado plateado que a temperatura ambiente es un líquido inodoro. No es buen conductor del calor comparado con otros metales, aunque es buen conductor de la electricidad. Se alea fácilmente con muchos otros metales como el oro o la plata produciendo amalgamas, pero no con el hierro. Es insoluble en agua y soluble en ácido nítrico. Cuando aumenta su temperatura - por encima de los 40 °C-, produce vapores tóxicos y corrosivos, más

pesados que el aire por lo que se evapora creando miles de partículas en vapor ya que estas se enfrían y caen al suelo. Es dañino por inhalación, ingestión y contacto: se trata de un producto muy irritante para la piel, ojos y vías respiratorias. Es incompatible con el ácido nítrico concentrado, el acetileno, el amoníaco, el cloro y los metales.

El mercurio es un elemento anómalo en varias de sus propiedades. Es un metal noble, ya que su potencial redox Hg^{2+}/Hg es positivo (+0,85 V), frente al negativo de Cd (-0,40 V), su vecino inmediato de grupo. Es un metal singular con algo de parecido al cadmio, pero más semejante al oro y al talio. Es el único metal de transición líquido con una densidad tan elevada, 13,53 g/cm³; una columna de 76 cm define una atmósfera, mientras que con agua necesitamos 10m de altura

2.4.12. Plomo

Elemento químico, Pb, número atómico 82 y peso atómico 207.19. El plomo es un metal pesado (densidad relativa, o gravedad específica, de 11.4 a 16°C (61°F)), de color azulado, que se empaña para adquirir un color gris mate. Es flexible, inelástico, se funde con facilidad, se funde a 327.4°C (621.3°F) y hierve a 1725°C (3164°F). Las valencias químicas normales son 2 y 4. Es relativamente resistente al ataque de los ácidos sulfúrico y clorhídrico. Pero se disuelve con lentitud en ácido nítrico. El plomo es anfótero, ya que forma sales de plomo de los ácidos, así como sales metálicas del ácido plúmbico. El plomo forma muchas sales, óxidos y compuestos órgano metálicos.

El plomo rara vez se encuentra en su estado elemental, el mineral más común es el sulfuro, la galeana, los otros minerales de importancia comercial son el carbonato, cerusita, y el sulfato, anglesita, que son mucho más raros. También se encuentra plomo en varios minerales de uranio y de torio, ya que proviene directamente de la desintegración radiactiva (decaimiento radiactivo). Los minerales comerciales pueden contener tan poco plomo como el 3%, pero lo más común es un contenido de poco más o menos el 10%.

2.4.13. Coliformes Totales

Pueden hallarse tanto en heces como en el medio ambiente, por ejemplo aguas ricas en nutrientes, suelos, materias vegetales en descomposición. También hay especies que nunca o casi nunca se encuentran en las heces pero que se multiplican en el agua.

El grupo coliforme está formado por todas las bacterias gram negativas aerobias y anaerobias facultativas, no formadoras de esporas, con forma de bastón que fermentan la lactosa, produciendo gas y ácido en 48 horas a 35 °C y desarrollándose en presencia de sales biliares y otros agentes tenso activos.

Su presencia indicaría ineficiencia en el tratamiento de aguas y de la integridad del sistema de distribución. Por ingestión o inhalación puede ocasionar gastroenteritis, por contacto infección a la piel, ojos y oído.

Los coliformes totales son las Enterobacteriaceae lactosa-positivas y constituyen un grupo de bacterias que se definen más por las pruebas usadas para su aislamiento que por criterios taxonómicos.

Pertenecen a la familia enterobacteriaceae y se caracterizan por su capacidad para fermentar la lactosa con producción de ácido y gas, más o menos rápidamente, en un periodo de 48 horas y con una temperatura de incubación comprendida entre 30-37°C. Son bacilos gramnegativos, aerobios y anaerobios facultativos, no esporulados. Del grupo coliforme forman parte varios géneros: Escherichia, Enterobacter, Klebsiella, Citrobacter, etc. Se encuentran en el intestino del hombre y de los animales, pero también en otros ambientes: agua, suelo, plantas, cáscara de huevo, etc. Una elevada proporción de los coliformes que existen en los sistemas de distribución no se debe a un fallo en el tratamiento en la planta, sino a un recrecimiento de las bacterias en las conducciones. Dado que es difícil distinguir entre recrecimiento de coliformes y nuevas contaminaciones, se admite que todas las apariciones de coliformes son nuevas contaminaciones, mientras no se demuestre lo contrario.

2.4.14 Coliformes Termotolerantes

Los termotolerantes diferentes de la escherichia coli pueden proceder a aguas orgánicamente enriquecidas como efluentes industriales, de materias vegetales y suelos en descomposición. Comprende a los géneros de escherichia y en menor grado klebsiella, enterobacter y citrobacter. Este grupo de organismo puede fermentar la lactosa entre 44-45 °C. Es poco probable que los organismos coliformes termotolerantes vuelvan a desarrollarse en un sistema de distribución a menos que estén presentes nutrientes en cantidad suficiente o que materiales inadecuados entren en contacto con agua tratada.

Bacterias que forman parte del grupo Coliforme, bacilos gram – negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción

de ácido y gas a $44.5 \pm 0,2$ °C dentro de las 24 ± 2 hrs. La mayor especie en el grupo de coliformes termotolerantes es la E. Coli.

Las bacterias coliformes fecales forman parte del total del grupo coliforme. Son definidas como bacilos gram-negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a 44.5 °C \pm 0.2 °C dentro de las 24 ± 2 horas. La mayor especie en el grupo de coliforme fecal es el Escherichia coli.

La presencia de coliformes en el suministro de agua es un indicio de que el suministro de agua puede estar contaminado con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo.

2.4.15. Estándares de Calidad Ambiental del Agua

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos por el MINAM, fijan los valores máximos permitidos de contaminantes en el ambiente. El propósito es garantizar la conservación de la calidad ambiental mediante el uso de instrumentos de gestión ambiental sofisticados y de evaluación detallada.

En julio del 2008 se aprobaron los ECA para agua, con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Los ECA son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural

2.4.16. Fuentes de contaminación

La contaminación de las fuentes dispersas está asociada al flujo de la lluvia sobre la superficie del terreno. La acción de la escorrentía arrastra o transporta sustancias materiales y elementos contaminantes, peligrosos y no peligrosos hacia los cuerpos de agua superficiales y subterráneos. En las áreas urbanizadas, la lluvia fluye sobre los patios y techos de las viviendas el césped, los edificios, las calles y áreas de construcción. En las áreas comerciales, centros urbanos y áreas industriales la escorrentía fluye sobre los espacios impermeables como los lotes de estacionamiento, los edificios, las carreteras y autopistas.

En la región rural, fluye sobre sobre los campos agrícolas, las áreas utilizadas para pastoreo, las áreas y edificios para animales en confinamiento y las áreas en desarrollo para la operación y actividad de cultivo.

En otras palabras, el flujo de la escorrentía causada por el agua de lluvia se desliza sobre la superficie del terreno arrastrando o cargando todo tipo de materiales (grandes, pequeños, líquidos y sólidos) y lo transporta hasta los ríos, quebradas, lagos, humedales, acuífero mar u océano. Debido a que estas escorrentías contaminadas provienen de muchos lugares diferentes, tales como: terrenos utilizados para la agricultura, extensiones de tierra en las cuales se ha removido la corteza terrestre la vegetación áreas de construcción y desarrollo, áreas urbanizadas con estructuras nuevas existentes y áreas rurales entre otras, y no se originan en un lugar específico se les denomina colectivamente como fuentes dispersas de contaminación

Las fuentes de contaminación puntual se refieren a la contaminación del aire y el agua desde una fuente de contaminación difusa. Una fuente no puntual de contaminación hídrica afecta los cuerpos de

agua desde fuentes como escorrentías de áreas agrícolas que drenan hacia los ríos, o desechos lavados por el viento hacia el mar. Fuentes de contaminación del aire no puntuales afectan la calidad del aire desde fuentes de contaminación tales como chimeneas o caños de escape de vehículos. Si bien todos estos contaminantes se han originado en una fuente puntual, la capacidad de transporte a gran escala y las múltiples fuentes de contaminación la transforman en una fuente de contaminación no puntual. La contaminación por parte de una fuente no puntual puede ser contrastada con contaminación de una fuente puntual, en la cual ocurren vertidos hacia cuerpos de agua o a la atmósfera en una única ubicación.

La contaminación por parte de una fuente no puntual puede ser producto del aporte de numerosas fuentes diferentes y sin una solución específica para solucionar el problema, haciéndola difícil de regular. Este tipo de contaminación es actualmente la principal causa de contaminación del agua en los Estados Unidos, siendo su principal causa los escurrimientos contaminados procedentes de la agricultura

Otra significativa fuente de escurrimiento incluye la ingeniería de ríos y modificación del hábitat, y silvicultura (forestal).

Las aguas fluviales contaminadas por el lavado de playas de estacionamiento, carreteras y autopistas y césped (a veces conteniendo fertilizantes y plaguicidas) que luego drenan en escorrentías urbanas, son considerados una forma de fuente de contaminación no puntual. Hay quienes consideran a estos aportes como fuentes puntuales porque muchas veces entran en los sistemas de escurrimiento municipales y es descargada en cañerías

cerca de agua de superficie. Sin embargo, no todas las escorrentías fluyen a los sistemas de drenajes antes de entrar a los cuerpos de agua. Algunos pueden desembocar directamente en los espejos de agua, especialmente en regiones en desarrollo y suburbanas. También, a diferencia de otros tipos de fuentes puntuales, tales como las descargas industriales, la contaminación en escorrentías urbanas no pueden ser atribuidas a una sola actividad o incluso a un grupo de actividades. Por lo tanto, porque no es causado por una actividad fácil de identificar y regular, las fuentes de contaminación de escorrentías son también tratadas como una verdadera fuente no puntual y las municipalidades trabajan para regularla, prevenirla y proteger contra ella.

CAPÍTULO III

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

3.1. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1.1. Tipo de la Investigación

El presente plan de tesis es de tipo **básica**, pues está orientada a la obtención de datos, los mismos que serán tomados como base para la ampliación de conocimientos científicos con respecto al tema de alteraciones en la calidad de agua de los recursos hídricos; en este caso el Rio Ichu por fuentes de contaminación.

