

t
333.7
N18

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE RECURSOS
NATURALES



“IMPLEMENTACIÓN DE RESERVORIOS COMO UNA PROPUESTA DE TECNOLOGÍA APROPIADA PARA MEJORAR LA CALIDAD SANITARIA DEL AGUA PARA RIEGO EN NIEVERÍA”

Para optar por el Título Profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

PRESENTADO POR:

CELIKA PATRICIA NAKAMURA RIVERA

C. N.

CALLAO, PERÚ

2011

[Handwritten signature]

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL

Siendo las 17:15 horas del día martes 20 de Setiembre de 2011, En el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales ubicado en la Av. Juan Pablo II N° 306, Bellavista-Callao; se da inicio a la Sustentación de la Tesis Titulada "Implementación de Reservorios como una *Propuesta de Tecnología Apropriada para mejorar la Calidad Sanitaria del Agua para Riego en Nievería*", para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales de la Bachiller Célika Patricia Nakamura Rivera la misma que está presente.

Contando con la asistencia del Jurado Evaluador y Asesor a fin de dar cumplimiento a la Resolución N° 052-2011-D-FIARN los mismos que están integrados por los siguientes docentes:

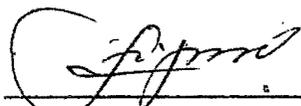
ING. AMÉRICO CARLOS MILLA FIGUEROA	Presidente
BLGO. CARLOS ODORICO TOME RAMOS	Secretario
ING. GODOFREDO TEODORO LEÓN RAMÍREZ	Vocal
ING. MÁXIMO FIDEL BACA NEGLIA	Asesor

Terminada la sustentación, el Jurado Evaluador invita a la tesista y al público en general se retiren del ambiente para las deliberaciones del caso en presencia del asesor.

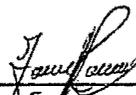
El Jurado Evaluador acuerda: **APROBAR POR UNANIMIDAD**

Con el Calificativo de **MUY BUENO** y en consecuencia da por terminado el acto de sustentación.

En señal de conformidad firman el Jurado Evaluador y Asesor a las 18:50 horas del 20 de Setiembre de 2011.



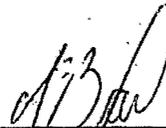
Ing. Américo Carlos Milla Figueroa
Presidente



Blgo. Carlos Odorico Tome Ramos
Secretario



Ing. Godofredo Teodoro León Ramírez
Vocal



Ing. Máximo Fidel Baca Neglia
Asesor

A mi madre Eva, por su ejemplo de lucha y perseverancia, a mi obachan Sumie, por quererme tanto, aunque no pudo ver mi crecimiento personal y profesional y a mi abuela Hilda, por su amor incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por demostrarme que siempre estás a mi lado, aunque a veces yo no lo pueda apreciar, por darme salud y mantener a mi familia unida.

Al Dr. Gordon Prain y a la Dra. Blanca Arce del CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP), quienes me brindaron la oportunidad de realizar el presente proyecto de investigación, al Ing. Henry Juarez y al Ing. Tomás Alfaro, por las enseñanzas, confianza y amistad. Al Ing. Julio Moscoso, Asesor del CEPIS, por el apoyo, valiosa contribución y confianza depositada. A todas las personas que participaron de una u otra manera de este proyecto en el CIP, ya que logramos formar en un excelente equipo multidisciplinario.

A la familia Bonifacio, beneficiarios del proyecto, por la hospitalidad, el apoyo y confianza en el proyecto y en mí como profesional.

A mi mamá, por estar a mi lado, apoyándome y motivándome a ser una persona emprendedora, a mis hermanos Natalie y Alejandro, porque a pesar de las adversidades permanecemos aún más unidos, a toda mi familia, por las muestras de cariño, y a mis grandes amigos por las muestras de admiración como persona y profesional. A todos, por apoyarme e incentivar me a concluir lo iniciado.

A mi asesor el Ing. Máximo Baca por el apoyo y orientación, al profesor el Ing. Abner Vigo por su amistad y por todo el apoyo brindado durante todo este tiempo y en general a todos mis queridos profesores de la FIARN por para las enseñanzas en mi etapa de formación como Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales, pues en todo momento traté aprender al máximo de sus conocimientos y experiencia.

ÍNDICE

RESUMEN.....	7
SUMMARY.....	9
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. MARCO TEÓRICO.....	13
2.1. Contaminación del agua.....	13
2.2. Riesgos de la contaminación del agua para la salud.....	14
2.3. Enfermedades relacionadas con el saneamiento.....	16
2.4. Calidad del agua.....	17
2.5. Tecnología apropiada.....	22
2.6. Sistemas naturales de tratamiento de aguas.....	23
2.6.1. Lagunas de estabilización.....	23
2.6.2. Humedales artificiales (Wetland).....	29
2.6.3. Reservorios.....	30
III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
3.1. Recopilación de información del ámbito geográfico.....	32
3.2. Diagnóstico de la calidad del agua para riego y productos agrícolas en los subsectores de Huachipa y Nievería.....	32
3.2.1. Identificación de fuentes contaminantes.....	32
3.2.2. Evaluación de la calidad del agua para riego.....	32
3.2.3. Evaluación de la calidad sanitaria de los productos agrícolas.....	35
3.3. Implementación del Sistema para mejorar la calidad del agua para riego.....	37
3.3.1. Reservoirio.....	37
3.3.2. Localización, diseño, implementación y puesta en marcha del Reservoirio.....	37
3.3.3. Instalación de las Parcelas Demostrativas.....	45
3.3.4. Monitoreo de la calidad del agua para riego a partir del uso del reservoirio.....	46
3.3.5. Rendimiento de la producción agrícola.....	46
3.3.6. Siembra de peces y control del peso.....	46
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
4.1. Recopilación de información del ámbito geográfico.....	48
4.2. Diagnóstico de la calidad del agua de riego y productos agrícolas en las comisiones de regantes de Huachipa y Nievería.....	49
4.2.1. Mapeo de las fuentes de contaminación.....	49
4.2.2. Calidad del agua de riego.....	50
4.2.3. Calidad sanitaria de los productos agrícolas.....	61

4.3. Evaluación de la calidad del agua y los productos agrícolas a partir del uso del Reservorio.....	63
4.3.1. Monitoreo de la calidad del agua del Reservorio.....	63
4.3.2. Producción agrícola.....	66
4.3.3. Siembra de peces y control del peso.....	66
V. CONCLUSIONES.....	69
VI. RECOMENDACIONES.....	71
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72

APÉNDICE

Listado de Figuras

Figura N° 01: Matriz de Consistencia.....	74
Figura N° 02: Árbol de Causa - Efecto.....	75
Figura N° 03: Árbol de Medios y Fines.....	76
Figura N° 04: Ámbito Geográfico del Proyecto.....	77
Figura N° 05: Ubicación del Reservorio.....	78
Figura N° 06: Cortes Transversales del Reservorio.....	79
Figura N° 07: Corte Longitudinal del Reservorio.....	80
Figura N° 08: Arqueta de Desagüe (Vista Planta y Corte A-A').....	81
Figura N° 09: Arqueta de Desagüe (Corte B-B' y Corte C-C').....	82
Figura N° 10: Ubicación de las líneas de conducción de agua y parcelas Demostrativas.....	83
Figura N° 11: Identificación de las fuentes de contaminación en Huachipa y Nievería.....	50
Figura N° 12: Ubicación de los puntos de muestreo.....	52
Figura N° 13: Mapeo de Coliformes fecales.....	56
Figura N° 14: Mapeo de Parásitos (Presencia/Ausencia).....	58

Listado de Cuadros

Cuadro N° 01: Parámetros evaluados en los productos agrícolas.....	84
Cuadro N° 02: Descargas de efluentes industriales.....	51
Cuadro N° 03: Resultado del análisis fisicoquímico.....	53
Cuadro N° 04: Resultado del análisis de metales pesados.....	54
Cuadro N° 05: Resultado del análisis de nutrientes.....	54
Cuadro N° 06: Resultado del análisis microbiológico.....	55

Cuadro N° 07: Resultado del análisis parasitológico.....	59
Cuadro N° 08: Resultados del monitoreo de productos agrícolas en Huachipa y Nievería.....	61
Cuadro N° 09: Coliformes Termotolerantes en canal de riego y reservorio (NMP/100 mL).....	63
Cuadro N° 10: Parásitos en el canal de riego y Reservorio (Org/100mL).....	64

Listado de Fotografías

Fotografía N° 01: Excavación, nivelación y acabados.....	84
Fotografía N° 02: Construcción de obras de arte, instalación de la geomembrana y operación del Reservorio.....	84
Fotografía N° 03: Siembra de tilapias, pesca y pesado.....	85
Fotografía N° 04: Silos, botaderos y efluentes industriales en canales de riego.....	85

Listado de Gráficos

Gráfico N° 01: Parásitos predominantes en los canales de riego.....	57
Gráfico N° 02: Coliformes Termotolerantes en el canal vs. Reservorio.....	63
Gráfico N° 03: Parásitos en el canal vs. Reservorio.....	64
Gráfico N° 04: Remoción de Coliformes fecales vs. Temperatura.....	64
Gráfico N° 05: Curva de crecimiento de las tilapias.....	66
Gráfico N° 06: Tasa de crecimiento de las tilapias.....	67
Gráfico N° 07: Crecimiento vs. Temperatura.....	67
Gráfico N° 08: Porcentaje de remoción de Coliformes Termotolerantes en el Reservorio y temperatura mensual en Nievería.....	85
Gráfico N° 09: Concentración de Coliformes Termotolerantes y parásitos en el canal riego Nievería.....	86
Gráfico N° 10: Curvas de crecimiento de tilapias por etapas.....	86

ANEXOS

Cuadro A: Principales Enfermedades transmitidas por el agua.....	83
Cuadro B: Microorganismos patógenos presentes en la orina, heces y las aguas residuales.....	84
Figura A: Procesos dentro de los Reservorios.....	85
Informes de ensayo	
Tríptico del Proyecto: Agua Limpia, Productos Sanos y Cultivo de Peces	

RESUMEN

El alto índice de contaminación fecal en aguas con fines de riego en zonas urbanas y periurbanas, es un grave problema que viene creciendo día a día con el proceso de urbanización acelerada o crecimiento desordenado de asentamientos humanos que descargan sus aguas residuales domésticas hacia los canales de riego sin ningún tratamiento previo.

Como es el caso del Cono Este, en el cual se produce el 35% de las hortalizas que se comercializa en Lima, esta situación constituye un alto riesgo para la salud de los agricultores y de los consumidores, reflejándose en la incidencia de EDAs (Enfermedades Diarreicas Agudas).

El ámbito del proyecto se ubica en el subsectores de riego Nievería que se encuentran dentro del 56% de la población que no cuenta con servicios básicos de saneamiento, posee 283 hectáreas y alberga 223 familias aproximadamente, según el Padrón de Uso Agrícola, 2005.

Se realizó una evaluación de la calidad del agua de riego en los subsectores de Huachipa y Nievería, en la cual se observó que el 95% de los puntos muestreados sobrepasaron los límites permisibles de coliformes termotolerantes y que más del 80% registra presencia de parásitos. Como consecuencia, más del 30% de las hortalizas regadas con esta agua no son aptas para el consumo humano.

La escasa cobertura de tratamiento de agua residual y la falta de conocimiento sobre el riesgo para la salud que conlleva a su uso con fines de riego, llevó a proponer y desarrollar el presente estudio que plantea el uso de Reservorios como un sistema de tratamiento para mejorar la calidad del agua de riego, el cual mediante un proceso de almacenamiento permitió la sedimentación de parásitos y registró un valor promedio de remoción de coliformes fecales de 96.90%, mejorando de esta manera la calidad sanitaria del agua para riego y por consiguiente de los productos agrícolas.

Adicionalmente, el uso del Reservorio permitió la crianza de peces de la especie tilapia utilizando su volumen de reserva, lo cual fue motivo de integración familiar e ingreso económico extra para el agricultor.

SUMMARY

The high rate of fecal contamination in water for irrigation in urban and periurban areas is a serious problem that is growing daily with the accelerated urbanization process and disorderly growth of human settlements that discharge their wastewater into domestic channels irrigation without any treatment.