3.1.2. Nivel de investigación.

El nivel de investigación de la presente tesina es **descriptivo** pues lo que se busca es describir la calidad del agua en el segmento urbano del Rio Ichu y relacionarlo con los datos sobre fuentes de contaminación para determinar la afectación que dichas fuentes causan en el segmento urbano del rio Ichu.

3.2. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

El método a utilizarse en la presente tesina será el método **descriptivo** pues está basado en la observación y análisis en la que se busca explicar la relación existente entre las fuentes de contaminación y la calidad del agua del segmento urbano del Rio Ichu, que es un hecho que se observa en la actualidad; la información será manejada a manera de **síntesis**, porque se buscare correlacionar e integrar dos fenómenos en un todo de consolidado de información.

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño en la presente plan de tesis es investigación **descriptivo - correlacional – causal**, pues se describirá la relación existente entre

ambas variables en un momento determinado en función a la relación causa – efecto.

3.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

3.4.1. Hipótesis General

La calidad del agua se ve afectada por las fuentes puntuales de contaminación en el segmento urbano del rio Ichu – Huancavelica y Ascensión

3.4.2. Hipótesis Específicas

- Identificar las fuentes potenciales de contaminación contribuirá a determinar la afectación del segmento urbano del Rio Ichu – Huancavelica y Ascensión
- analizar de los resultados de los parámetros de calidad del agua contribuirá a determinar la afectación del segmento urbano del Rio Ichu - Huancavelica y Ascensión

3.5. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

3.5.1. Variable Independiente

CUADRO N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Variable	Indicador	Índice	Técnica	Instrumento	Fuente
Fuentes de contaminación.	Fuentes puntuales	Observación	Caracterización	Hoja de Campo	Sector urbano del Rio Ichu

Fuentes de Contaminación.

A. Indicadores

Fuentes puntuales

B. Índices.

Numero de Fuentes puntuales (observación)

3.5.2. Variable Dependiente

CUADRO N° 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Variable	Indicador	Índice	Técnica	Instrumento	Fuente
Calidad del agua.	Parámetros microbiológicos	Coliformes totales y coliformes termotolerantes NMP/100ml	Recolección de datos	Matriz de revisión bibliográfica (análisis y sistematización de datos)	DESA - DIRESA
	Parámetros físicos	pH (ácido – básico) conductividad (uS/cm) Sólidos totales disueltos (mg/l) Temperatura (°C)	Recolección de datos	Matriz de revisión bibliográfica (análisis y sistematización de datos)	DESA - DIRESA
	Parámetros químicos e inorgánicos	Cianuro (WAD) (mg/l) Arsénico total (mg/l) Cadmio total (mg/l) Níquel total (mg/l) Mercurio total (mg/l) Plomo total (mg/l)	Recolección de datos	Matriz de revisión bibliográfica (análisis y sistematización de datos)	DESA - DIRESA

Calidad del Agua.

A. Indicadores

- Parámetros microbiológicos
- Parámetros físicos
- Parámetros químicos e inorgánicos

B. Índices

- Parámetros microbiológicos:
 - Coliformes totales (NMP/100 ml)
 - Coliformes termotolerantes (NMP/100 ml)
- Parámetros físicos

pH (ácido – básico)
Conductividad (uS/cm)
Sólidos disueltos totales (mg/l)
Temperatura (°C)

- Parámetros químicos e inorgánicos (mg/l)

Cianuro (WAD) (mg/l)

Arsénico total

Cadmio total

Mercurio total

Plomo total

3.6. COBERTURA DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

3.6.1. Universo

La presente tesina tiene como universo la sub cuenca del Río Ichu.

3.6.2. Población

La presente tesina Presenta como población:

- Las fuentes puntuales de contaminación que estén impactando al río Ichu, en el segmento urbano de la ciudad de Huancavelica.
- Y la calidad del agua en el segmento urbano del río Ichu

3.6.3. Muestra

La muestra tiene que ser representativa de la población de la que se extrae por lo tanto para la presente tesina se toma como muestra lo siguiente:

- Las fuentes puntuales de contaminación que se encuentran dentro del segmento urbano del río Ichu
- Y para el análisis de la calidad del agua se tomaron en cuenta 04 puntos de monitoreo establecidos por DIRESA –HVCA que se encuentran ubicados el primero antes de la ciudad, dos de ellos dentro de la ciudad y el último al finalizar el casco urbano de la ciudad de Huancavelica.

3.6.4. Muestreo

Muestreo probabilístico (aleatorio): En este tipo de muestreo, todos los individuos de la población pueden formar parte de la muestra, tienen probabilidad positiva de formar parte de la muestra. Por lo tanto es el tipo de muestreo que la presente tesina utiliza, por ser riguroso y científico.

3.7. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.7.1. Técnicas de Investigación

- La técnica para la identificación de fuentes potenciales de contaminación que estén impactando al segmento urbano del río Ichu será por medio de la **recolección de datos** secundarios, lo cual consiste en lo siguiente:
 - La municipalidad provincial de Huancavelica realiza la identificación de puntos de descarga hacia el río Ichu –

Huancavelica y también en el distrito de ascensión, por medio de la gerencia de Medio Ambiente.

- Se participó a manera de invitado y como apoyo en dicha identificación de las fuentes puntuales y dispersas de contaminación en el río Ichu, de esta manera se logró adquirir los estudios realizados de fuentes de contaminación puntual; información que fue corroborada por mi persona durante el recorrido de verificación al área de estudio.
- La técnica para el análisis de los valores de los parámetros de calidad del agua en el segmento urbano del Ichu será por medio de la **recolección de datos** secundarios, se tomaran en cuenta los siguientes aspectos:
- En el río Ichu existen estaciones de monitoreo para determinar la calidad de las aguas, establecidas por la Dirección General de Salud, estaciones que son vigiladas y monitoreadas por la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental – Huancavelica. La ciudad cuenta con cuatro estaciones de monitoreo los cuales se ubican como estación inicial de monitoreo, en la captación de agua potable para la ciudad de Huancavelica, la segunda estación se encuentra a lado del puente disparate, la tercera estación está ubicado en el puente huarmichaca y la última estación de monitoreo se encuentra a 25 M aproximadamente del puente seccsachaca Estos estudios se llevaron a cabo en el mes de noviembre del 2014, (cronograma establecido por la Institución).
- Y finalmente se determinara el efecto q producen las fuentes de contaminación en la calidad del agua, de la siguiente manera:
- Se revisara bibliografía referente al tema y a estudios realizados y similares a lo que busca esta tesina, después se buscara el apoyo de profesionales expertos en la materia

para que puedan dar su apreciación, finalmente se sintetizara dicha información en cuadros, tablas, imágenes, etc. haciendo una revisión de los parámetros que cumplen y no cumplen con los estándares nacionales de calidad ambiental para agua en los cuatro puntos de monitoreo del segmento que transcurre por la ciudad de Huancavelica y ascensión del río Ichu, teniendo conocimiento de estos datos se procederá a describir para los cuatro puntos de monitoreo, los motivos por el cual algunos parámetros sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua de esta manera se determinara los efectos que producen las fuentes de contaminación en la calidad del agua y finalmente se recomendará mejores prácticas de manejo para mitigar las posibles fuentes de contaminación.

3.7.2. Instrumentos de Investigación

El instrumento a utilizarse será una hoja de campo la cual se sintetizara en gabinete por medio de mapas y descripción de estos además se hará uso de la matriz de revisión bibliográfica por medio de un análisis y sistematización de la información.

- Para la adquisición de datos sobre fuentes potenciales de contaminación que estén impactando al segmento urbano del río Ichu. Se obtendrá por medio de la recolección de datos secundarios; que fue realizado por la Municipalidad Provincial de Huancavelica, actividad en la que mi persona participo, estos datos serán sistematizados en una matriz para destacar la información relevante que ayudara en el proceso de relación y recomendación

- Para la adquisición de los valores analizados de los parámetros de calidad del agua en el segmento urbano del Ichu, se obtendrá por medio de la recolección de datos secundarios; que fueron realizados por otros investigadores; en ese sentido se acudirá a la DESA - DIRESA, institución que me brindara dichos valores y datos, los cuales serán sistematizados en una matriz para destacar la información relevante que ayudara en el proceso de determinar la calidad del agua en el segmento urbano del rio Ichu – Huancavelica.
- Finalmente se determinara el efecto q producen las fuentes de contaminación en la calidad del agua. La relación entre ambos datos fuentes de contaminación y calidad del agua, se hará uso de fotos in situ y aéreas, mapas geológicos, hidrológicos y urbanos, para identificar los distintos aspectos de la zona como relieve, estructuras construidas, ordenamiento territorial, e industrias localizadas en el cauce o en las cercanías del rio Ichu. Además se buscara opiniones de expertos en la materia para finalmente determinar los efectos que degradan la calidad ambiental del rio Ichu de esta manera proponer soluciones para remediar al problema para las fuentes de contaminación y calidad del agua.

3.7.3. Fuentes de Recolección de Datos.

La presente tesina contempla medidas cuantitativas para la recolección de datos por medio de la recolección de datos secundarios, se tomaron los valores de los análisis realizados por la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (DESA), de esta manera se pudo identificar y determinar el impacto de contaminación del rio

Ichu, y también los resultados de la identificación de fuentes de contaminación realizados por la Municipalidad Provincial de Huancavelica.

Se evaluó un segmento de este río el cual discurre por la ciudad de Huancavelica, se obtuvo los datos de las evaluaciones de parámetros físicos, químicos y microbiológicos para determinar y analizar si el cuerpo de agua es afectado por una o varias fuentes puntuales de contaminación y cuáles podrían ser estas, así mismo se obtendrán los resultados de la identificación de fuentes de contaminación puntuales hacia el río Ichu, Información que se contrasta acompañando la identificación en una visita in situ al área de estudio. Luego de concretizar esta información, se evaluó el posible impacto y sus consecuencias sobre este segmento.