Such as the case of East Cone, which produces 35% of vegetables marketed in Lima, this situation is a high risk to the health of farmers and consumers, reflected in the incidence of EDAs (Diseases Acute diarrhea).

The project is located in the irrigation subsector Nievería which is within 56% of the population has no access to basic sanitation services, has 283 acres and approximately 223 families, according to the Census of Agricultural Use, 2005.

It has performed an evaluation of the quality of irrigation water in the subsector Huachipa and Nievería, which noted that 95% of the sample exceeds the permissible limits of fecal coliforms and more than 80% recorded the presence of parasites. As a result, over 30% of vegetables irrigated with this water is not acceptable for human consumption.

The low coverage of wastewater treatment and lack of knowledge about the health risks associated with his use for irrigation, led to propose and develop the present study, the use of reservoirs as a system of treatment to improve the quality of irrigation water, which through a storage process allowed the sedimentation of parasites and recorded an average removal of fecal coliform of 96.90%, thus improving the sanitary quality of irrigation water and the agricultural products.

Additionally, the use of the reservoir allowed tilapia fish farming using its reserve volume, which was a source of family integration and extra income for the farmer.

I. INTRODUCCIÓN

El río Rímac es la principal fuente de abastecimiento de agua potable de Lima y se encuentra altamente contaminado. La cuenca alta y media está principalmente afectada por relaves mineros, aguas ácidas y desagües, cargando las aguas del río con sólidos, elementos y sustancias tóxicas metálicas y no metálicas. La cuenca baja se ve afectada por residuos orgánicos y tóxicos procedentes de la descarga de desagües, disposición de residuos sólidos y drenaje agrícola.

Sólo el 6% de las tierras del país son aptas para agricultura. El 50% del potencial agrícola de la costa no es utilizado por carencia de agua, por esta limitación existen 4 766 hectáreas agrícolas regadas con aguas residuales, 86% de ellas sin ningún tratamiento. (OPS, 1993), convirtiéndose esta situación en una condición de vida a la que se enfrentan la mayoría de agricultores urbanos y peri-urbanos de las grandes ciudades.

El uso indiscriminado de aguas residuales en el riego de cultivos de consumo humano está relacionado con las altas tasas de morbimortalidad por enfermedades infecciosas, especialmente entre los niños menores de cinco años. Esta situación se debe, en parte, a la escasa cobertura de tratamiento del agua residual doméstica, lo que representa un alto riesgo de diseminación de enfermedades entéricas. (OPS/IDRC, 2005)

La contaminación de los canales de riego es un grave problema actualmente, puesto que se ha demostrado que la presencia de bacterias patógenas y parásitos en los productos agrícolas está relacionada directamente con la calidad microbiológica del agua de riego. (CEPIS, 1990). Situación que se puede observar en zonas rurales en proceso de urbanización acelerada que carecen de facilidades sanitarias como en los subsectores de riego de Huachipa y Nievería en la zona denominada "Cono Este de Lima", ubicada en la cuenca baja del río Rímac.

La agricultura es la principal actividad realizada por los pobladores de Huachipa y Nievería, los cuales se encuentran dentro del 56% de la población que no cuenta con servicios básicos de saneamiento. Cabe resaltar que el 35% de hortalizas que se comercializa en Lima proviene del Cono Este.

Frente a este contexto, el Centro Internacional de la Papa (CIP) mediante su programa Cosecha Urbana ha desarrollado el proyecto "Agricultores en la ciudad" con el fin de promover en el Cono Este de Lima una agricultura regada con agua de buena calidad para ofrecer en el mercado local productos agrícolas que no afecten la salud de los consumidores y los agricultores. Es por ello que con financiamiento de CESAL España y asesoramiento de CEPIS se ha implementado un sistema de tratamiento de aguas como una propuesta tecnológica adaptada a la realidad de nuestro país, el cual mediante el uso de un Reservorio el agua destinada para riego es sometida a un proceso natural de almacenaje, con el fin de reducir los contaminantes patógenos y de esta manera obtener productos agrícolas de mejor calidad y disminuir los riesgos para la salud que trae consigo el uso de aguas contaminadas en la agricultura.

Los beneficiados del proyecto serán los pobladores de Huachipa y Nievería, los dueños de las áreas agrícolas irrigadas con el agua tratada en el Reservorio por que obtendrán productos de buena calidad y de mayor valor en el mercado; y, los consumidores porque tendrán la certeza de comprar y consumir productos sanos que no pondrán en riesgo su salud.

La importancia del presente estudio radica en que la calidad del agua tratada en el Reservorio y destinada posteriormente para el riego de los cultivos, se acerque a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el agua, categoría III (Riego de vegetales y bebida de animales), DS N° 002-2008-MINAM, porque de esta manera nos aseguramos que los cultivos están siendo regados con agua de buena calidad y que estos productos se encuentran en condiciones óptimas para el consumo humano.

Debido a la dotación irregular del agua en algunos subsectores del Cono Este de Lima, los Reservorios son utilizados también como fuente de almacenamiento de

agua lo cual le permite al agricultor disponer de agua adicional, y de esta manera tener un riego regular facilitándole la siembra de otros tipos de cultivos.

Además los reservorios le permiten al agricultor obtener un ingreso adicional debido a la venta de peces de la especie tilapia, que se crían en el volumen de reserva equivalente al 50% del volumen útil, integrando a la familia mediante la distribución de actividades como la alimentación de los peces, medición de la temperatura, entre otras.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Contaminación del agua

El agua se considera contaminada cuando se altera su composición o condición, y resulta menos apta para cualquiera o todo los usos y propósitos para los que sería apropiada en su estado natural. Esta definición incluye alteraciones de las propiedades físicas, químicas, biológicas y microbiológicas convirtiendo al agua en un peligro para la salud pública, o el bienestar, o para usos domésticos, comerciales, industriales, agrícolas, recreativos, y otros que se consideren legítimos, o bien para el ganado, los animales salvajes, los peces y otra fauna acuática (OPS-OMS, 2006)

La contaminación puede ser accidental -a veces con graves consecuencias- pero, más frecuentemente se debe a la evacuación sin control de aguas residuales y otros desechos líquidos como los de uso doméstico, vertimientos industriales que contienen una gran variedad de contaminantes, efluentes agrícolas de instalaciones zootécnicas, drenajes de sistemas de riego y aguas de escorrentía urbana. La aplicación deliberada de productos químicos al suelo para aumentar el rendimiento de los cultivos o su adición al agua para controlar organismos indeseables, constituyen causas de contaminación.

El acelerado crecimiento de la población, la expansión de la industria y la tecnificación de la agricultura hacen más complejo el problema de la contaminación del agua. Es necesario conocer que aguas residuales domésticas y municipales contienen materias orgánicas putrescibles que demandan oxígeno de las aguas receptoras. La materia orgánica consiste principalmente en carbohidratos, proteínas de material animal, y aceites y grasas diversas.

Los compuestos orgánicos encontrados en las aguas residuales incluyen aminoácidos, ácidos grasos, jabones, detergentes, azúcares, disolventes, metales pesados, ácidos, blanqueadores, colorantes, curtientes, sulfuros, amoniacos, etc. Y muchos de estos compuestos son biocidas y tóxicos (OPS-OMS, 2006)

De otra parte, la contaminación que originan las prácticas agrícolas se deben a los desechos animales, material de erosión, nutrientes vegetales, sales inorgánicas y minerales, herbicidas y plaguicidas, a los que se pueden añadir diversos agentes infecciosos contenidos en los desechos.

El destino de los contaminantes después de su disposición final a un cuerpo de agua (río, lago, acequia, mares) dependerá generalmente de su naturaleza (solubilidad, biodegradabilidad y toxicidad), de la masa de agua vertida y de la masa de agua receptora. Normalmente, después de la descarga, la masa de agua descargada se verá sometida a procesos físicos de dispersión y dilución, y pueden ser afectados por reacciones químicas y biológicas. La predicción de las variaciones en su concentración, según el tiempo y la distancia desde el punto de descarga, suele ser un proceso complicado de predicción (OPS-OMS, 2006)

2.2. Riesgos de la contaminación del agua para la salud

El agua se encuentra en cuatro formas principales: depósitos subterráneos, masas superficiales de agua dulce, el mar y el vapor en la atmósfera. La ingestión de agua directamente o en alimentos, su empleo en la higiene personal o la agricultura, industria o recreación, y el hecho de habitar en sus cercanías pueden afectar la salud humana.

En muchos países en desarrollo, el agua de los ríos, estanques, canales, etc., se utiliza para una serie de propósitos: aseo, lavado de ropa, eliminación de excretas humanas, usos domésticos, de modo que estas aguas se contaminan y constituyen un vehículo de transmisión de infecciones entéricas, tales como el cólera, la fiebre tifoidea y disenterías, y ciertas infecciones parasitarias (OPS-OMS, 2006).

La contaminación del agua por bacterias, virus y parásitos patógenos al hombre puede atribuirse a la acción del ser humano sobre la propia fuente de agua o durante su transporte desde la fuente al consumidor. Entre los contaminantes figuran las aguas residuales, efluentes de alcantarillado y heces humanas y animales. Tanto los enfermos como los portadores que eliminan agentes

patógenos en las heces y la orina propagan las infecciones. Los portadores pueden ser pacientes restablecidos pero que albergan todavía el agente infeccioso sin experimentar ningún otro trastorno, o enfermos leves o sin síntomas identificados o diagnosticados. La prevención de la contaminación y la purificación del agua tienen por objeto, en gran parte, erradicar las infecciones transmitidas por el agua, y se establecieron para ese fin.

Los principales agentes biológicos transmitidos por el agua pueden agruparse en los siguientes grupos: bacterias; virus; parásitos y otros organismos patógenos al hombre.

Bacterias patógenas: Las bacterias patógenas transmitidas directamente por el agua, o indirectamente a través del agua a los alimentos, constituyen una de las principales fuentes de enfermedad y muerte en muchos países en desarrollo. Incluyen los agentes causantes de grandes epidemias como el cólera y fiebre tifoidea - y los casos menos espectaculares pero mucho más numerosos de diarrea infantil, disentería y otras infecciones entéricas (OPS-OMS, 2006).

Las bacterias patógenas de transmisión hídrica provienen de seres humanos y de animales de sangre caliente (animales domésticos, ganado y animales silvestres). Estos agentes microbianos llegan a los cursos de agua a través de las descargas de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente, drenaje de lluvias, descargas de plantas de procesamiento de carne de ganado y de aves, escorrentías que pasan por los corrales de ganado. En las zonas rurales la práctica de la defecación a campo abierto también constituye una fuente de contaminación de las aguas superficiales (OPS-CEPIS, 2004)

Virus: Ciertos virus que se multiplican en el aparato digestivo del hombre pueden ser excretados en las heces en cantidades considerables y encontrarse en las aguas residuales y aguas contaminadas (OPS-OMS, 2006). Sin embargo, su presencia no indica necesariamente un riesgo significativo para el ser humano. Los virus hallados con mayor frecuencia en aguas contaminadas y en efluentes de alcantarillado son los enterovirus (virus poliomielíticos, virus

coxsackie y virus echo), adenovirus, reovirus y el virus (todavía no identificado) de la hepatitis infecciosa.

Parásitos: Entre los parásitos que pueden ser ingeridos, se encuentra la *Entamoeba histolytica*, que es el agente causal de la amebiasis intestinal. Este parásito está muy extendido en los países cálidos del mundo y donde las condiciones sanitarias son malas. El empleo de filtros de agua, como los utilizados para la eliminación de las bacterias, es eficaz y esencial contra las amebas vegetativas y enquistadas, puesto que el quiste amebiano es resistente al cloro en las dosis que normalmente se aplican para el tratamiento del agua (OPS-OMS, 2006).

Algunos helmintos intestinales, como *Ascaris lumbricoides* y *Trichuris trichiura*, pueden ser también transmitidos por el agua, si bien su modo normal de transmisión es la ingestión de alimentos contaminados. La distomatosis es otra enfermedad parasitaria que puede contraerse al ingerir agua contaminada que contenga, en este caso, quistes de las especies *Fasciola* o *Dicrocoelium* (Cuadro A).

2.3. Enfermedades relacionadas con el saneamiento

Hay toda una serie de afecciones relacionadas con las excretas y las aguas residuales que afectan comúnmente a los habitantes de los países en desarrollo y que pueden subdividirse en enfermedades transmisibles y no transmisibles.

Enfermedades transmisibles

Las principales enfermedades transmisibles, cuya incidencia puede reducirse mediante la eliminación inocua de las excretas, son las infecciones bacterianas y virales, y las infestaciones por helmintos. Entre las infecciones bacterianas se tiene el cólera, la fiebre tifoidea y paratifoidea, la disentería y las diarreas de origen bacteriano y viral, mientras que entre las infestaciones parasitarias a la anquilostomiasis, la esquistosomiasis y la filariasis.

Las personas más expuestas a contraer estas enfermedades son los niños menores de cinco años, ya que su sistema inmunológico no se encuentra totalmente desarrollado y además porque pueden estar debilitados por una mala nutrición (OPS-OMS, 2006).

Los organismos patógenos que se hallan frecuentemente en las heces, la orina y las aguas residuales domésticas son diversos así como las enfermedades que causan (*Cuadro B*)

Enfermedades no transmisibles

Además del contenido de agentes patógenos, ha de tenerse en cuenta la composición química de las aguas residuales, debido a sus efectos en el crecimiento de los cultivos y en los consumidores. El número de componentes que han de vigilarse (por ejemplo, metales pesados, compuestos orgánicos, detergentes, etc.) es mayor en las zonas urbanas industrializadas que en las rurales o indígenas.

Sin embargo, el contenido de nitratos es importante en todas partes debido a los posibles efectos de su acumulación, tanto en las aguas superficiales como en las subterráneas. En el hombre, y en especial en los recién nacidos, puede producir la metahemoglobinemia y además afecta el equilibrio ecológico de las aguas que reciben escorrentías o efluentes líquidos con una gran concentración de nitratos.

Aunque la principal actividad humana que aumenta el contenido de nitratos es la utilización de fertilizantes químicos, el saneamiento deficiente o el mal uso de las aguas residuales pueden contribuir también a incrementar esa concentración, particularmente en las aguas subterráneas (OPS-OMS, 2006).

2.4. Calidad del agua

El agua pura en el sentido riguroso de su significado, no existe en la naturaleza, debido a su propiedad como solvente sería imposible encontrarla libre de

compuestos químicos. Además, el ciclo del agua influye en su calidad, como sigue:

- El agua de lluvia disuelve los gases de la atmósfera y transporta polvo a la tierra.
- Al llegar la lluvia a la tierra ésta se evapora, se escurre o se infiltra.
- El agua en su escurrimiento e infiltración disuelve sales y reacciona con sustancias orgánicas residuales (restos de plantas, animales, etc.)
- El agua adquiere algunas características como turbiedad y contaminación por contacto con aguas residuales.
- El agua adquiere coloración, pues disuelve sustancias orgánicas coloreadas, las cuales están en forma de coloides.
- El material sólido en suspensión en el agua le da turbiedad.
- El curso de agua puede recibir aguas residuales, que contamina con bacterias patógenas.
- Esta contaminación altera las características de las aguas superficiales y subterráneas.

Aspectos microbiológicos

El agua segura, es aquella que puede ser aceptada y consumida por el hombre, sin que exista la posibilidad de causar daño a la salud. No debe contener ningún microorganismo considerado patógeno y debe estar libre de bacterias indicadoras de contaminación fecal (OPS-OMS, 2006).

Para asegurarse que el abastecimiento de agua potable satisfaga estas condiciones, es importante que de manera regular, se examine el agua para detectar contaminación fecal. El primer indicador recomendado para este propósito es el Grupo Coliforme (conjunto de organismos coliformes, llamados así por su forma de coma en una vista del microscopio). Estos organismos se encuentran naturalmente en el tracto digestivo del ser humano y de otros animales de sangre caliente, son parte de la flora bacteriana natural. Sin embargo cuando se les encuentra en otras soluciones como el agua, nos indican la presencia de contaminación fecal.

Son muy buenos indicadores pues siempre están asociados a la materia fecal y pueden ser detectados aún después de considerable dilución. La detección de organismos coliformes fecales o termotolerantes, en particular de la bacteria *Escherichia coli*, brinda una evidencia definitiva de contaminación fecal (OPS-OMS, 2006).

Aspectos químicos y físicos

La contaminación físico-química puede provenir de la industria, de la actividad agrícola o de fuentes naturales. Para establecer si existen problemas de este tipo, es necesario medir determinados parámetros físico-químicos para evaluar la calidad del agua.

- a) **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):** caracteriza la carga orgánica, es el parámetro más empleado para evaluar el comportamiento de las lagunas de estabilización de aguas residuales y la calidad de sus efluentes, su unidad de medida es mg/L o en Kg DBO/ha/día.

- b) **Temperatura del agua:** Es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración. Múltiples factores, principalmente ambientales, pueden hacer que la temperatura del agua varíe continuamente (OPS-CEPIS, 2004).

- c) **Oxígeno disuelto:** Su presencia es esencial en el agua; proviene principalmente del aire. Niveles bajos o ausencia de oxígeno en el agua puede indicar contaminación elevada, condiciones sépticas de materia orgánica o una actividad bacteriana intensa; por ello se le puede considerar como un indicador de contaminación (OPS-CEPIS, 2004).

- d) **Cloro residual:** El cloro actúa como desinfectante garantizando la calidad bacteriológica del agua. Es el más comúnmente usado debido a su eficacia,

la facilidad de su medición tanto en los laboratorios como sobre el terreno. Otra ventaja importante con respecto a otros desinfectantes es que el cloro deja un residuo – cloro residual - que contribuye a prevenir la nueva contaminación durante la distribución, el transporte y el almacenamiento del agua en el hogar.

Se pueden medir tres tipos de cloro residual:

Cloro libre (las especies más reactivas, es decir, el ácido hipocloroso y el ión de hipoclorito);

Cloro combinado (las especies menos reactivas pero más persistentes, formadas por la reacción de las especies de cloro libre con material orgánico y amoníaco); y

Cloro total (la suma de los residuos de cloro libre y cloro combinado).

El cloro libre es inestable en solución acuosa, y el contenido de cloro de las muestras de agua puede disminuir rápidamente, en particular a temperaturas cálidas. La exposición a luz fuerte o la agitación acelerará la pérdida de cloro libre. Por consiguiente, cuando se trata de determinar la concentración de cloro libre, las muestras de agua se deben analizar inmediatamente después de tomarlas y en ningún caso almacenarlas para su análisis ulterior (OPS-OMS, 2006).

- e) **Conductividad:** La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como de la temperatura de la medición y sirve para evaluar la concentración de minerales disueltos en el agua.

La conductividad se expresa en micromhos por centímetro ($\mu\text{mhos/cm}$). En el Sistema Internacional de Unidades (SIU), el recíproco del ohmio es el siemens (S), y la conductividad se expresa en milisiemens por metro (mS/m); $1 \text{ mS/m} = 10 \mu\text{ mhos/cm}$ (OPS-OMS, 2006).

- f) pH:** El pH es una medida de la concentración de iones H⁺, que determinan la naturaleza ácida o básica del agua analizada. El pH es importante en el proceso de desinfección con cloro, ya que la eficacia de la desinfección depende del valor del pH (OPS-OMS, 2006). Influye en algunos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución (OPS-CEPIS, 2004).
- g) Turbiedad:** Los niveles elevados de turbiedad pueden proteger a los microorganismos contra los efectos de la desinfección, estimular el crecimiento de las bacterias y ejercer una demanda significativa de cloro. Por lo tanto, en todos los procesos en los que se utilice la desinfección, la turbiedad siempre debe ser baja, de preferencia por debajo de 1 UNT, para conseguir una desinfección efectiva (OPS-OMS, 2006).
- h) Color:** Esta característica del agua puede estar ligada a la turbiedad o presentarse independientemente de ella. En la formación del color en el agua intervienen, entre otros factores, el pH, la temperatura, el tiempo de contacto, la materia disponible y la solubilidad de los compuestos coloreados (OPS-CEPIS, 2004).
- i) Sabor y olor:** El olor del agua se debe principalmente a la presencia de sustancias orgánicas. Algunos olores indican un incremento en la actividad biológica y otros pueden tener su origen en la contaminación industrial. La percepción combinada de sustancias detectadas por los sentidos del gusto y del olfato se conoce generalmente con el nombre de "sabor" (OPS-OMS, 2006).

Las normas de cada país determinan los requisitos que debe cumplir la calidad del agua para consumo humano, pero éstos, a su vez, están en concordancia con las recomendaciones desarrolladas por organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS).

2.5. Tecnología apropiada

Las tecnologías avanzadas convencionales provenientes de los países desarrollados pueden ser muy atractivas, pero su utilización en sociedades pobres puede acarrear más inconvenientes que los que soluciona (Solsona, 1997)

Las tecnologías alternativas para abastecimiento de agua cumplen funciones similares a las tecnologías convencionales pero a un menor costo y de manera más sencilla, resultando atractivas a las demandas del mundo en desarrollo.

La aplicación de tecnologías apropiadas hace que la gente local pueda dirigir y controlar. Muchas veces se dice que la tecnología apropiada significa que la gente pueda hacer y componer cosas prácticas y sencillas -tales como herramientas, instrumentos o máquinas-, usando los recursos locales. Pero tecnología apropiada, además se refiere a los métodos (maneras de hacer, de aprender y resolver problemas) que se adapten a las necesidades, costumbres y habilidades de la gente (OPS-OMS, 2006)

Al seleccionar la tecnología se debe tener muy en cuenta las posibilidades y limitaciones locales, ya que en situaciones de emergencia puedan tener la ventaja de rehabilitarla más fácilmente cuando se disponen los recursos necesarios en el lugar y esto solo se cumple cuando la tecnología seleccionada es apropiada al medio (OPS-OMS, 2006)

En términos generales, los requisitos que deben cumplir las tecnologías apropiadas son:

Eficiencia: Adecuado funcionamiento durante muchos años.

Costeable por los usuarios: Que usen mayormente materiales y mano de obra local.

Fácil operación y mantenimiento: La operación, la reparación y el mantenimiento ejecutados con recursos propios a nivel local.

Culturalmente aceptable: Acorde con las costumbres locales y creencias religiosas.

Conveniente para el usuario: Permitir usar los nuevos sistemas sin afectar sus rutinas normales.

Poderse mejorar gradualmente: Tecnología aplicada que pueda ser modificada fácil y económicamente a fin de mejorar o ampliar su capacidad

2.6. Sistemas naturales de tratamiento de aguas

2.6.1. Lagunas de estabilización

Las lagunas de estabilización es el método más simple de tratamiento de aguas residuales que existe. Están constituidos por excavaciones poco profundas cercadas por taludes de tierra. Generalmente tiene forma rectangular o cuadrada.

Las lagunas tienen como objetivos:

- Remover de las aguas residuales la materia orgánica que ocasiona la contaminación.
- Eliminar microorganismos patógenos que representan un grave peligro para la salud.
- Utilizar su efluente para reutilización, con otras finalidades, como agricultura.

La eficiencia de la depuración del agua residual en lagunas de estabilización depende ampliamente de las condiciones climáticas de la zona, temperatura, radiación solar, frecuencia y fuerza de los vientos locales, y factores que afectan directamente a la biología del sistema.

Las lagunas de estabilización se pueden clasificar, en relación con la presencia de oxígeno, en (1) aerobios, (2) de maduración, (3) facultativos, y (4) anaerobios (Metcalf & Eddy, 1998).

Lagunas Aerobias: Reciben aguas residuales que han sido sometidos a un tratamiento y que contienen relativamente pocos sólidos en suspensión. En ellas se produce la degradación de la materia orgánica mediante la actividad de

bacterias aerobias que consumen oxígeno producido fotosintéticamente por las algas. Son lagunas poco profundas de 1 a 1.5m de profundidad y suelen tener tiempo de residencia elevada, 20-30 días (Romero, 1999).

El grupo específico de algas, animales o especies bacterianas presentes en cualquier zona de una laguna aerobia depende de factores tales como la carga orgánica, el grado de mezcla de la laguna, el pH, los nutrientes, la luz solar y la temperatura (Metcalf & Eddy, 1998).

Lagunas Anaerobias: El tratamiento se lleva a cabo por la acción de bacterias anaerobias. Como consecuencia de la elevada carga orgánica y el corto periodo de retención del agua residual, el contenido de oxígeno disuelto se mantiene muy bajo o nulo durante todo el año. El objetivo perseguido es retener la mayor parte posible de los sólidos en suspensión, que pasan a incorporarse a la capa de fangos acumulados en el fondo y eliminar parte de la carga orgánica.