El río Ichu pasa por la urbanización Huancavelicana, atraviesa centros comerciales, escuelas, y demás edificaciones, el segmento a analizar se inicia con el punto inicial de monitoreo, para el análisis de aguas que en la captación de agua potable para la ciudad de Huancavelica, esta estación de monitoreo además de ser la única que se encuentra cercana a la ciudad además de que es un buen punto para saber la calidad del agua que ingresa a la ciudad sin ningún tipo de alteración antrópica, además se encuentran dos estaciones de monitoreo en el segmento urbano de la ciudad y como punto final de monitoreo se ubicó un punto al finalizar a ciudad aproximadamente, estos puntos de monitoreo fueron establecidos por DIGESA para el control y monitoreo del recurso hídrico, actividades que son desarrolladas por la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental DESA de la Dirección Regional de Salud – Huancavelica.

3.8. PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN

3.8.1. Estadísticos

Para el procesamiento y análisis de datos se utilizaron matrices de organización de datos y tablas procesadas en el programa Word y Excel - 2010

3.8.2. Representación

La representación de la información se da por medio de graficas procesadas en el programa Google Earth, además de graficas de barras para la comparación de los ECAs con los resultados de los análisis de aguas brindados por DIRESA – HVCA.

3.8.3. Comprobación de la Hipótesis

La comprobación de la hipótesis se realizara de manera descriptiva dando veracidad o falsedad a la hipótesis planteada, todo ello en base a los resultados obtenidos en la presente tesina.

CAPÍTULO IV

ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. RESULTADOS PARCIALES

RESULTADO N° 1: IDENTIFICACIÓN DE FUENTES POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN QUE ESTÉN IMPACTANDO

EL SEGMENTO URBANO DEL RIO ICHU – HUANCAVELICA Y ASCENSIÓN

Durante el recorrido por el sector urbano del río Ichu se lograron identificar 37 puntos de contaminación los cuales están tipificados en;

DESAGÜE DOMICILIARIO:

17 puntos de contaminación el cual se muestran en la Matriz de Identificación N° 1: Desagüe Domiciliario, las viviendas que se encuentran a orillas del río conducen sus aguas servidas al río por medio de tubos y de manera rústica, esto sucede porque algunas de estas viviendas no cuentan con servicio de desagüe.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN N° 01: DESAGÜE DOMICILIARIO

N°	PUNTO DE VERTIMIENTO	UBICACIÓN	COORDENADAS		TIPO
01	Yananaco	Espala del Grifo Maldonado	500849	8586895	Desagüe Domiciliario
02	Yananaco	Al frente de ESSALUD	500924	8586828	Desagüe Domiciliario
03	Yananaco	Espalda La Española	501154	8586773	Desagüe Domiciliario
04	YANANACO	Espalda de la Urb. Yanaco	501511	8586795	Desagüe Domiciliario
05	YANANACO	Costado de la Urb. Yanaco	501516	8586797	Desagüe Domiciliario
06	YANANACO	Espalda del Colegio Seminario Mayor	501654	8586805	Desagüe Domiciliario
07	ASCENCION	Malecón Río Ichu	501716	8586792	Desagüe Domiciliario
08	ASCENSIÓN	Malecón Río Ichu	501724	8586784	Desagüe Domiciliario
09	YANANACO	Espalda del Seminario Menor	501807	8586628	Desagüe Domiciliario
10	ASCENSIÓN	Espalda del	502221	8586493	Desagüe

N°	PUNTO DE VERTIMIENTO	UBICACIÓN	COORDENADAS		TIPO
		Colegio Carrusel			Domiciliario
11	YANANACO	Espalda de Red de Salud HVCA	502219	8586505	Desagüe Domiciliario
12	ASCENSIÓN	Frente Wawasi ISPEF	502236	8586553	Desagüe Domiciliario
13	CENTRO	Frente del Mercado	502573	8586554	Desagüe Domiciliario
14	CENTRO	Costado Puente de San Cristóbal	502848	8586638	Desagüe Domiciliario
15	SANTA ANA	Frente de Loza Virgen de la Candelaria	503309	8586642	Desagüe Domiciliario
16	SANTA ANA	50m aguas abajo del puente del Ejercito	503844	8586993	Desagüe Domiciliario
17	SANTA ROSA	A 100m de los Baños del Inca	503946	8587079	Desagüe Domiciliario

DESCARGA DE CANALETA:

10 Puntos de contaminación el cual se muestran en la Matriz de Identificación N° 02: Descarga de Canaletas, este tipo de descargas consisten en la reunión de todo tipo de aguas que pueden ser vertidas en las canaletas de las calles de la ciudad también se considera la escorrentía pluvial, estas aguas en su conjunto por medio de las de las canaletas son conducidas al rio en diferentes punto de la ciudad.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN N° 02: DESCARGA DE CANALETA

N°	PUNTO DE VERTIMIENTO	UBICACIÓN	COORDENADAS		TIPO
01	Yananaco	Al costado del puente de ESSALUD	0501249	8586724	Descarga de Canaletas

02	Yananaco	Frente Colegio Carrusel	0502222	8586500	Descarga de Canaleta
03	Ascensión	Puente Colonial Ascensión	0502602	8586698	Descarga de Canaleta
04	Centro	Puente de San Cristóbal	0502891	8586617	Descarga de Canaleta
05	Centro	Malecón Santa Rosa	0503038	8586681	Descarga de Canaleta
06	Santa Ana	Adyacente al Estadio	0503413	8586702	Descarga de Canaleta
07	Santa Ana	Malecón Virgen de la Candelaria Frente Estadio	0503391	8586725	Descarga de Canaleta
08	San Cristóbal	Puente Tablachaca	0503486	8586834	Descarga de Canaleta
09	santa Ana	Malecón Virgen de la Candelaria	0503435	8586764	Descarga de Canaleta
10	Santa Ana	Malecón Santa Rosa (frente Psje Áreas)	0503682	8586836	Descarga de Canaleta

DESEMBOQUE DE RIACHUELOS:

03 puntos de desemboque de riachuelos el cual se muestran en la Matriz de Identificación N° 03: Desemboque de Riachuelos, el primero se ubica en el puente del tecnológico en el cual se observa que el riachuelo contiene residuos sólidos, además de que aguas arriba los vecinos lavan ropa, las aguas descargan al río de manera constante, el segundo punto se encuentra al lado del colegio Micaela bastidas, es una riachuelo con flujo considerable y continuo de aguas, este riachuelo atraviesa gran parte de la ciudad, durante su trayecto está seriamente contaminado con residuos sólidos desagües clandestinos además de que aguas arriba los vecinos lavan ropa, estas aguas en sus conjunto desembocan en el río Ichu.

El tercer punto vía agraria, es una riachuelo que deriva de un ojo de agua cercana a la Universidad Nacional de Huancavelica, con este rio sucede los mismo en el trayecto de sus aguas se observa la degradación de este por residuos sólidos desagües clandestinos y lo que aporta mayor impacto son los detergente utilizados para lavar ropa.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN N° 03: DESEMBOQUE DE RIACHUELOS

N°	PUNTO DE VERTIMIENTO	UBICACIÓN	COORDENADAS		TIPO
01	Ascensión	Puente del Tecnológico	0500630	8587352	Riachuelo
02	Yananco	Costado Colegio Micaela	0502488	8586534	Desemboque Rio disparate
03	Santa Ana	Rio Vía Agraria	0503854	8587031	Desemboque de Rio

DESAGÜE DE GRAN MAGNITUD:

Los desagües que están tipificados como de gran magnitud son 07 el cual se muestran en la Matriz de Identificación N° 04: Desagüe de Gran Magnitud, estos tienen la característica de que como el propio nombre lo dice son descargas de aguas servidas que son constantes y abundantes.

- El primero se ubica adyacente al terminal de autos este punto recolecta los desagües de todo el sector denominado quinta boliviana y pucarumi del distrito de ascensión,
- El segundo y tercer punto de gran magnitud se encuentra cercanos uno ambos en el distrito de ascensión; estos puntos reúnen y desembocan las aguas servidas del distrito de ascensión.

- El cuarto punto se encuentra ya casi por el centro de la ciudad enfrente del colegio de ingenieros, en este punto se reúnen y se desembocan las aguas servidas del barrio de yananaco y parte del cercado de la ciudad.
- El quinto punto se encuentra a 115m aproximadamente de la escuela de policías, este punto reúne y desemboca los aguas servidas del barrio de san Cristóbal.
- Como sexto punto está el que se ubica debajo al puente del ejercito ya casi finalizando la ciudad este recolecta las aguas servidas del sector puyhuan y parte del barrio de san Cristóbal
- Como séptimo y último punto está el que se encuentra 25m aproximadamente del puente de SACCACHACA, en este último punto según recolección de datos hablados de personal de EMAPA y el ministerio de vivienda y saneamiento se descargan las aguas servidas de la mayoría de las viviendas de la ciudad de Huancavelica.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN N° 04: DESAGÜE DE GRAN MAGNITUD:

N°	PUNTO DE VERTIMIENTO	UBICACIÓN	COORDENADAS		TIPO
01	Ascensión	Adyacente al terminal	500924	8586828	Desagüe de gran Magnitud
02	Ascensión	A 150 m aguas arriba del puente Cuzco	501772	8586716	Desagüe de gran Magnitud
03	Yananaco	A 90m aguas arriba del puente Cuzco	501804	8586652	Desagüe de gran Magnitud
04	Centro	En frente del Colegio de Ingenieros	503068	8586719	Desagüe de gran Magnitud
05	centro	A 115m de la Escuela de Policías	502518	8586596	Desagüe de gran Magnitud

N°	PUNTO DE VERTIMIENTO	UBICACIÓN	COORDENADAS		TIPO
06	Santa Ana	Debajo Puente del Ejercito	503801	8586944	Desagüe de gran Magnitud
07	Puente Seccsachaca	A 25 m del Puente Seccsachaca	504252	8586960	Desagüe de gran Magnitud

RESULTADO N° 2: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL SEGMENTO URBANO DEL RIO ICHU – HUANCAVELICA Y ASCENSIÓN

Los datos a continuación presentados fueron proporcionados por la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental de la Dirección Regional de Salud -Huancavelica, por medio del “INFORME ANUAL DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y SUELOS REGIÓN HUANCAVELICA – AÑO 2014”, con fecha Huancavelica, 13 de Abril del 2015, de este informe se tomaron 04 estaciones de monitoreo la primera M-103, la cual se encuentra en la captación de agua potable para la ciudad de Huancavelica, se tomó esta estación de monitoreo puesto que las aguas que discurren en este punto del río Ichu no se encuentran alteradas significativamente además de que no existe población cercana aguas arriba que pudieran afectar su calidad, de esta manera se podrá saber la calidad del agua que tiene el río Ichu al ingresar en el segmento urbano de la ciudad de Huancavelica, la segunda estación de monitoreo es el M-106, este se encuentra en la descarga del riachuelo disparate aproximadamente; esta estación se encuentra en el primer tercio del segmento urbano del río Ichu incluyendo el distrito de ascensión, en este punto se podrá tener una clara perspectiva de como viene siendo impactada la calidad del agua en el primer tercio, el tercer punto es M-107 este se halla cercano al puente huarmicahaca ubicado en el segundo tercio de la

cuidad, en este punto se podrá observar al igual que en el segundo el grado de contaminación que afecta a esta zona del río Ichu, finalmente la cuarta estación de monitoreo es M-105 esta se encuentra al finalizar la ciudad de Huancavelica, en este punto se podrá saber la calidad final del río cuando sale del segmento urbano de la ciudad de Huancavelica.