Las lagunas anaerobias suelen tener profundidad entre 2 y 5 m, el parámetro más utilizado para el diseño de lagunas anaerobias es la carga volumétrica que por su alto valor lleva a que sean habituales tiempos de retención con valores comprendidos entre 2-5 días (Romero, 1999).

Lagunas Facultativas: Son aquellas que poseen una zona aerobia y una anaerobia, siendo respectivamente en superficie y fondo. La finalidad de estas lagunas es la estabilización de la materia orgánica en un medio oxigenado proporcionando principalmente por las algas presentes. La profundidad de las lagunas facultativas suele estar comprendida entre 1 y 2 m para facilitar así un ambiente oxigenado en la mayor parte del perfil vertical (Rolim, 2000).

En este tipo de lagunas se puede encontrar cualquier tipo de microorganismos, desde anaerobios estrictos, en el fango del fondo, hasta aerobios estrictos en la zona inmediatamente adyacente a la superficie. Además de las bacterias y protozoarios, en las lagunas facultativas es esencial la presencia de algas, que son los principales suministradoras de oxígeno disuelto (Rolim, 2000).

Las bacterias y algas actúan en forma simbiótica, con el resultado global de la degradación de la materia orgánica. Las bacterias utilizan el oxígeno suministrado por las algas para metabolizar en forma aeróbica los compuestos orgánicos. En este proceso se liberan nutrientes solubles (nitratos, fosfatos) y dióxido de carbono en grandes cantidades, estos son utilizados por las algas en su crecimiento. De esta forma, la actividad de ambas es mutuamente beneficiosa (Rolim, 2000).

Laguna de Maduración: Este tipo de laguna tiene como objetivo fundamental la eliminación de bacterias patógenas. Además de su efecto desinfectante, las lagunas de maduración cumplen otros objetivos, como son la nitrificación del nitrógeno amoniacal, cierta eliminación de nutrientes, clarificación del efluente y consecución de un efluente bien oxigenado.

Las lagunas de maduración se construyen generalmente con tiempo de retención de 3 a 10 días cada una, mínimo 5 días cuando se usa una sola y profundidades de 1 a 1.5 metros. En la práctica el número de lagunas de maduración lo determina el tiempo de retención necesario para proveer una remoción requerida de coliformes fecales (Rolim, 2000).

Remoción de las bacterias

Tanto en las lagunas de estabilización facultativas como en las anaerobias se presenta un decaimiento de la concentración de bacterias patógenas, que en la práctica de la ingeniería sanitaria se mide a través del decaimiento de las bacterias Coliformes fecales. Esta razón de decaimiento es muy baja, lo que hace que para lograr efluentes de buena calidad microbiológica las lagunas de estabilización necesiten períodos de retención muy grandes (de 5 a 30 o más días), dependiendo de los requerimientos de calidad de los efluentes, de las características del agua residual, de la temperatura, de la radiación solar, y otras características (León, 1995).

La velocidad real a la que desaparecen las bacterias en una laguna de estabilización se representa como el valor de la constante K_b . Cuando se

desarrolla una ecuación que describe la relación entre el valor de K_b y las diferentes variables que influyen este valor, se debe comprender el mecanismo subyacente a la eliminación de bacterias. Se describe a continuación los diversos factores que influyen el decaimiento bacteriano:

- a) **Temperatura del agua:** La elevación de la temperatura aumentará el decaimiento bacteriano presuntamente por incremento de la actividad metabólica, lo que origina mayor susceptibilidad a las sustancias tóxicas. (Pearson et al., 1987). Otro aspecto es que los predadores se multiplican más rápidamente a temperaturas más altas y por ello el número de bacterias disminuye más velozmente (Gloyne, 1971). Otro papel importante de la temperatura es que mientras mayor sea, hay más crecimiento de algas. Como se describirá más adelante, un aumento en la concentración de algas mejorará la eficiencia del tratamiento de la laguna con relación a la remoción de bacterias.

- b) **Radiación solar:** La radiación solar, puede tener un efecto directo e indirecto sobre el decaimiento bacteriano. El efecto indirecto es que las algas crecerán más rápidamente con el incremento de la intensidad de la luz. Por sí solo, el aumento del número de algas es importante para el decaimiento bacteriano.

El efecto directo es la formación de sustancias tóxicas de oxígenos causada por la luz. Se ha demostrado que las sustancias húmicas, comunes en el desagüe y en las lagunas de estabilización, absorben luz solar y pasan esta energía al oxígeno originando formas tóxicas de oxígeno (radicales de oxígeno libre, peróxido de hidrógeno y probablemente superóxido y radicales hidroxilo). Estas formas de oxígeno destruyen a las bacterias en las lagunas. Este mecanismo actúa sinérgicamente con pH elevado, tal vez debido a que las formas tóxicas dañan la membrana interna de los coliformes fecales. No es sorprendente encontrar que la foto-oxidación se vea afectada por la luz, pH y la concentración del oxígeno disuelto (Curtis et al., 1992). Curtis concluye también que la luz destruirá más coliformes

fecales en lagunas turbias que en lagunas claras, si las algunas turbias tienen un pH suficientemente alto y oxígeno disuelto.

- c) **Valor de pH:** Un valor de 9 ó más podría desempeñar un papel crítico en el aceleramiento del decaimiento bacteriano (Pearson et al., 1987), (Perhad y Rao, 1974) y (Saqqar y Pescod, 1991). Un pH de 9 ó más es letal para los coliformes fecales. Pero también por debajo de este nivel pueden ocurrir reducciones considerables de coliformes fecales y se puede encontrar una relación entre el incremento de la velocidad del decaimiento bacteriano y elevados niveles de pH (Curtis et al., 1992).
- d) **DBO y nutrientes:** Las bacterias requieren formas orgánicas de carbón y nitrógeno, lo cual implica que una escasez de sustrato orgánico podría reducir el número de coliformes (Saqqar y Pescod, 1991). Saqqar y Pescod postularon que la carga orgánica por sí sola no influencia la remoción de coliformes, sino a través de cambios ambientales asociados a ella. Por lo tanto, el parámetro estará representado por cambios en los otros parámetros. Esto permite postular que las últimas lagunas en una serie tenderán a reducir más coliformes durante el mismo período de retención que las lagunas anaerobias o facultativas que estén al principio de la serie. En general, las últimas lagunas en una serie tendrán menos DBO y DQO y concentración de sólidos suspendidos totales (esto es diferente cuando se combina con el crecimiento de algas, véase el acápite sobre concentración de algas).
- e) **Oxígeno disuelto:** Como se ha indicado también bajo la radiación solar, la existencia de formas tóxicas de oxígeno es importante para el decaimiento bacteriano. Es evidente que altas concentraciones de oxígeno disuelto tengan un efecto positivo sobre la formación de compuestos tóxicos de oxígeno. El papel del oxígeno disuelto no es mencionado frecuentemente en la literatura. Curtis et al. (1992) es una excepción, habiendo desarrollado un modelo que incorpora la importancia del oxígeno en las lagunas.

f) *Concentración de algas:* La influencia de las algas en el decaimiento bacteriano no es directa. El efecto más importante para las bacterias está determinado por la relación de las algas y otros factores, especialmente el pH, oxígeno disuelto y penetración de luz en las lagunas. Durante el día las algas producen oxígeno y absorben CO₂. Estos procesos metabólicos dependen de la luz e incrementan los niveles de oxígeno disuelto y pH. Durante el día las algas también producen biomasa y la concentración total de algas aumenta. El incremento del número de algas también ocasiona mayor turbiedad, lo cual tiene una influencia negativa para la penetración de la luz a través de la columna de agua.

g) *Profundidad de la laguna:* Este aspecto no es realmente una parte de los procesos bioquímicos, pero la profundidad de la laguna es de importancia para el valor de K_b y puede incidir en la eficacia del tratamiento. Si una laguna no es muy profunda, la luz solar puede llegar hasta cerca del fondo y la fotosíntesis se puede dar en todo el volumen de la laguna. Los beneficios de la fotosíntesis por las algas ha sido mencionado antes y no es sorprendente que el decaimiento bacteriano se incremente significativamente mientras menor sea la profundidad de la laguna (Van Buuren et al., 1994).

Por otro lado, es evidente que para el mismo flujo del afluente y área, una laguna más profunda tendrá un tiempo de retención mayor y por lo tanto habrá más tiempo disponible para la eliminación de bacterias.

h) *Competencia y predación:* Las bacterias provenientes de las aguas residuales forman parte de la cadena alimenticia de la laguna y gran número de estos organismos son consumidos por protozoarios u otras formas más evolucionadas de vida animal. Algunos bacteriógrafos específicos también destruirán organismos fecales (Gloyne, 1971). En el ambiente de la laguna también hay competencia por los nutrientes disponibles.

Especialmente cuando hay escasez relativa de nutrientes, las bacterias fecales ofrecen una competencia menos fuerte a los otros organismos de la laguna.

Remoción de parásitos

La remoción de los parásitos en lagunas de estabilización se obtiene por la sedimentación de los quistes de protozoos y huevos de helmintos.

Varios son los factores que pueden influir sobre el tiempo de sedimentación de los parásitos, entre ellos: el movimiento de las aguas, el flujo no uniforme, presencia de detergentes y material flotante.

2.6.2. Humedales artificiales (Wetland)

Los humedales tienen tres funciones básicas que los hacen tener un atractivo potencial para el tratamiento de aguas residuales; estas son:

- Fijar físicamente los contaminantes en la superficie del suelo y la materia orgánica.
- Utilizar y transformar los elementos por intermedio de los microorganismos.
- Lograr niveles de tratamiento consistentes con un bajo consumo de energía y bajo mantenimiento.

Existen dos tipos de sistemas de humedales artificiales desarrollados para el tratamiento de agua residual; los sistemas de flujo libre (FWS) y sistemas de flujo subsuperficial (SFS). En los casos en que se emplean para proporcionar tratamiento secundario o avanzado, los sistemas de flujo libre (FWS) suelen consistir en balsas o canales paralelos con la superficie del agua expuesta a la atmósfera y el fondo constituido por suelo relativamente impermeable o con una barrera subsuperficial, vegetación emergente, y niveles de agua poco profundos entre 0.1 y 0.6 m (Metcalf & Eddy, 1998).

2.6.3. Reservorios

Se les conoce también como Reservorios de Estabilización (ER) de las aguas servidas. Los procesos de purificación que ocurren dentro de los reservorios son naturales, utilizan radiación solar (las plantas mecánicas usan energía eléctrica). Las micro-algas producen la mayor parte del oxígeno requerido por los procesos de degradación (las plantas mecánicas toman el oxígeno de la atmósfera con gran gasto de energía) (Juanicó, 1999).

El propósito del almacenamiento es doble:

- Poder descargar los efluentes en el período deseado del año.
- Obtener efluentes de alta calidad.

Los reservorios de estabilización son sistemas acuáticos hipertróficos, su uso es apropiado para países cálidos que sufren de escasez de agua, donde la regulación entre la producción de aguas residuales y la utilización de efluentes es necesaria. Los reservorios de estabilización pueden significativamente mejorar la calidad de los efluentes, sin embargo, pocos modelos han sido desarrollados a la fecha. Hoy, la gran demanda de efluentes de alta calidad, requiere de una mejor comprensión de los procesos que ocurren dentro de los reservorios. (Friedler et al, 2003)

Combinan varios aspectos que influyen la calidad del efluente, entre ellos: radiación solar, reaeración atmosférica, algas, zooplancton, materia orgánica, bacterias patógenas y sedimentación.

Los reservorios de estabilización de aguas residuales permiten una operación flexible de estos sistemas y optimizan el uso del agua, aumentan el área agrícola que puede ser irrigada y liberan efluentes de calidad alta y confiable.

Las aguas residuales contienen no sólo materia orgánica sino también cantidades significativas de patógenos, metales pesados, detergentes "duros", pesticidas, micro-contaminantes orgánicos, y otros contaminantes que no son

removidos por las plantas de tratamiento mecánicas. Los reservorios pueden remover la mayor parte de estos contaminantes (Juanicó, 1999).