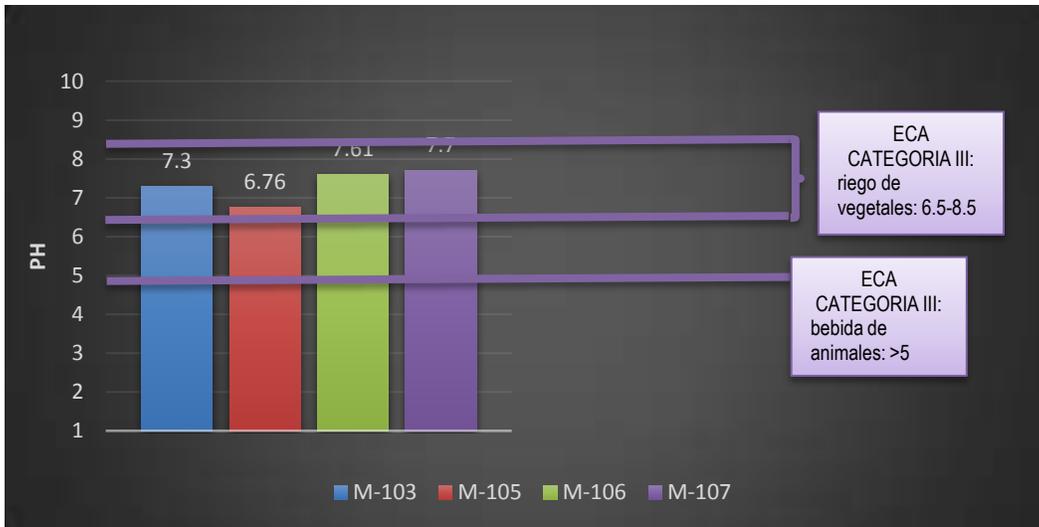
Los parámetros están en base a lo que la institución DIRESA –DESA requiere para fines del programa, mas no destinados al monitoreo ambiental del río Ichu, que dicho sea de paso no existen antecedentes de estudios realizados a la calidad del agua de este río en el segmento de estudio de la presente tesina; o si existen no han sido difundidos para el conocimiento de la población, es por ello que se tomaron estos resultados con los parámetros ya establecidos para analizarlos de acuerdo al objetivo de la presente tesina.

- **Parámetros físicos**

pH: (categoría III/riego de vegetales 6.5-8.5 y bebida de animales/ >5)

Los valores de pH para las estaciones de monitoreo M-103, M-105, M-106 y M-107 son de 7,3; 6.76; 7.61 y 7.70 respectivamente, datos que se encuentran dentro del rango aceptable para dicha categoría cumpliendo con los estándares nacionales de calidad ambiental para agua.

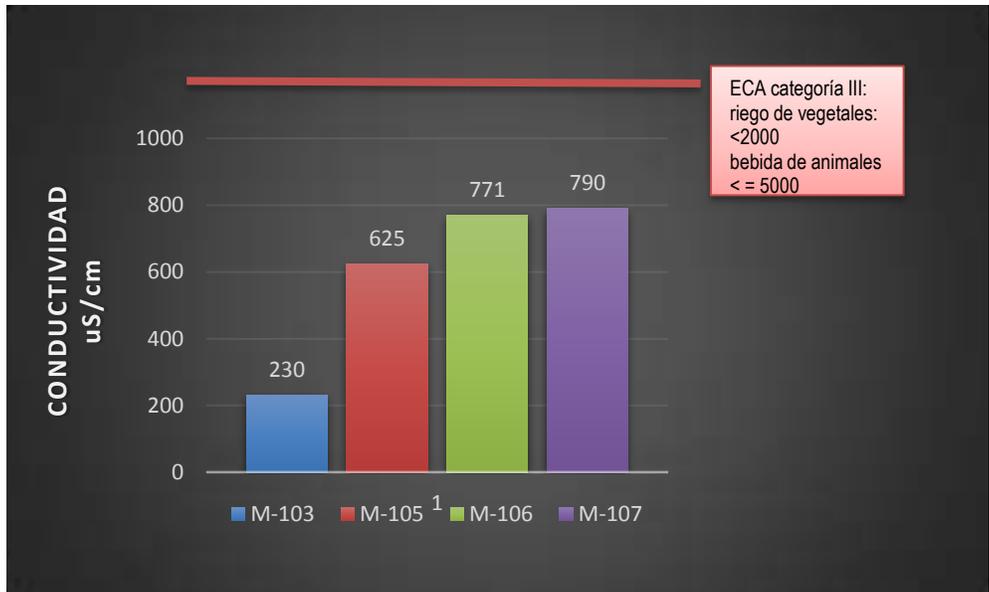
GRAFICA N° 1: Comparación del PH en las cuatro estaciones de Monitoreo con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua



Conductividad uS/cm: (categoría III/riego de vegetales y bebida de animales/<2000 y <=5000)

Los valores de la conductividad en los puntos de monitoreo M-103, M-105, M-106 y M-107 fueron de 230; 625; 771 y 790. Para la categoría III los valores se encuentran dentro de los rangos establecidos en los estándares nacionales de calidad ambiental para agua.

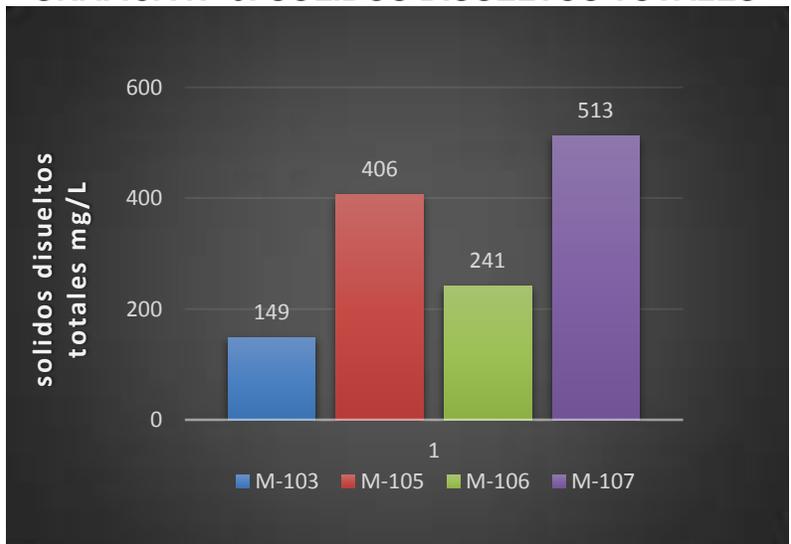
GRAFICA N° 2: Comparación de la Conductividad en las cuatro estaciones de Monitoreo con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua



Solidos disueltos totales: (categoría III/riego de vegetales y bebida de animales/no considera)

Los valores para las estaciones de monitoreo M-103, M-105, M-106 y M-107 fueron de 149; 406; 241 y 513 respectivamente, según los estándares nacionales de calidad ambiental para agua no especifica valor para la temperatura para la categoría III.

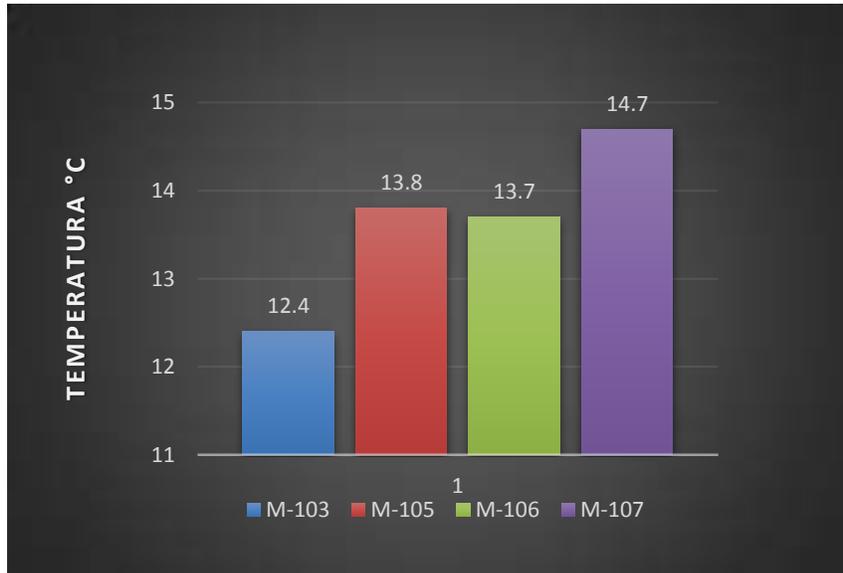
GRAFICA N° 3: SOLIDOS DISUELTOS TOTALES



Temperatura: La temperatura en las estación de muestreo M-103, M-105, M-106 y M-107 fueron de 12.4; 13.8; 13.7 y 14.7,

según los estándares nacionales de calidad ambiental para agua no especifica valor para la temperatura para la categoría III.

GRAFICA N° 4: Temperatura

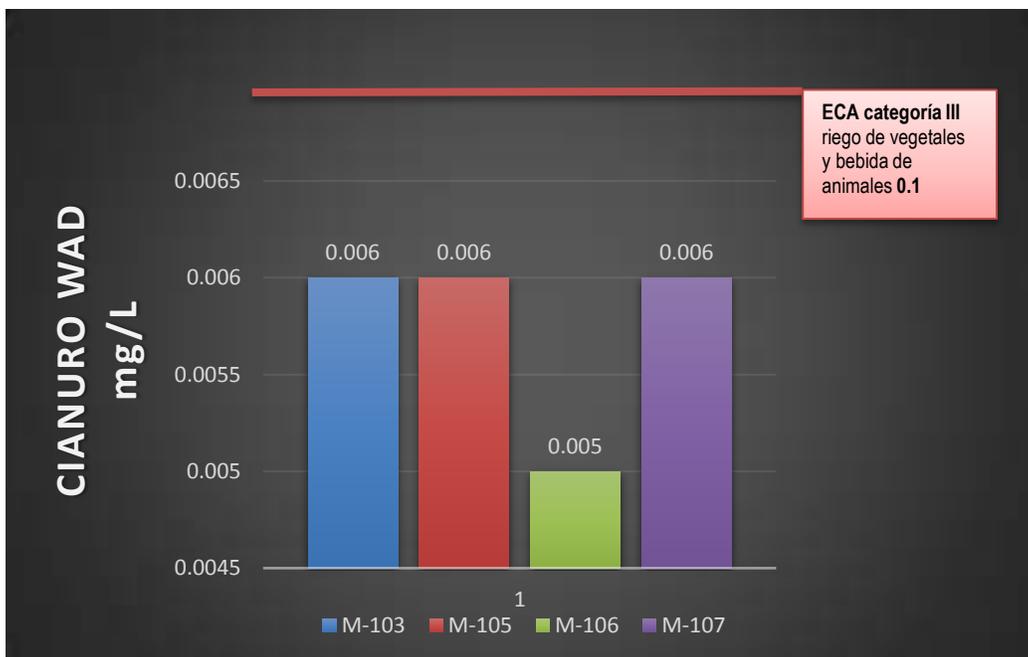


- **Parámetros químicos e inorgánicos**

Cianuro WAD mg/L: (categoría III/riego de vegetales y bebida de animales 0.1)

El cianuro wad para las estaciones de monitoreo M-103, M-105 y M-107 tienen un valor de 0.006mg/L, para la estación de monitoreo M-106 el valor dado es de 0.005mg/L, en la gráfica N°5 se puede apreciar que para las cuatro estaciones de monitoreo el cianuro WAD se encuentra dentro del rango permisible de los estándares nacionales de calidad ambiental para agua, que el máximo es de 0.1mg/L.

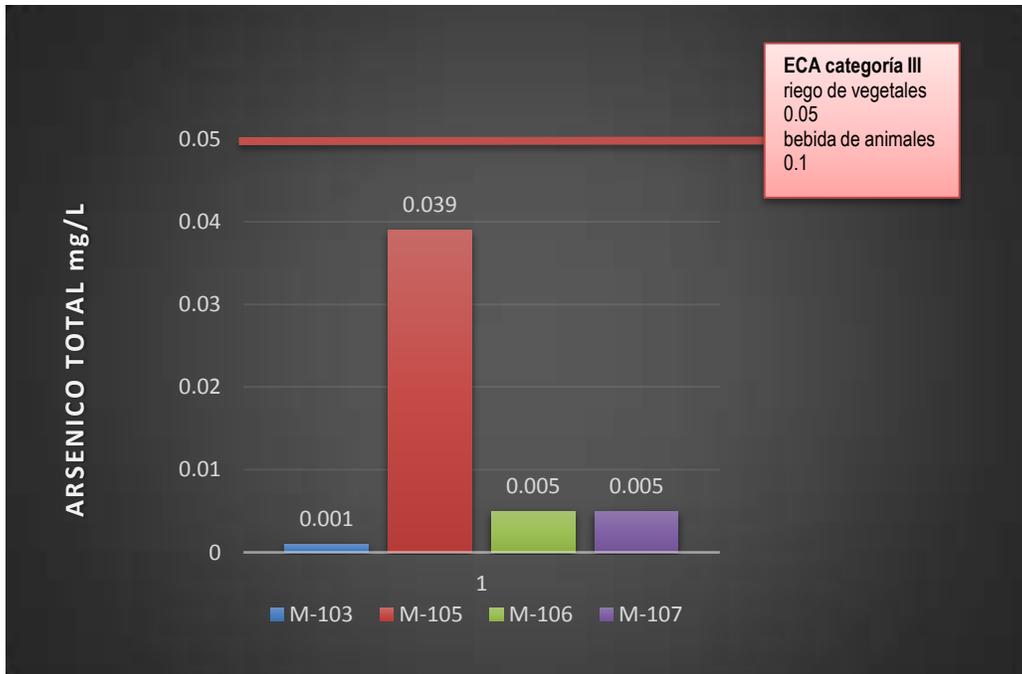
GRAFICA N° 5: Comparación del Cianuro WAD en las cuatro estaciones de Monitoreo con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua



Arsénico total mg/L: (categoría III/riego de vegetales 0.05 y bebida de animales 0.1)

Para la estación M-103 el valor obtenido de arsénico total es $<0.001\text{mg/L}$, para la estación M-105 el valor es 0.039mg/L , para la estación M-106 el valor registrado es de 0.005mg/L y finalmente para la estación M-107 el valor logrado es $<0.005\text{mg/L}$. se puede ver que par las cuatro estaciones de monitoreo los niveles de arsénico total no sobrepasan los estándares nacionales de calidad ambiental para agua.

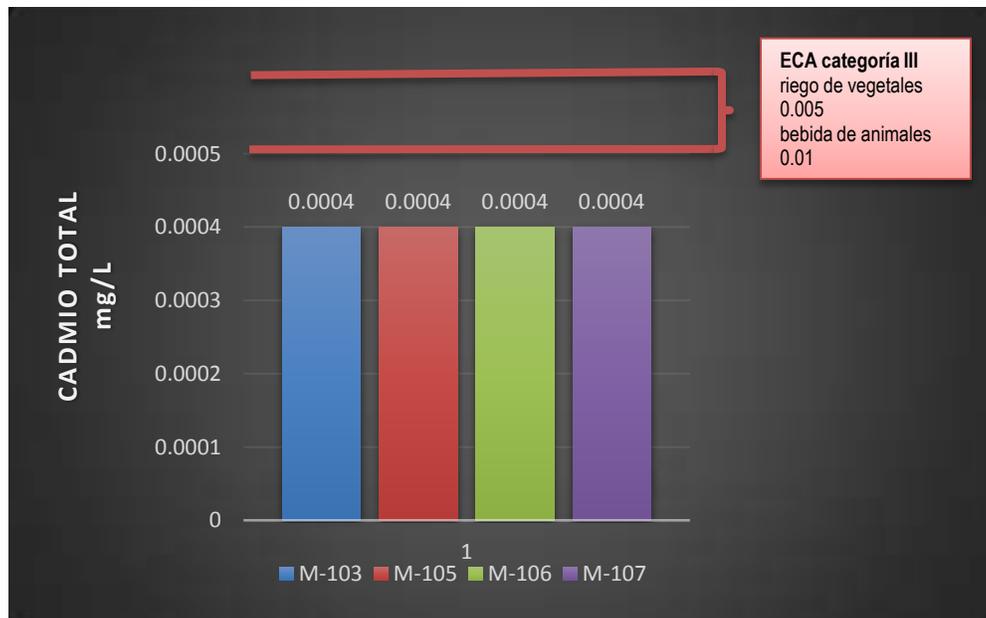
GRAFICA N° 6: Comparación del Arsénico Total en las cuatro estaciones de Monitoreo con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua



Cadmio total mg/L: (categoría III/riego de vegetales 0.005 y bebida de animales 0.01)

Los niveles de cadmio encontrados en las estaciones M-103, M-105, M-106 Y M-107 fueron para todas estas de 0.0004mg/l, lo cual nos indica que en ninguna de las estaciones sobrepasa los estándares nacionales de calidad ambiental para la categoría III riego de vegetales y bebida de animales.

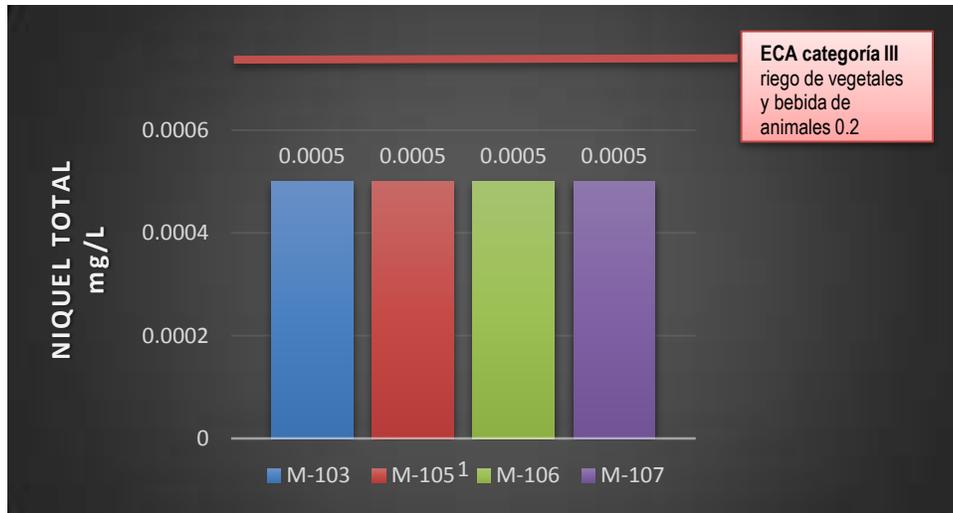
GRAFICA N° 7: Comparación del Cadmio Total en las cuatro estaciones de Monitoreo con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua



Níquel total mg/L: (categoría III/riego de vegetales y bebida de animales 0.2)

Las cuatro estaciones de monitoreo M-103, M-105 M-106 y M-107 cumplieron con los estándares nacionales de calidad ambiental para agua en la categoría III riego de vegetales y bebida para animales con un mismo valor que es de 0.0005 mg/l. como se evidencia se encuentran dentro del rango aceptable.