Los reservorios de estabilización para aguas servidas pueden remover DBO, DQO, detergentes y otros contaminantes en un orden de magnitud (90 %) y coliformes fecales en cinco órdenes de magnitud (99.999 %) sin cloración (Juanicó, 1999).

La irrigación suele ser la alternativa más barata para la disposición final de las aguas servidas tratadas (comparada con la descarga a ríos, lagos, u otras alternativas) tanto en costos de construcción como de operación y mantenimiento. El riego suele ser la alternativa con menor impacto ecológico para la disposición final de las aguas servidas tratadas.

Las aves acuáticas encuentran en los reservorios un refugio adecuado para ellas. Esto es importante en áreas donde el ambiente natural de estas aves ha sido invadido o destruido por el desarrollo urbano, turístico o agrícola.

III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Recopilación de información del ámbito geográfico

Se revisó material bibliográfico del Ministerio de Agricultura y Ministerio de Energía y Minas con la finalidad de definir el ámbito geográfico de la cuenca del río Rímac, así como también, se realizaron visitas a la Junta de Usuarios del Rímac (JUR) para obtener información del área bajo riego, la cantidad de usuarios y la altitud promedio en los subsectores de riego Huachipa y Nievería.

3.2. Diagnóstico de la calidad del agua para riego y productos agrícolas en los subsectores de Huachipa y Nievería

3.2.1. Identificación de fuentes contaminantes

Con la finalidad de identificar las principales fuentes de contaminación y puntos de descargas hacia los canales de riego se realizaron recorridos en ambos subsectores.

Cada punto fue georeferenciado mediante un Sistema de posicionamiento global (GPS), utilizando el instrumento Garmin GPSMAP76S, Am Garmin Olathe, KS, USA. Para definir las superficies de contaminación se usó la extensión del análisis espacial del software ArcGis 9.01.

3.2.2. Evaluación de la calidad del agua para riego

Identificadas las fuentes de contaminación de ambos subsectores de regantes se determinaron 14 puntos de muestreo en Huachipa y 6 en Nievería con la finalidad de evaluar la calidad del agua de riego de los canales principales, secundarios y estructuras de captación.

El punto de monitoreo H1 se ubicó en la bocatoma del río Rímac, H2 y H3 en el canal principal, CC.PP. Haras El Huayco y CC.CC. San Antonio de Jicamarca, respectivamente. H4 y H5 en el canal de primer orden Capitana Baja, H6 en el

canal de segundo orden Platillo, H7 y H9 en el canal de primer orden Chuco, H8 y H10 en el canal de primer orden Huañec, H11 y H12 en los canales de quinto y cuarto orden Tunqui, H13 en el canal de cuarto orden Barrientos y H14 en el canal de segundo orden Huaccho.

Los puntos de monitoreo N1, N2, N5 y N6 se ubican en el canal principal de Nievería y los puntos N3 y N4 en los canales de primer y segundo orden, respectivamente.

Se evaluaron los siguientes parámetros:

Parámetros Físico-químicos:

- Temperatura
- pH
- Conductividad eléctrica (CE)
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)
- Nutrientes: Potasio, Nitratos y Fosfatos.
- Metales Pesados: Arsénico, Plomo, Cadmio y Cromo.

Parámetros Microbiológicos:

- Coliformes Termotolerantes
- *Escherichia coli*

Parámetros Parasitológicos

- Protozoos: *Blastocystis homini*, *Entamoeba coli*, *Endolimax nana* y *Giardia lamblia*.
- Helmintos: *Larva de Strongyloides*, *Uncinaria*, *Hymenolepis nana* y *Trichuris trichiura*.

Cabe resaltar que los metales: Arsénico (As), Cadmio (Cd), Cromo (Cr) y Plomo (Pb) fueron seleccionados por ser los elementos tóxicos que por bio-acumulación tienen mayor impacto en la salud pública.

Los resultados de los parámetros medidos fueron comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el agua, categoría III (Riego de vegetales y bebida de animales), DS N° 002-2008-MINAM, el cual tiene como objetivo establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa 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.

En el mapeo de los puntos de muestreo, para el caso de los parámetros microbiológicos se ha considerado cinco niveles de calidad, en donde los niveles 'muy bajo' y 'bajo' son valores que se encuentran por debajo de los estándares estipulados para la Categoría III, por lo tanto, los niveles 'medio', 'alto' y 'muy alto' son considerados no aptos para agricultura de hortalizas. En el caso de los parámetros parasitológicos se han considerado como resultado 'presencia' y 'ausencia'.

Los parámetros físico-químicos temperatura, pH y conductividad eléctrica fueron medidos *in situ* con un equipo multiparámetro. El análisis de los parámetros microbiológicos y parasitológicos en las muestras de agua fueron realizados por los laboratorios de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) y los parámetros físico-químicos nutrientes y metales pesados fueron realizados por Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.

Los métodos de ensayo empleados para la medición de los parámetros en las muestras de agua fueron los siguientes:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO):
Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales – American Public Health Association, American Water Works, Association Water Pollution Control Federation. 20th edition, 1998.

- **Nutrientes**

Potasio (K): ASTM D 4192-03 Método de Ensayo estándar para potasio en agua por Absorción Atómica.

Nitrato (NO_3^-) Método de Ensayo para nitratos fotometría en agua.

Fosfatos (PO_4^{3-}) Método de Ensayo para fósforo total fotometría

- **Metales Pesados**

Arsénico (As): ASTM D 2792-03 Método de Ensayo estándar para Arsénico en agua por generación de hidruros.

Plomo (Pb): ASTM D 3559-03 Método de Ensayo estándar para Plomo en agua por Absorción Atómica.

Cadmio (Cd): ASTM D 3557-02 Método de Ensayo estándar para Cadmio en agua por Absorción Atómica.

Cromo (Cr): ASTM D 1687-02 Método de Ensayo estándar para Cromo en agua por Absorción Atómica.

- **Coliformes Termotolerantes y *E. coli*:**

Método Estandarizado de fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes Fecales (Termotolerantes) – 9221 C.

Documento de la referencia: Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA, AWW, WPCF. 20th edition.

- **Parásitos (Protozoos y Helmintos):**

Método de Concentración y flotación

Técnica de recuento 10200F.2.c.4 (adaptado)

Documento de la referencia: Métodos simplificados de análisis. OPS/CEPIS. Carmen Vargas. Lima, Perú. 1983 y Estándar Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA / AWWA / WEF 19 th Ed. 1995.

3.2.3. Evaluación de la calidad sanitaria de los productos agrícolas

Los puntos de muestreo se identificaron mediante salidas de campo, evaluándose los siguientes cultivos: *Brassica rapa L. var. rapa* "Nabo", *Tagetes*

minuta L. "Huacatay", *Beta vulgaris* L. var. *Crassa* "Betarraga" y *Apium graveolens* L. "Apio", adicionalmente se realizó un muestreo de *Lolium perenne* L. "Grass" por ser un cultivo muy desarrollado en estas zonas durante los últimos años

Las muestras de nabo y betarraga se tomaron por duplicado debido a sus actividades de post-cosecha, considerándose muestras lavadas y sin lavar. (Cuadro N° 01). El proceso de lavado se realizó en el Lavadero Huaycoloro.

Del mismo modo, el análisis de los parámetros microbiológicos y parasitológicos en las muestras de los productos agrícolas fueron realizados por los laboratorios de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA).

Los métodos de ensayo empleados para la medición de los parámetros en las muestras de cultivo fueron los siguientes:

- Coliformes Termotolerantes:
Número más probable NMP, Método I Norteamericano, propuesto por ICMSF 1983.
Documento de la referencia: Metodologías para el Análisis Microbiológico de Aguas Residuales y productos Agrícolas OPS/OMS/CEPIS. Lima-Perú, 1993. Guía Técnica de Evaluación del Riesgo de los Alimentos en la Vía Pública en Ciudades de América latina, OPS/OMS Abril 1994 (Para productos crudos)
- Parásitos (Protozoos y Helmintos):
Método de Concentración y centrifugación
Técnica de recuento 10200F.2.c.4 (adaptado)
Documento de la referencia: Métodos simplificados de análisis. OPS/CEPIS. Carmen Vargas. Lima, Perú. 1983 y Estandar Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA / AWWA / WEF 19 th Ed. 1995.

3.3. Implementación del Sistema para mejorar la calidad del agua para riego

3.3.1. Reservorio

Los resultados de las evaluaciones de la calidad del agua y de los productos agrícolas corroboran que el agua para riego no es adecuada desde el punto de vista sanitario, reforzando la necesidad de implementar de un Reservorio con la finalidad de mejorar la calidad sanitaria del agua para riego y de esta manera obtener productos agrícolas de buena calidad que no afecten la salud de los consumidores y agricultores.

El agua del canal ingresa al Reservorio y se almacena por un período mayor a 10 días, durante este tiempo se produce una simbiosis algas-bacterias, interviniendo en el proceso: la radiación solar, temperatura del agua, DBO, nutrientes, pH y oxígeno disuelto, obteniéndose como resultado el decaimiento de bacterias patógenas y sedimentación de parásitos humanos.

3.3.2. Localización, diseño, implementación y puesta en marcha del Reservorio

Localización del Reservorio, para la ubicación del Reservorio se han considerado los siguientes criterios de selección:

- **Área Agrícola:** se refiere a la concentración de parcelas, se prefieren las parcelas que tengan una mayor superficie actualmente en producción agrícola. Sin embargo existen parcelas que son utilizadas para la elaboración de ladrillos que luego son reincorporadas a la actividad agrícola.
- **Capacidad de supervivencia del área agrícola:** generalmente las parcelas que se encuentran cerca de centro poblados o cerca a ciudades tienden a cambiar, de uso agrícola a uso urbano o industrial. Tendrán una mayor prioridad de ser seleccionadas aquellas parcelas que a mediano y/o largo plazo tengan menor riesgo de cambiar de uso.

- **Calidad sanitaria del agua:** el agua de riego de los canales presenta un alto índice de contaminación con patógenos, especialmente cuando el canal atraviesa o esta muy cerca de asentamientos humanos. Cuanto más alto sea la contaminación mayor es la necesidad de mejorar la calidad del agua de riego hasta un nivel aceptable.
- **Receptividad del proyecto:** los usuarios o beneficiarios deberán mostrar interés en llevar a cabo la ejecución del proyecto, entendiendo que la implementación del reservorio mejorará la calidad sanitaria de los productos y la productividad de los mismos.
- **Disponibilidad de agua:** las zonas agrícolas ubicadas en el tramo final del sistema de irrigación tienen mayor dificultad para disponer del agua en el momento requerido por los cultivos, lo que incluso ha determinado que se reemplacen los cultivos de hortalizas por otros menos exigentes en agua. Estas zonas tendrán mayor prioridad para la selección.
- **Requerimiento de agua por tipo de cultivo:** se prefieren las parcelas que trabajen con cultivos regados por surcos, descartando en lo posible aquellos regados por inundación (melgas) ya que se trata de un método de riego poco eficiente y con mayor impacto ambiental en los suelos y el acuífero. Se propone descartar aquellas parcelas que cultivan grass, por ser una práctica que demanda mucha agua y esta reduciendo peligrosamente el suelo agrícola.
- **Topografía:** tienen una mayor prioridad de selección aquellas parcelas que su relieve presente una pendiente favorable para llenar el reservorio y regar por gravedad, sin tener la necesidad de emplear una bomba. Es decir es más económico el riego por gravedad.
- **Terreno disponible:** se prefiere las parcelas que tengan un terreno sin uso actual. Cuando se trate de terrenos usados actualmente para fines agrícolas, se debe contar con la decisión del propietario de sacrificar una

porción de su área productiva para implementar el reservorio, con el convencimiento total que le será más beneficioso.

La producción de peces es un factor importante para esta toma de decisión, ya que implica reemplazar la producción agrícola por una producción piscícola, que podría ser más rentable.

- **Textura del suelo:** son elegidas aquellas parcelas que cuenten con suelos de textura arcillosa predominantemente, a fin de construir los reservorios con el material local y sin revestimiento si fuera posible. El uso de geomembrana solo es necesario en suelos muy permeables (arenosos y de grava).
- **Tipo de cultivo:** los cultivos agrícolas de tallo corto y consumo crudo como las hortalizas requieren de una calidad de agua de categoría III, según los ECA's (<1000 NMP/100ml para Coliformes Termotolerantes), por lo tanto será más importante mejorar la calidad del agua de las parcelas que dentro de su plan de cultivo consideren estos productos.

Luego de visitar y evaluar algunos terrenos agrícolas en los subsectores de riego de Huachipa y Nievería, ambos ubicados dentro de la jurisdicción de la Junta de Usuarios del río Rímac, el terreno de la familia Bonifacio, ubicado en Las Laderas, Nievería (Figura N° 05), fue el que reunió las mejores condiciones para la implementación del sistema.

Diseño del Reservorio, se han considerado los siguientes aspectos:

- **Tiempo de retención:** Con la experiencia del proyecto piloto en el subsector de riego Carapongo, se mantiene el criterio de almacenar el agua del canal por más de 10 días para remover totalmente los parásitos humanos (OPS) y reducir los coliformes termotolerantes hasta los niveles estipulados por la categoría III de los ECA's. En términos prácticos, se propuso usar semanalmente el 50% del volumen almacenado, por tanto

se esperaría un tiempo de retención teórico de aproximadamente dos semanas.

- **Requerimiento de agua para riego (V_{sem}):** Este valor se calcula midiendo el caudal y tiempo de riego para una hectárea. Luego se realiza una sumatoria de todos los volúmenes aplicados durante la campaña y finalmente se divide entre el número de semanas transcurridas durante esta campaña.

$$V_{sem} = \frac{\sum(Q_1 * T_1 + Q_2 * T_2 \dots + Q_n * T_n)}{N(\text{número de semanas})}$$

Donde,

V_{sem} = volumen de agua semanal por hectárea ($m^3/sem.ha$)

Q_1, Q_2, \dots, Q_n = caudales utilizados en cada riego de una hectárea

T_1, T_2, \dots, T_n = tiempos utilizados en cada riego de una hectárea

n = número de riegos por campaña

N = número de semanas en la campaña

- **Volumen del reservorio (V_{res}):** Se calcula multiplicando el volumen semanal (V_{sem}) por dos semanas, por el Número de hectáreas que se desea regar con el reservorio. Al multiplicar por dos semanas se garantiza un periodo de retención mayor a los 10 días antes estipulados.

$$V_{res} = V_{sem} * 2 * A$$

Donde, A = Área regada (hectáreas)

Es así que el reservorio de la familia Bonifacio (Nievería) se diseñó con un volumen de $722 m^3$, para regar una hectárea mediante un sistema de riego por multicompuertas con una eficiencia de 67%. Es importante indicar que el mismo volumen permitiría regar al inicio $4500 m^2$ mediante un sistema de riego con surcos por gravedad.

- **Profundidad del reservorio:** El levantamiento topográfico permite estimar la diferencia de nivel entre la cota del canal y la cota del terreno a regar. Se debe tener presente que a mayor profundidad se obtiene un mayor volumen en menor área. Sin embargo no se recomienda que la profundidad exceda los 3 metros, ya que demandaría un diseño más riguroso para asegurar la estabilidad de los diques. Es así que el reservorio de la familia Bonifacio se diseñó con una profundidad total de 2.25 metros, que incluye un borde libre de 0.25 metros.
- **Características de los diques (muros):** La pendiente del talud de los diques depende de la textura del terreno y el tipo de revestimiento elegido. Es así que el reservorio de la familia Bonifacio se consideró un talud de 1:1 de los lados externos e internos de los muros, debido a que el suelo es franco arenoso con un alto contenido de grava y se acordó un revestimiento con geomembrana,
- **Área disponible:** El área para la construcción del reservorio fue definida en acuerdo con el agricultor y según los requerimientos para lograr la capacidad previamente calculada. Las dimensiones de esta área asignada determinan finalmente la longitud y ancho del reservorio. En el caso de la familia Bonifacio (Nievería) el agricultor ofreció una franja de terreno sin uso de 70 m de largo por 15 m de ancho (1050 m²), por tanto se diseñó el reservorio con una longitud de 58 m y un ancho de 15 m, que determinaron un área superficial 870 m².

La familia Bonifacio asignó una franja de terreno de 70 m de largo por 15 m de ancho (1050 m²), por tanto se diseñó un reservorio en un área total de 870 m². La asignación del terreno antes mencionado y la aplicación de un talud de 1 a 1, determinó que este reservorio tenga finalmente una longitud de 53.50 m por 9.50 m de ancho, con capacidad para almacenar 722 m³ y regar una hectárea con el sistema de multicompuertas.

- Caudal de entrada = 15 l/s.

- Tiempo de riego (T_r) = 2.5hr/ha.
- Frecuencia de riego (F_r) = en verano 2 veces por semana y en invierno 1 vez por semana.
- Área bajo riego =1 hectárea
- Evapotranspiración (E_{tp}) = 4 mm/día, en promedio.
- Temperatura (T°) = 15 ° C. (Mes más frío)
- Coliformes fecales (CF) = 5 00 000 NMP/100ml.
- Levantamiento topográfico a detalle con curvas de nivel cada 25 cm. utilizando los programas Surfer y Autocad.

Para el cálculo de las dimensiones preliminares, se empleó el software desarrollado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS): Uso de Aguas Residuales Tratadas en Agricultura (MODELO PARA LA FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PERFILES DE PROYECTOS) (Figuras N° 06 y N° 07)

Implementación del Reservoirio, el proceso constructivo se ha ceñido de acuerdos a las normas vigentes de construcción.

- *Limpieza y desbroce*, se eliminó todo el material ajeno al terreno, incluyendo la vegetación superficial, rastrojos y piedras. El trabajo en general se hizo en forma manual, dejando la remoción del material pesado para ser removido por la maquinaria antes de la excavación.
- *Trazo y replanteo*, se trazaron las dimensiones definitivas del reservoirio en campo, empleando estacas de madera y yeso.
- *Excavación*, se empleó 11 horas máquina para realizar la excavación y la conformación de muros.
- *Relleno y compactación de los diques*: Para lograr una humedad apropiada se aplicó agua a los diques, mediante una excavación superficial de canaletas en la corona. Al verificarse la humedad adecuada, se procedió luego a la compactación del terreno con pisones elaborados de concreto. Luego de verificar los niveles, se procedió a remover el material de las partes más altas y rellenar las más bajas, hasta conseguir nivelar toda la corona a una misma cota.

- *Nivelación*, esta actividad se ha realizado con un nivel de ingeniero durante la excavación, acabado de muros y fondo de reservorio, de tal manera mantener las dimensiones de diseño y elevaciones.
- *Acabado de muros y fondos*, mediante el refine y compactación de muros y apisonado del fondo del piso. (Fotografía N° 01)
- *Construcción de obras de arte*, tenemos:
Sistema de abastecimiento de agua: para abastecer de agua de canal al reservorio se construyó una caja de captación del canal conducido hacia una rejilla para retener los gruesos y una tubería de ingreso de 6 pulgadas de diámetro dispuesta por encima del borde libre del reservorio. (Figura N° 08)

Sistema de Desagüe: conformada por una arqueta de salida de cemento y ladrillos con tabillas de madera para manejar diferentes niveles y una tubería que atraviesa el dique por la parte inferior. Este sistema fue complementado con accesorios para permitir el riego a diferentes niveles del terreno. Por último, también se incorporó mallas evitar la fuga de los peces al momento del riego. (Figura N° 09)

- *Apertura de zanja para anclaje de geomembrana*
- *Instalación de la geomembrana*, se ha considerado un recubrimiento con geomembranas HDPE (Polietileno de alta densidad) lisa ambas caras de 1.00mm (40 mils) de espesor, mantiene una característica única de rigidez debido al porcentaje de aditivos protectores a los rayos UV, pigmento, etc.

Este laminado es inerte a cualquier solución por lo cual sólo se puede unir mediante dos formas:

Mediante equipo de Fusión: (HOT WEDGE WELDING), el cual consta de un equipo móvil con presión y temperatura controladas. Se le utiliza para sellar los rollos en áreas planas.

Mediante equipo de Extrusión: (EXTRUSSION WELD), el cual extruye un "rod" de polietileno de 5 mm. Es utilizado para los detalles y todo lugar donde no pueda movilizarse el equipo de fusión.

Procedimiento de Instalación (HDPE):

- a) Ubicación de los rollos de polietileno de alta densidad (HDPE), según esquema de instalación.
 - b) Soldadura entre paneles con el equipo "Hot Wedge Welding".
 - c) En las entradas o salidas para tuberías, se colocarán accesorios prefabricados según el diámetro correspondiente. Estos accesorios serán ejecutados mediante el equipo de soldadura "Extrusion Weld".
 - d) Los paneles, en los extremos superiores serán enterrados en la zanja de anclaje, de acuerdo a las dimensiones correspondientes.
 - e) Paralelamente al proceso de soldadura, se irá haciendo un control de calidad de las uniones. Este control se efectuará por el sistema de aire comprimido en el caso del "Hot Wedge Welding" y por el sistema de desviación magnética con un alambre de cobre en el caso de "Extrusion Weld". (Fuente: empresa proveedora).
-
- *Construcción de la toma de agua y rejilla de retención de sólidos*
 - *Instalación de la línea de conducción de agua*
 - *Instalación de cerco perimetral*
 - *Sembrado de plantas ornamentales*
 - *Sellado de la arqueta de desagüe y prueba hidráulica*

Debido a la característica cascajosa del terreno se decidió revestir el reservorio con 714 m² de geomembrana HPDE (Polietileno de alta densidad) lisa ambas caras de 1.00mm (40 mils) de espesor color negro y una vida útil de 15 años. El sistema de abastecimiento de agua comprendió una caja de captación de ladrillo y concreto y una tubería de PVC de 6", además se instaló una rejilla de fierro para la retención de sólidos. La arqueta de desagüe tuvo una altura de 2.25 m.

Los diseños permitieron estimar un movimiento de tierra por excavación de 550 m³, suficiente para construir los diques con el mismo material. Esta condición también determinó que la profundidad total fuera de 2.25 m (2.0 m de altura de agua y borde libre de 0.25 m).

El movimiento de tierras se realizó con un cargador frontal con el propósito de bajar los costos, ya que el volumen de excavación y relleno era importante y hubiese requerido utilizar demasiada mano de obra. La instalación de la tubería de desagüe se efectuó después de la conformación del dique mediante la excavación de un túnel y el anclado posterior a la arqueta.

Puesta en marcha del Reservoirio, La estrategia para el llenado de los reservorios consistió en realizarlo por etapas para evaluar la resistencia de los diques a las diferentes presiones del agua. Por tanto, primero se llenó hasta 1.00 m de altura que correspondiendo al 50% de la altura total. Después de 24 horas y luego de inspeccionar el buen estado de los diques se continuó el llenado hasta una altura de 1.50 m equivalente al 75% de la altura total. Finalmente después de otras 24 horas de observación para confirmar el buen estado de los diques, se completó el llenado hasta los 2.00 m de altura, alcanzando todo el volumen esperado. Los diques también fueron evaluados en las 24 horas siguientes.

Luego del primer llenado del reservorio se mantuvo el agua durante dos semanas con el propósito de lograr el tiempo de retención estimado para alcanzar la calidad de agua requerida y se trasladaron 1450 peces de la especie tilapia. A partir de este momento se utilizó el 50% de volumen de agua almacenado para el riego de las parcelas agrícolas. Los niveles y volúmenes utilizados fueron registrados por el agricultor. Luego de cada riego, el reservorio fue llenado nuevamente hasta almacenar el volumen máximo establecido, dejando por seguridad los 25 cm de borde libre.

3.3.3. Instalación de las Parcelas Demostrativas

Con la finalidad de analizar la producción agrícola se instalaron 2 Parcelas Demostrativas (Figura N° 10) en las cuales se sembraron "frijol canario" *Phaseolus vulgaris*; una fue regada con agua del canal y la otra con agua del reservorio, para lo cual se realizaron las siguientes actividades:

- Delimitación de las parcelas con un área de 500 m² c/u.

- Instalación de la línea de conducción de agua para regar las parcelas demostrativas.
- Siembra del cultivo elegido.
- Evaluación del rendimiento de la producción.

3.3.4. Monitoreo de la calidad del agua para riego a partir del uso del reservorio

Para evaluar la calidad del agua del reservorio se realizaron 6 monitoreos, tomándose muestras tanto en la entrada (canal de riego) como en la salida del reservorio, las cuales fueron enviadas a los laboratorios de la Dirección General de Salud Ambiental para el respectivo análisis microbiológico y parasitológico. Esta evaluación nos indicará el porcentaje de remoción de bacterias patógenas y decaimiento de parásitos humanos.