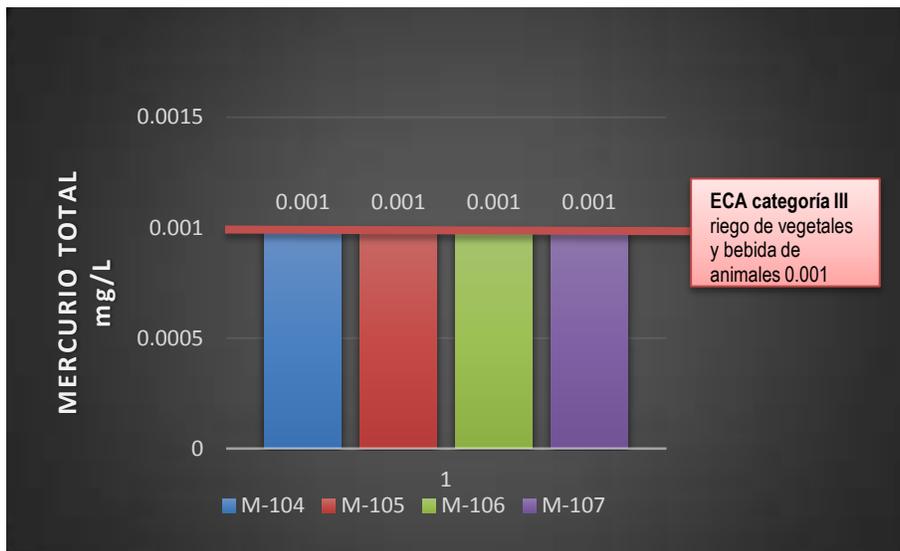
GRAFICA N° 8: Comparación del Níquel Total en las cuatro estaciones de Monitoreo con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua



Mercurio total mg/L: (categoría III/riego de vegetales y bebida de animales 0.001)

En las estaciones de monitoreo M-103, M-105 M-106 y M-107 los valores obtenidos fueron iguales arrojando un resultado de <0.001 mg/L, en comparación con los estándares nacionales de calidad ambiental el resultado obtenido se encuentra al límite del rango establecido como se aprecia en:

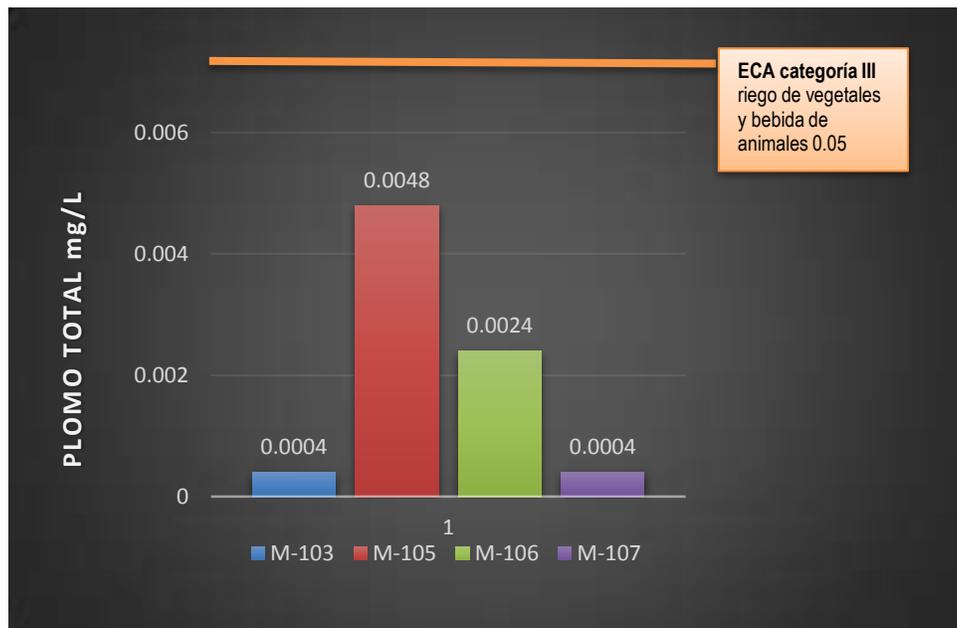
GRAFICA N° 9: Comparación del Mercurio Total en las cuatro estaciones de Monitoreo con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua



Plomo total mg/L: (categoría III/riego de vegetales y bebida de animales 0.05)

El plomo total en la estación de monitoreo M-103 tiene un valor de 0.0004, en la estación de monitoreo M-105 el plomo da un valor de 0.0048, para la estación de monitoreo M-106 nos da un valor de 0.0024 y para la estación de monitoreo M-107 el plomo es de 0.0004.

GRAFICA N° 10: Comparación del Plomo Total en las cuatro estaciones de monitoreo con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua



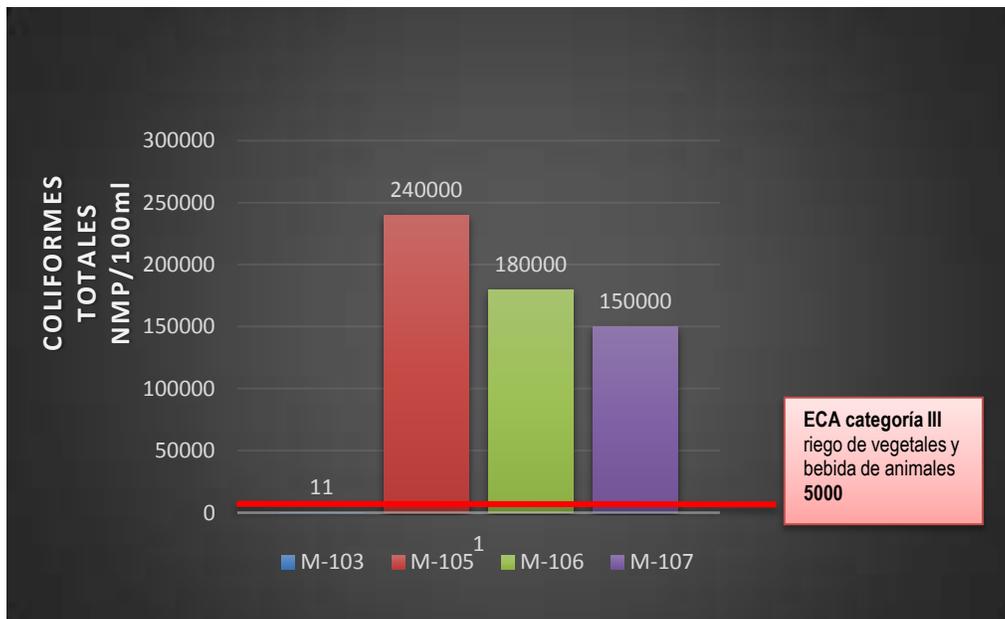
- **Parámetros microbiológicos**

Coliformes totales NMP/100ml: (categoría III/riego de vegetales y bebida de animales 5000)

En la estación de monitoreo M-103 los análisis nos arrojan un valor de 11 NMP/100ml vemos que es la única estación de monitoreo que cumple con los establecido en los estándares ambientales de calidad ambiental para agua. En las estaciones de monitoreo M-105, M-106 y M-107 los valores de coliformes totales son de: 240000; 180000 y 150000 NMP/100ml, vemos

que los valores obtenidos sobrepasan exageradamente con los estándares nacionales de calidad ambiental para agua.

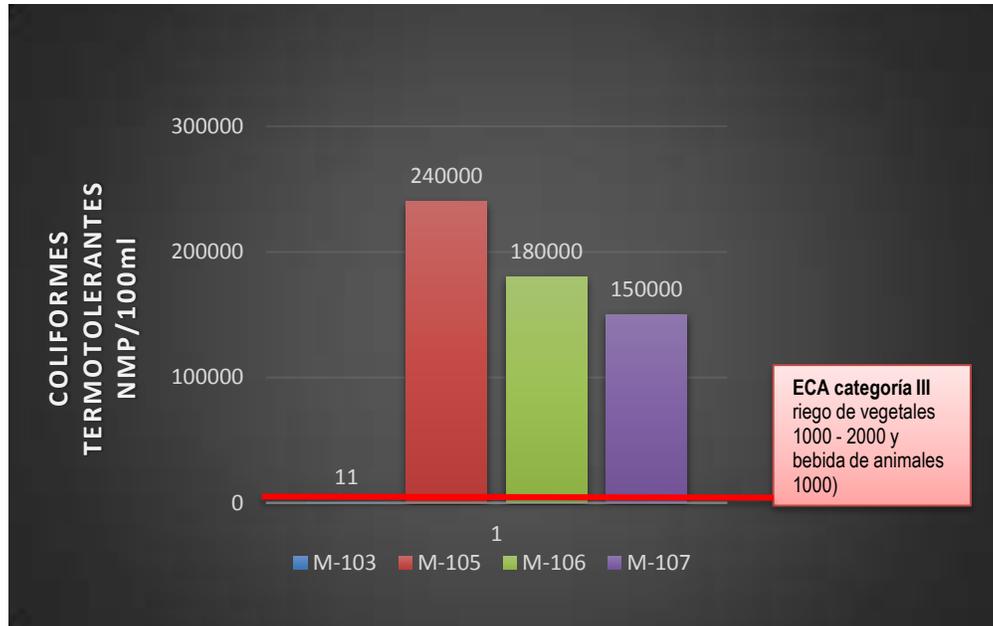
GRAFICA N° 11: Comparación de los Coliformes Totales en las cuatro estaciones de monitoreo con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua



Coliformes termotolerantes NMP/100ml: (categoría III/riego de vegetales 1000 - 2000 y bebida de animales 1000)

En la estación de monitoreo M-103 el valor obtenido es de 11 NMP/100ml, este valor está conforme para la categoría III, sin embargo en las estaciones de monitoreo M-105, M-106 y M-107 los valores sobrepasan exageradamente los estándares nacionales de calidad ambiental para agua.

GRAFICA N° 12: Comparación de los Coliformes Totales en las cuatro estaciones de monitoreo con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua



4.1.2. Resultados Generales

DETERMINACIÓN DEL EFECTO QUE PRODUCEN LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN EN LA CALIDAD DEL AGUA EN EL SEGMENTO URBANO DEL RIO ICHU – HUANCVELICA Y ASCENSIÓN.

Las fuentes de contaminación identificadas dentro del sector urbano del río Ichu – Huancavelica fueron 37, las cuales se tipificaron según su procedencia y magnitud de impacto, dentro de estas vimos que existen mayor cantidad de fuentes de contaminación por desagües domiciliarios sumando un total de 17, además se identificaron 07 puntos de descarga de desagüe de gran magnitud, y 10 puntos de descarga de canaletas por escorrentía, y 03 de desemboque de riachuelos estas son las fuentes de contaminación más resaltantes que se halló en el segmento urbano del río Ichu.