3.3.5. Rendimiento de la producción agrícola

Para evaluar el rendimiento de la producción del cultivo elegido, se cuantificó al término de la campaña agrícola el total en kilogramos obtenidos en cada parcela demostrativa.

3.3.6. Siembra de peces y control del peso

Aprovechando el volumen de reserva o volumen muerto del reservorio (equivalente al 50% del volumen neto) se sembraron tilapias de las especies *O. Niloticus* "Tilapia gris" y *Oreochromis sp* "Tilapia roja"

El sembrado consiste en la adaptación de los peces a una nueva temperatura, esta aclimatación es gradual.

El control del peso se realizó mensualmente y con los datos obtenidos se elaboró la curva de crecimiento, la tasa de crecimiento y un comparativo del crecimiento y su influencia con la temperatura.

Los métodos de ensayo empleados para el análisis microbiológico en las muestras de tilapias fueron los siguientes:

- Numeración Aerobios Mesófilos Viables (30°C):
FDA – BAM 7ma ed. Ca.3/1992
- Numeración *E. coli*:
ISO – 5552:1997 (E)/UFC/g
- Numeración *Staphylococcus* (coagulasa positivo):
ISO 6888-1:1999(E) UFC/g
- Detección *Salmonella sp*:
ISO – 6579:1993 (E) /25 g

Documento de la referencia: Norma Sanitaria sobre Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano – Criterio 11.1 – Resolución Ministerial N° 615-2003-SA/DM.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Recopilación de información del ámbito geográfico

Cuenca del río Rímac

La cuenca del río Rímac es una de las cuencas hidrográficas más importantes del país, dentro del cual se encuentra asentada la ciudad de Lima; juega un rol vital como fuente de abastecimiento de agua para el consumo humano, agrícola y energético.

La cuenca del río Rímac, se encuentra emplazada en la rama Occidental de la Cordillera de los Andes, entre las cumbres nevadas de Anticona, Pucacocha, Yuracocha, etc. Su ubicación está señalada entre los paralelos 11°27'27" y 12°10'19" de latitud sur y los meridianos 76°02'57" y 77°10'12" de longitud oeste, Limita al NE con la cuenca del río Mantaro, al SE con la cuenca del río Lurín, por el NW con la cuenca del río Chillón y por el SW con el Océano Pacífico. La cuenca del río Rímac tiene una extensión de 3 503.9 Km² y su altitud varía de 0.0 a 5 650 msnm (Nevado Antachaire) (Ministerio de Agricultura, 2009)

Se ubica aproximadamente a 132 km al nor-este de la ciudad de Lima, desembocando por el Callao, en el océano Pacífico. El área total de captación es de 3,132 km², que incluye aquella de sus principales tributarios, Santa Eulalia (1,097.7 km²) y Río Blanco (193.7 km²), tiene en total 191 lagunas (Ministerio de Energía y Minas, 1997).

Sirve de soporte a actividades agrícolas y a importantes centros de población tales como Vitarte, Chaclacayo, Chosica, Ricardo Palma y Matucana. En las partes más altas de la cuenca, al Este de Surco (altura de 2,200 m.s.n.m.), el valle se vuelve extremadamente angosto con paredes laterales con un talud muy empinado. La cuenca sostiene varias comunidades en esa sección, tales como Matucana, San Mateo y Chicla (Ministerio de Energía y Minas, 1997).

Subsectores de riego Huachipa y Nievería

El presente trabajo de investigación comprende los subsectores de riego de Huachipa y Nievería, ubicados en la parte baja de la cuenca del río Rímac (Figura N° 01). Políticamente los subsectores riego de Huachipa y Nievería, se encuentran en el departamento y provincia de Lima y distrito de Lurigancho (Chosica) y están ubicados en el margen derecho del río Rímac. Ambos subsectores fueron seleccionadas debido a que el 33% y 28% del área ocupada es dedicada al cultivo de hortalizas.

Administrativamente se están ubicados dentro de la Junta de Usuarios del Río Rímac (JUR) y del Distrito de Riego Chillón-Rímac-Lurín de la Intendencia de Recursos Hídricos del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA).

El área bajo riego inscrito en el Padrón de Uso Agrícola 2005 del subsector de riego Nievería es de 283 hectáreas y 223 usuarios y se encuentra a una altitud promedio de 390 m.s.n.m. (Junta de Usuarios del Rímac, 2005).

El área bajo riego inscrito en el Padrón de Uso Agrícola 2005 del subsector de riego Huachipa es 465 hectáreas y 327 usuarios y se encuentra a una altitud promedio de 366 m.s.n.m. (Junta de Usuarios del Rímac, 2005).

4.2. Diagnóstico de la calidad del agua de riego y productos agrícolas en las comisiones de regantes de Huachipa y Nievería

4.2.1. Mapeo de las fuentes de contaminación

Se observaron tres principales fuentes de contaminación en los canales principales y alternos de Huachipa y Nievería: efluentes industriales, descargas de los desagües domésticos y silos; y, residuos sólidos de tipo orgánico e inorgánico. (Figura N° 11)

En la comisión de regantes de Huachipa se identificaron 17 descargas de efluentes industriales. (Cuadro N° 02)

En la comisión de regantes de Nievería se identificaron descargas de los desagües domésticos, descargas de la limpieza de corrales de animales, botaderos temporales y silos instalados en los canales de riego.

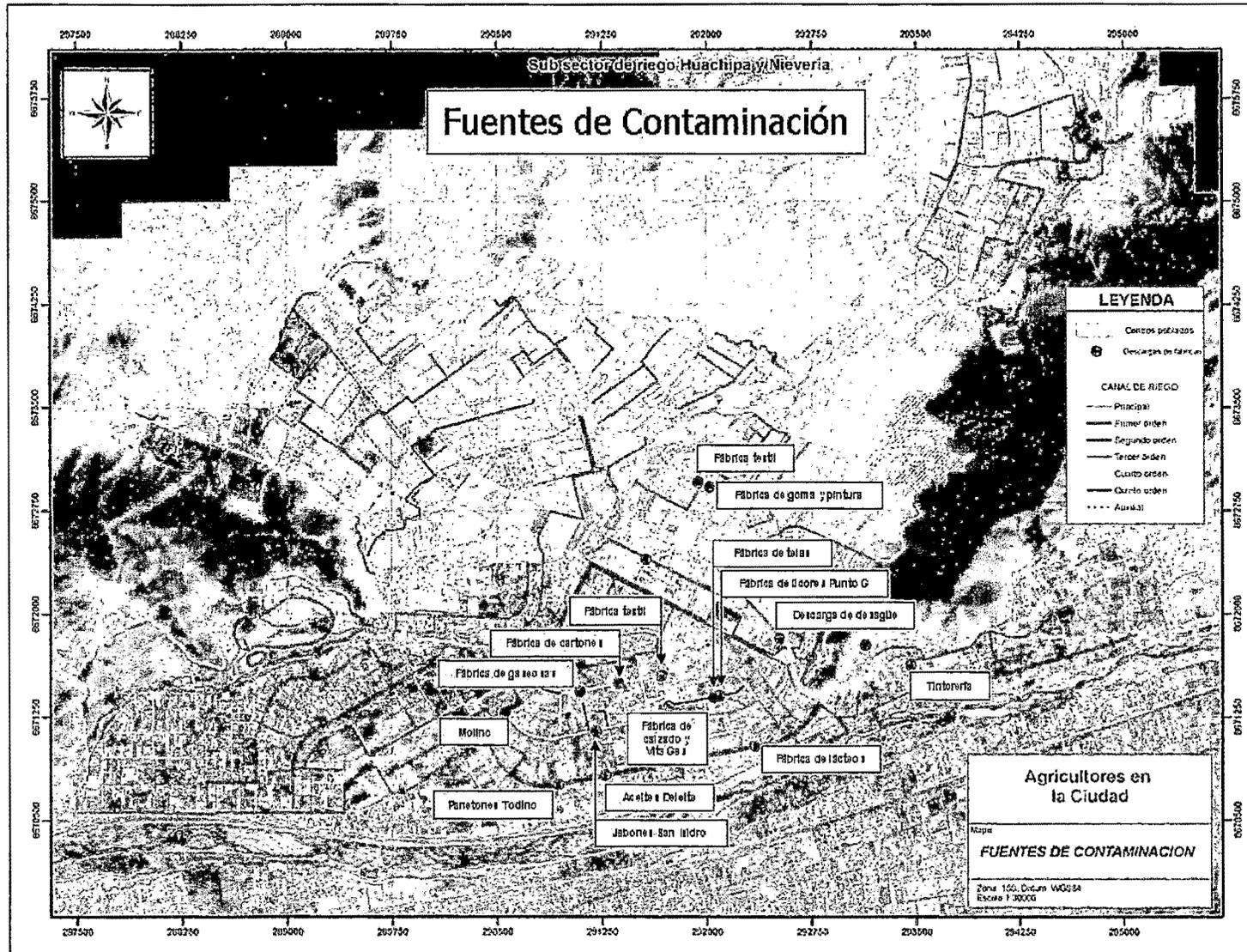
4.2.2. Calidad del agua de riego

Identificadas las principales fuentes de contaminación se procedió a ubicar los puntos de monitoreo para evaluar la calidad del agua de riego de los canales principales, secundarios y estructuras de captación.

Se consideraron 14 puntos de muestreo en Huachipa y 6 en Nievería, en los cuales se evaluaron parámetros fisicoquímicos como: pH, temperatura (T°), conductividad eléctrica (CE), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), nutrientes y metales pesados según las características de los efluentes o descargas más cercanas; y como indicadores de la contaminación fecal: coliformes termotolerantes y parásitos humanos. (*Figura N° 12*)

Los valores registrados han sido comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el agua, categoría III (Riego de vegetales y bebida de animales), DS N° 002-2008-MINAM.

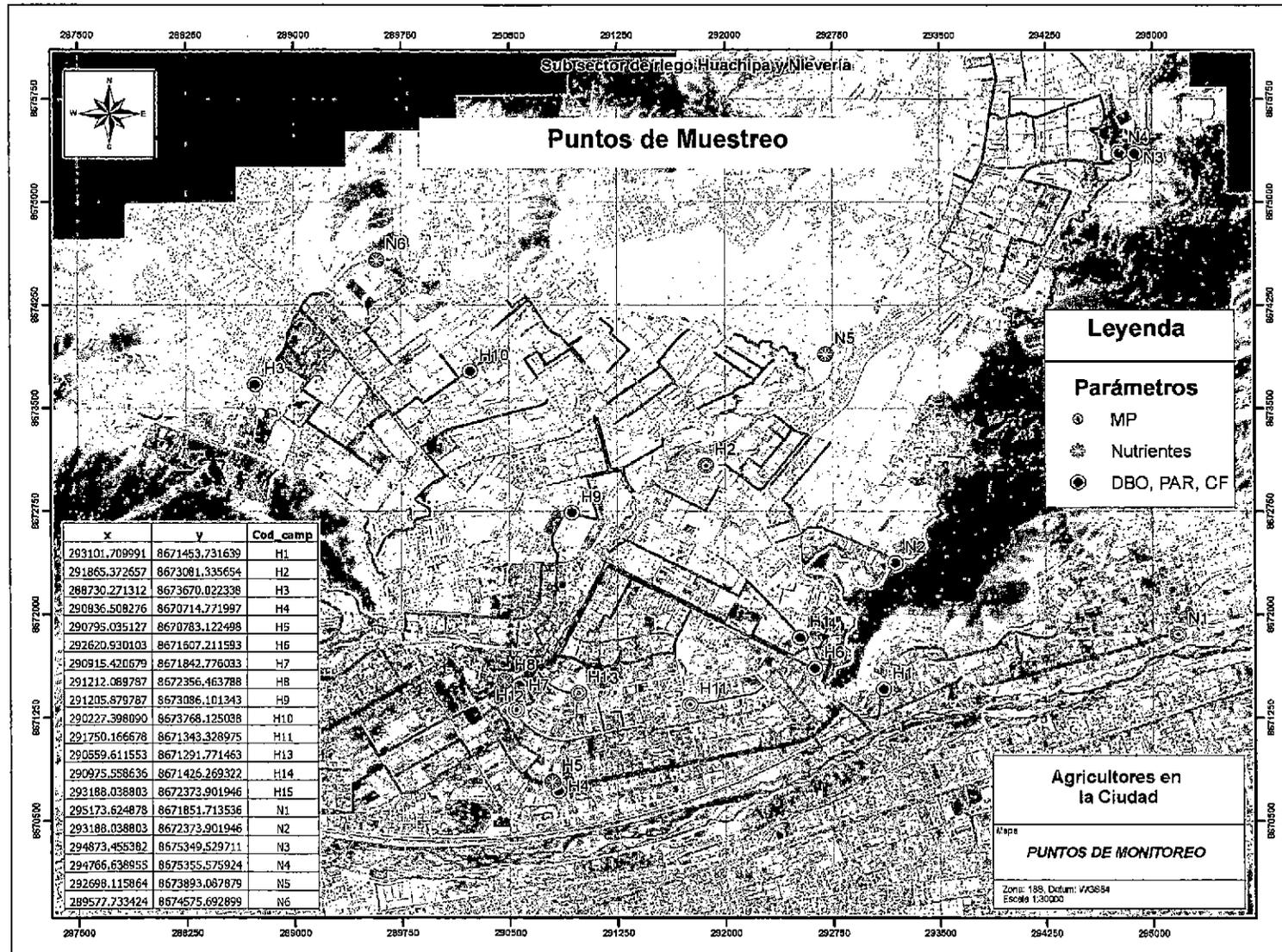
Figura N° 11: Identificación de las fuentes de contaminación en Huachipa y Nievería