Por otra parte podemos observar en el siguiente cuadro la calidad del agua por medio de los parámetros físicos, químicos e inorgánicos y microbiológicos, y podemos apreciar en que parámetros la calidad del agua está sobrepasando los estándares nacionales de calidad ambiental para agua.

MATRIZ N° 05: Revisión de parámetros que cumplen y no cumplen con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua en el segmento urbano del Rio Ichu -Huancavelica

		ESTACIÓN DE MONITOREO			
		M-103	M-105	M-106	M-107
ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA (ECAs) PARA LA CATEGORIA III RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDAS DE ANIMALES					
Parámetros Físicos	pH				
	Conductividad				
	Sólidos disueltos totales				
	Temperatura				
Parámetros químicos e inorgánicos	Arsénico total				
	Cadmio total				
	Níquel total				
	Mercurio total				
	Plomo total				
Parámetros microbiológicos	Coliformes totales				
	Coliformes termotolerantes				

Si Cumple	
No Cumple	
No Especifica	

Del cuadro podemos decir lo siguiente:

- Para la estación de monitoreo inicial M-103 vemos que en ninguno de los parámetros sobrepasa los estándares de calidad ambiental para agua, para la estación de monitoreo M-105, M-106 y M-107 vemos que solo sobrepasa los estándares nacionales de calidad ambiental para agua en los parámetros microbiológicos; coliformes totales y termotolerantes.
- En cuanto a los parámetros físicos se evidencia que el valor del pH no sobrepasa en ninguna de las estaciones de monitoreo los estándares nacionales de calidad ambiental para agua. En cuanto al pH se puede decir que se encuentra dentro de los valores establecidos, esto nos indica que es saludable para la vida de organismos y consumo humano, lo cual es muy favorable en la calidad del agua y para su preservación.
- La conductividad en las estaciones de monitoreo M-105, M-106 y M-107 tampoco sobrepasan los estándares nacionales de calidad ambiental para agua. La conductividad está relacionada a las formaciones geológicas del lugar. la ciudad de Huancavelica tiene la formación Tr, la cual está compuesta por capas finas de roca arcilla y en su superficie por rocas de granito que incluyen fragmentos de cristales volcánicos, esta formación tiende a presentar conductividad baja porque el granito se compone de materiales más inertes no ionizables para las corrientes de agua, En la conductividad se miden las sales disueltas en el agua que propagan la electricidad. La conductividad en los ríos es afectada sobre todo por la geología del área en la cual el agua fluye, sabiendo esto se puede decir que la conductividad en el

segmento en estudio del río Ichu no es considerable en relación a los ECAs para agua.

- Para la Categoría III de los estándares nacionales de calidad ambiental, no especifica valores para sólidos disueltos totales; pero para tener referencia si los valores obtenidos son aceptables en la categoría IV: conservación del ambiente acuático en ríos de costa y sierra el valor dado es de 500mg/L. este valor es sobrepasado solo en la estación de monitoreo M-107 que nos arroja un valor de 513mg/L, esto pone en evidencia que las aguas del río al transcurrir por el segmento urbano de la ciudad de Huancavelica existen muchos factores que aportan sólidos al río, esta aportación posiblemente se da por las escorrentías pluviales que son direccionadas al río por medio de las canaletas que existe a lo largo de toda la ciudad de Huancavelica. El río también cuenta con cantidades naturales de sólidos disueltos totales. - AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL EU (USEPA).
- Para la temperatura no se especifican valores para la temperatura para la categoría III ni para otra categoría para ríos. La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como la aptitud del agua para ciertos usos útiles. (GRUPO FOUNT – 2015). El aumento de la temperatura disminuye la solubilidad de gases como el oxígeno y aumenta en general las sales. A temperaturas altas aumenta la putrefacción y en lugares de descargas de aguas calientes se afecta el área y los organismos. (FELIX A. OCASIO SANTIAGO-2008)
- En cuanto a los parámetros químicos e inorgánicos vemos que para el cianuro WAD en ninguna de las estaciones de monitoreo

sobrepasa los ECAs, sin embargo las mínimas concentraciones detectadas en los análisis se debería a que existe presencia en la atmosfera de cianuro a causa de las actividades antrópicas, en forma de gas como cianuro de hidrogeno, esto se encuentra en las pequeñas partículas de polvo, este polvo eventualmente se deposita en el suelo o en cuerpos de agua o por la lluvia, La mayor parte del cianuro en el agua superficial formará cianuro de hidrógeno y se evaporará. Sin embargo, la cantidad de cianuro de hidrógeno que se forma generalmente no es suficiente como para impactar drásticamente la calidad del agua en el segmento de estudio de la presente tesina.

- El arsénico total, no sobrepasa los ECAs para la categoría III, en ninguna de las estaciones de monitoreo, sin embargo vemos que en la estación M-105 la presencia de este metal se incrementa considerablemente en relación a los valores de las demás estaciones de monitoreo, esto se debería posiblemente a que el contaminante se transporta al rio por escorrentías de aguas luego de pasar por vertederos clandestinos de equipos electrónicos, además de mecánicas que vierten sus aguas a las canaletas que finalmente desembocan en el rio, también se pudo haber dado por material químico que se utiliza con fines de jardinería como plaguicidas, herbicidas o fertilizantes procedentes del uso residencial en urbanizaciones aledañas, esto estaría siendo aportado probablemente por las redes de alcantarilla o de manera clandestina.
- El cadmio total tampoco sobrepasa los ECAs para la categoría III en ninguna de las cuatro estaciones de monitoreo, la presencia de cadmio en las aguas que discurren por la ciudad de Huancavelica se debería a que el cadmio es muy difícil de

encontrar en suelos y usualmente se encuentra junto con zinc, en fábricas que producen fertilizantes o minerales de fosfato y con la quema de carbón, en la cuenca hidrográfica del río Ichu no existe ningún tipo de industrias que se dediquen a esta actividad. Así que se deduce que los restos de cadmio encontrados en los puntos de monitoreo sean producto de la escorrentía clandestina.

- Níquel total no sobrepasa los ECAs para la categoría III en ninguna de las cuatro estaciones de monitoreo. La presencia de Níquel que cabe resaltar que según los resultados obtenidos nos da un valor 0.0005mg/L que vendría a ser un 0.25% del total que es de 0.2mg/L. esto estaría siendo aportado por la quema de materia orgánica como plantas, de manera clandestina. El posible causante del níquel hallado pueden ser a causa de las escorrentías que derivan de las formaciones geológicas que se halla en el barrio de san Cristóbal, este contiene restos de roca volcánica en donde el níquel suele encontrarse, a esto se le suman los automóviles que transitan por las calles cercanas al río. Este metal en aleaciones se encuentra en las piezas de autos como cigüeñales, engranajes, llaves, aros, etc.
- Los valores de mercurio total están en el límite de los ECAs para agua, lo cual quiere decir que en el agua que transcurre por la ciudad de Huancavelica se encuentra mercurio, no es algo anormal en la ciudad de Huancavelica, estos valores se le atribuye a que como bien sabemos que en Huancavelica existe mercurio desde el siglo pasado en los sub suelos o podría deberse también a algún vertedero clandestino de este tipo de sustancias.

- El plomo total tampoco excede los estándares nacionales de calidad ambiental en ninguna de las estaciones de monitoreo, el motivo de que se halle plomo en los análisis se debería a las redes de desagüe que generalmente son de tuberías de Plomo, además se hallan accesorio de bronce los cuales contienen plomo, en tuberías de cobre con soldaduras, que se encuentran en las casas que son antiguas por ser una ciudad colonial, además no se descarta de que se estén vertiendo clandestinamente al río. El plomo también se encuentra en nuestro ambiente en el aire, agua y suelo en menores cantidades pero que contribuyen y como vemos el plomo encontrado es en mínimas cantidades.
- Para los parámetros microbiológicos se observa lo siguiente: los coliformes totales y coliformes termotolerantes, solo en la estación de monitoreo M-103 está dentro de lo establecido en los ECAs para agua, esto se debería a que la primera estación de monitoreo se encuentra alejada del casco urbano y las aguas se encuentran sin ningún tipo de alteración antrópica, mientras que en las estaciones de monitoreo para ambos parámetros M-105, M-106 y M-107 sobrepasan excesivamente para la categoría III para riego de vegetales y bebida de animales. Esto claramente es a causa de que en el sector urbano del río Ichu se identificaron 17 fuentes de contaminación de desagües domiciliarios y 7 fuentes de contaminación de desagües de gran magnitud, es justamente por estos desagües que bien sabemos que aportan continuamente materia fecal por medio de las redes de alcantarilla de toda la ciudad de Huancavelica.

4.2. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La presente tesina titulada “IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL SEGMENTO URBANO DEL RIO ICHU – HUANCVELICA” tiene como Hipótesis general: “La calidad del agua se ve afectada por las fuentes puntuales de contaminación en el segmento urbano del rio Ichu – Huancavelica”.

Según los resultados obtenidos tanto de las fuentes puntuales de contaminación y de los análisis de la calidad del agua en el segmento del rio Ichu que transcurre por la ciudad de Huancavelica incluyendo el distrito de ascensión se puede afirmar que la calidad del agua si está siendo afectada por las fuentes puntuales de contaminación, sobrepasando los estándares nacionales de calidad ambiental ECAs para agua en el parámetro microbiológico: coliformes totales y coliformes termotolerantes. Por lo cual se puede decir que la hipótesis general es aceptable para la presente tesina.

Con respecto a las hipótesis específicas:

La identificación de las fuentes potenciales de contaminación contribuyó a determinar la afectación del segmento urbano del Rio Ichu – Huancavelica.

El análisis de los resultados de los parámetros de calidad del agua contribuyó a determinar la afectación del segmento urbano del Rio Ichu – Huancavelica.

4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El segmento urbano del rio Ichu de Huancavelica si está siendo afectado por algunas de las fuentes puntuales de contaminación; no todas las fuentes de contaminación sobrepasan los estándares nacionales de calidad

ambiental pero existen puntos potenciales de contaminación, las cuales en su mayoría provienen de las descargas de aguas servidas, que aportan gran cantidad de material fecal y eso se demuestra en los resultados de los parámetros microbiológicos que presenta niveles muy elevados en ambas estaciones de monitoreo, esto representa el mayor impacto que presenta el río Ichu, también es impactado por arsénico total que se deduce que es aportado por escurrimientos de mecánicas de autos y por botaderos clandestinos de material electrónico, además de agentes químicos de jardinería aportado por domicilios entre otros, el plomo total que también sobrepasara los estándares nacionales de calidad ambiental para agua es aportado por las tuberías de plomo que conducen el desagüe.

CONCLUSIONES

- Las fuentes de contaminación identificadas dentro del segmento estudiado del río Ichu de Huancavelica fueron 37 de los cuales 17 son provenientes de desagües domiciliarios clandestinos, 07 son desagües de gran magnitud provenientes de toda la ciudad de Huancavelica, 10 son por escurrimiento de canaletas que aportan contaminantes al río y 03 son por la descarga de riachuelos que son efluentes del río Ichu, los cuales se encuentran en el segmento urbano de la ciudad de Huancavelica.

- Los análisis de calidad del agua se realizaron en cuatro estaciones de monitoreo M-103, M—105, M-106 y M-107, estaciones determinadas por la DIRESA – DESA – HVCA, de las cuales concluimos en que tanto para los parámetros físicos y para los parámetros químicos e inorgánicos no sobrepasan los estándares nacionales de calidad ambiental para agua, sin embargo para los parámetros microbiológicos coliformes totales y coliformes termotolerantes el resultado fue el esperado, sobrepasan exageradamente los niveles de los estándares nacionales de calidad ambiental para agua.
- Los parámetros físicos y para los parámetros químicos e inorgánicos en las cuatro estaciones de monitoreo no sobrepasan los ECAs para agua, pero vemos que aunque los valores dados sean mínimos. Se concluye que el motivo de que el parámetro microbiológico coliformes totales y termotolerantes sobrepase los estándares de calidad ambiental es que el agua que transcurre por el segmento urbano de la ciudad de Huancavelica en todo su transcurso es alimentado con materia fecal por los 17 puntos de desagüe domiciliario clandestino y también por los 07 puntos de descarga de aguas servidas de gran magnitud.

RECOMENDACIONES

- Que se consideren acciones correctivas por parte de los vecinos que conducen clandestinamente sus aguas servidas al río. De igual manera concientizar a los vecinos que disponen sus residuos electrónicos en puntos críticos del río.
- Además a la empresa EMAPA y a la Municipalidad Provincial de Huancavelica que son las instituciones responsables del servicio básico en la ciudad disponer de manera segura las aguas servidas de la ciudad (planta de tratamiento de aguas residuales PTAR), pues a causa de los desagües que desembocan al río los parámetros microbiológicos son muy elevados y

exceden los estándares de calidad ambiental exageradamente, esta medida es necesaria luego de conocer los resultados en las cuatro estaciones de monitoreo; de este modo se podrá contribuir no solo al mejoramiento de la calidad del agua en el segmento urbano del río Ichu, sino también a la recuperación de la calidad ambiental de este.

- Se recomienda concientizar a los pobladores y dueños de mecánicas de autos que podrían estar aportando con sus aguas residuales contaminantes al río, dar un tratamiento previo antes de verter sus aguas a las canaletas que desembocan finalmente al río.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Estándares de Calidad Ambiental de Agua – Ministerio del Ambiente D.S. N° 002-2008-MINAM – Categoría III Riego de vegetales y bebida de animales.
- D.S. 002-2008-MINAM - Autoridad Nacional del Agua
- Estándares de Calidad Ambiental - Ministerio del Ambiente
- “Informe Anual del Programa de Vigilancia de la Calidad de los Recursos Hídricos Región Huancavelica – 2013”
- “Informe anual del Programa de Vigilancia de la Calidad de los Recursos Hídricos Región Huancavelica – 2014”
- “Informe Anual del Programa de Vigilancia de la Calidad de los Recursos Hídricos Región Huancavelica – 2015”

- Informe N° 056– 2015/ MPH / GGA / programa-sumaq mayu/smc – Municipalidad Provincial de Huancavelica - Gerencia de Gestión Ambiental - Sub Gerencia de Residuos Sólidos y Aguas Residuales. Informe de Identificación de Puntos de Descarga de Aguas Residuales hacia el Rio Ichu – 2015 “SUMAQ MAYU”
- Grupo Fount - Especialización en Monitoreo Ambiental, Biológico y Salud Ocupacional Módulo IV – Semana 15 Monitoreo de la Calidad de Agua Superficial, Consumo Humano, Efluentes y Subterráneo
- Grupo Fount - Especialización en Monitoreo Ambiental, Biológico y Salud Ocupacional Módulo IV – Semana 16 Monitoreo de la Calidad de Agua Superficial, Consumo Humano, Efluentes y Subterráneo
- El investigador Revista Científica Tecnológica N° 03 de la Universidad Técnica del Norte – Vicerrectorado Académico Centro Universitario de Investigación Científica y Tecnológica – Ecuador 2011
- Georgina gentile, inge thiel & irene wais de badgen)
- Las normas internacionales para el agua potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 1958.
- Morales (2010) Calidad del Agua y Posibles Fuentes de Contaminación en la Cuenca del Rio Morivis. Tesis no publicada escuela de asuntos ambientales universidad metropolitana
- Agencia de Protección Ambiental EU (USEPA).
- Félix A. Ocasio Santiago (2008) Evaluación de la Calidad del Agua y posibles fuentes de contaminación en un segmento del Rio Piedras, Tesis publicada por la Universidad Metropolitana – Escuela Graduada de Asuntos Ambientales San Juan de Puerto Rico.
- Mesa redonda algunos aspectos de la problemática actual de los efluentes de curtiembre - III Jornada Técnica de la Industria Curtidora 2010
- Blog vecinal orientado a la defensa de la Calidad de Vida de quienes vivimos en el NOA y en particular en la Hermosa Ciudad de Salta "La Linda"-2012.

- Análisis de alternativas para la degradación del Cianuro en efluentes líquidos y sólidos del Municipio de Segovia, Antioquia y en la planta de beneficio de la empresa mineros nacionales, Municipio de Marmato, Caldas - 2014
- Evaluación y ordenamiento de los recursos hídricos (2001),
- Plan de Recuperación del Río Ichu de Huancavelica - escrito por pulso regional - publicado el 25 abril 2012 - categoría: noticias regionales

ANEXOS

PUNTO DE DESCARGA 01 ADYACENTE AL TERMINAL



**PUNTO DE DESCARGA 02 A 150 M DEL PUENTE DEL EJERCITO (DISTRITO DE
ACSENCION)**

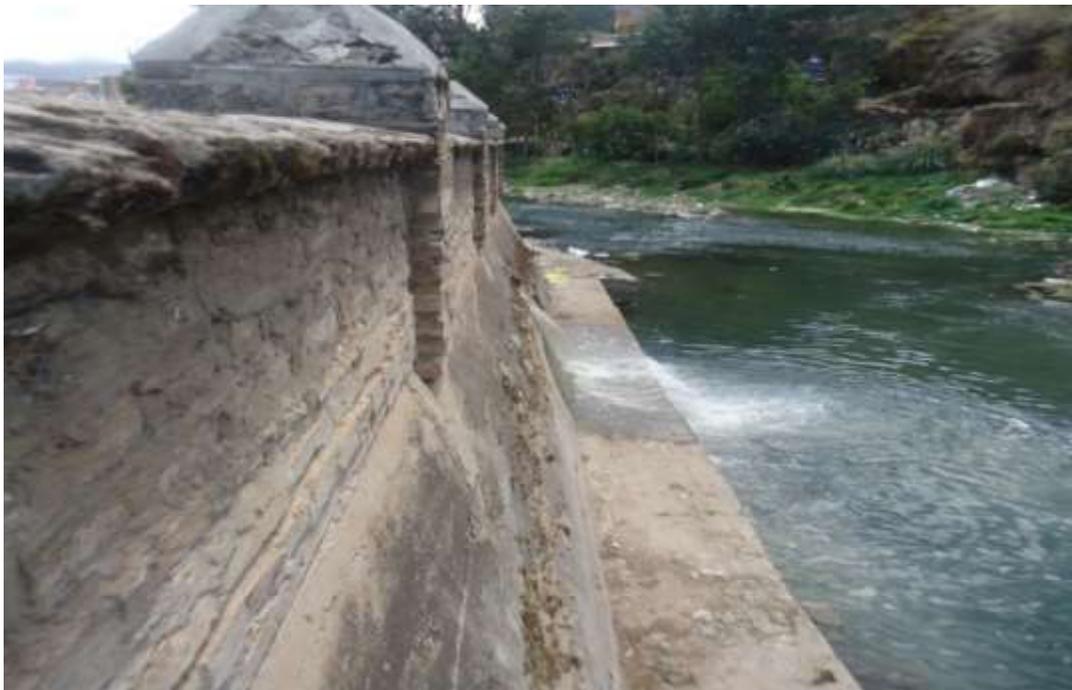


PUNTO DE DESCARGA 03 A 90 M DEL PUENTE DEL EJERCITO (DISTRITO DE ACSENCION)



PUNTO DE DESCARGA 04 FRENTE AL COLEGIO DE INGENIEROS





PUNTO DE DESCARGA 05 A 150M DE LA ETS DE LA PNP



PUNTO DE DESCARGA 06 DEBAJO DEL PUENTE DEL EJÉRCITO



PUNTO DE DESCARGA 07 A 50 M DEL PUENTE SACCSACHACA





**ESTACIONES DE MONITOREO EN EL SEGMENTO URBANO DE LA CIUDAD
DE HUANCVELICA (ESTABLECIDOS POR DIRESA – HUANCVELICA)**



PUNTOS DE DESCARGA DE DESAGUES MUNICIPALES DE GRAN MAGNITUD (HUANCAVELICA-ASCENCION)



PUNTOS DE DESCARGA DE CANALETAS (HUANCAVELICA-ASCENCION)



PUNTOS DE DESCARGA DE RIACHUELOS (HUANCAVELICA-ASCENCION)



FUENTES PUNTUALES DE CONTAMINACION (HUANCAVELICA-ASCENCION)