Cuadro N° 02: Descargas de efluentes industriales

Latitud	Longitud	Altitud	Tipo de Fábrica
-12.00	-76.91	395	Fábrica de goma y pintura
-12.00	-76.91	395	Fábrica textil
-12.02	-76.91	379	Fábrica de lácteos
-12.01	-76.92	360	Fábrica de jabones San Isidro y aceite Deleite
-12.01	-76.92	351	Molino
-12.01	-76.91	384	Descarga de desague
-12.00	-76.91	371	Leche Gloria
-12.01	-76.92	361	Fabrica de gaseosas
-12.02	-76.92	357	Panetones Todino
-12.02	-76.92	361	Fábrica de jabones San Isidro y aceite Deleite
-12.01	-76.91	364	Fábrica de calzados y Vita gas
-12.01	-76.91	362	Fábrica textil
-12.01	-76.91	372	Fábrica de licores (Punto G)
-12.01	-76.91	372	Fábrica de telas
-12.01	-76.90	385	Tintorería
-12.01	-76.92	369	Fábrica de cartones

Figura N° 12: Ubicación de los puntos de muestreo



Parámetros generales (pH, conductividad eléctrica, DBO, temperatura)

El monitoreo se realizó en el mes de septiembre, registrándose valores de pH que variaron entre ligeramente ácidos a ligeramente alcalinos (6.93 y 7.80), la conductividad eléctrica varió de 0.47 a 1.29 mS/cm, la temperatura promedio del agua de los canales de riego fue de 18.8 °C. (Cuadro N° 03)

Cuadro N° 03: Resultado del Análisis Fisicoquímico

Código de campo	Punto de muestreo	DBO (mg O ₂ /L)	T (°C)	CE (uS/cm)	pH
H1	Canal Huachipa	-	16.4	490.00	7.58
H2	Canal Huachipa	8.1	21.0	510.00	6.95
H3	Canal Huachipa	-	17.7	550.00	7.27
H4	Canal Huachipa	-	19.9	550.00	6.94
H5	Canal Huachipa	23	19.8	470.00	6.94
H6	Canal Huachipa	-	16.2	480.00	7.51
H7	Canal Huachipa	-	22.2	520.00	6.94
H8	Canal Huachipa	169.6	22.8	970.00	6.95
H9	Canal Huachipa	-	18.3	490.00	6.93
H10	Canal Huachipa	-	17.6	470.00	6.94
H11	Canal Huachipa	-	20.5	500.00	7.77
H12	Canal Huachipa	14.1	22.0	1290.00	7.00
H13	Canal Huachipa	5.1	20.0	530.00	7.50
H14	Canal Huachipa	3.3	16.4	520.00	7.31
N1	Canal Nievería	<LDM	16.0	480.00	7.80
N2	Canal Nievería	3.7	16.4	520.00	7.31
N3	Canal Nievería	-	17.9	500.00	6.93
N4	Canal Nievería	-	19.6	1260.00	7.00
N5	Canal Nievería	2.5	16.5	510.00	6.93
N6	Canal Nievería	12.4	19.6	600.00	6.95
ECA		15	-	< 2000	6,5 - 8,5
Unidad		mg/L	-	uS/cm	Unidad de pH

Se registraron valores de DBO por debajo del ECA (15 mg/L) y del límite de detección del método (<2 mg/L). Las mayores concentraciones se registraron en los puntos H5 y H8 (23 y 169.6 mg/L) debido a las características de los efluentes industriales que se vierten aguas arriba de los mismos.

Metales pesados y nutrientes

Con respecto a los metales pesados (arsénico, plomo, cadmio y cromo) todas las muestras se encontraron por debajo de los límites de calidad ambiental del Agua de acuerdo al Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el agua, categoría III (Riego de vegetales y bebida de animales), DS N° 002-2008-MINAM (0.2, 0.1, 0.05 y 1.00 mg/L respectivamente) lo cual indica que no existe contaminación por metales debido a pasivos ambientales y operaciones mineras en la cuenca alta. (Cuadro N° 04)

La concentración de nitratos presentó valores por encima del ECA (0.1 mg/L) registrándose los valores más altos en H2 y H8. (Cuadro N° 05)

Cuadro N° 04: Resultado del Análisis de Metales Pesados

Código de campo	Punto de muestreo	Arsénico (mg/L)	Plomo (mg/L)	Cadmio (mg/L)	Cromo (mg/L)
H2	Canal Huachipa	0.0287	0.05	<0.01	0.04
H11	Canal Huachipa	0.0202	0.05	<0.01	0.06
H13	Canal Huachipa	0.0249	0.05	<0.01	0.04
N1	Canal Nievería	0.0215	0.05	<0.01	0.05
ECA		0.05	0.05	0.005	-
Unidad		mg/L	mg/L	mg/L	-

Cuadro N° 05: Resultado del Análisis de Nutrientes

Código de campo	Punto de muestreo	Potasio (K)	Nitratos (N NO ₃ ⁻²)	Fosfatos (PO ₄ ⁻³)
H2	Canal Huachipa	3.55	0.62	0.77
H5	Canal Huachipa	7.94	0.16	3.22
H8	Canal Huachipa	9.13	0.62	15.16
H13	Canal Huachipa	4.90	0.19	0.34
N1	Canal Nievería	2.39	0.27	0.39
N5	Canal Nievería	2.69	0.39	0.47
N6	Canal Nievería	5.70	0.42	1.11
ECA		-	10	1
Unidad		-	mg/L	mg/L

Coliformes totales y fecales

El 95% de los puntos de muestreo excedieron significativamente los ECA en Coliformes totales (5000 NMP/100mL) siendo la máxima concentración registrada 5.0×10^6 NMP/mL en el punto N6 el cual está ubicado en el tramo final del canal principal de la comisión de regantes de Nievería. (Figura N° 13)

La misma situación se dio para el caso de Coliformes termotolerantes (1000 NMP/100mL, ECA para el agua, Categoría III) en el mismo punto N6.

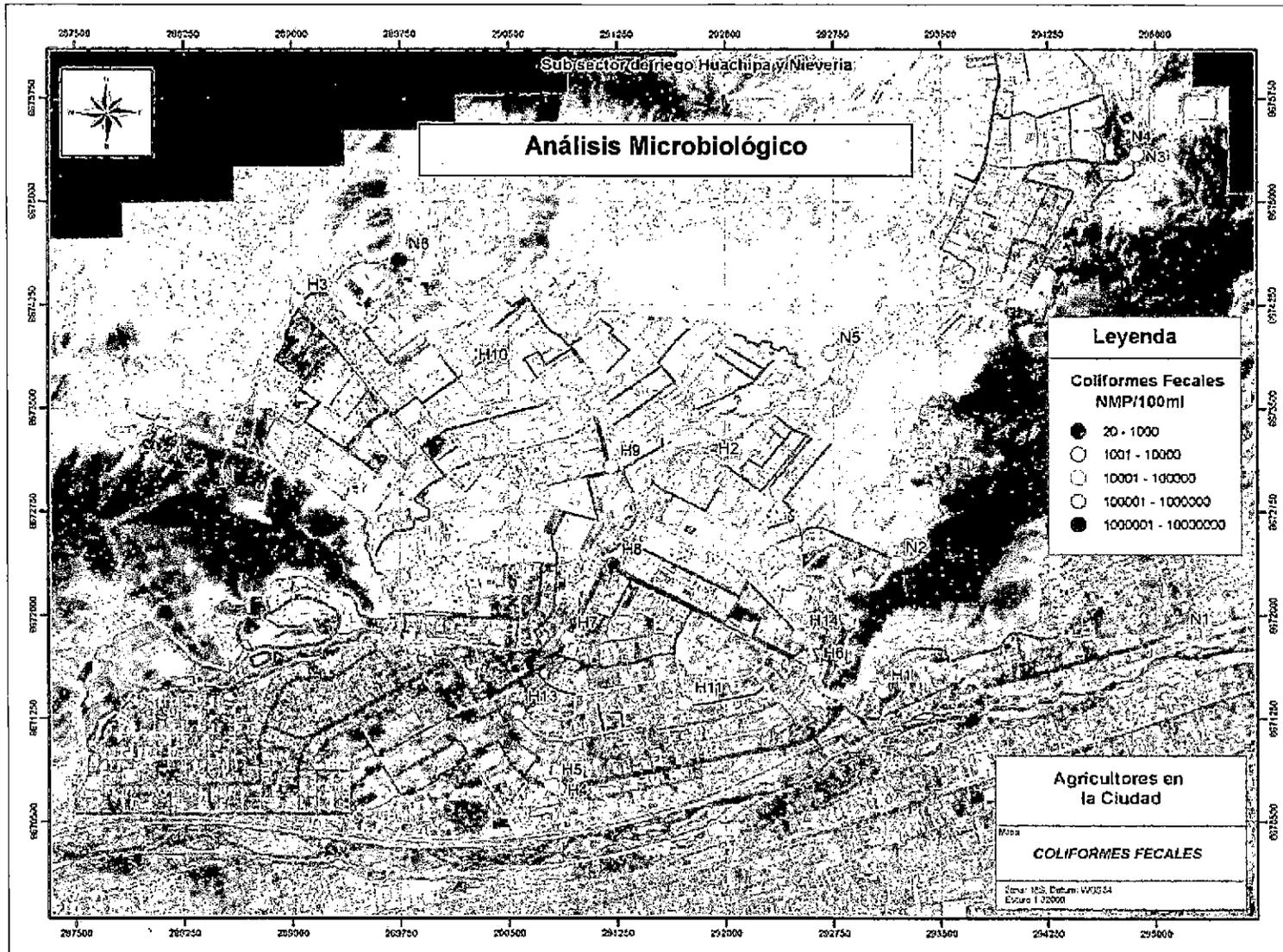
El único valor registrado que está por debajo de los ECA es el punto N4 cuyo valor es 20 NMP/mL, punto ubicado a la salida de un estanque en la localidad de Nievería (Cuadro N° 06)

Los altos valores registrados se deben a las descargas domésticas a lo largo de los canales de ambas comisiones.

Cuadro N° 06: Resultado del Análisis Microbiológico

Código de campo	Punto de muestreo	Coliformes termotolerantes	E. coli (NMP/100mL)
H1	Canal Huachipa	3.0×10^5	1.7×10^5
H2	Canal Huachipa	1.7×10^5	1.7×10^5
H3	Canal Huachipa	8.0×10^5	8.0×10^5
H4	Canal Huachipa	3.0×10^5	2.4×10^5
H5	Canal Huachipa	3.0×10^5	3.0×10^5
H6	Canal Huachipa	5.0×10^5	5.0×10^5
H7	Canal Huachipa	8.0×10^5	8.0×10^5
H8	Canal Huachipa	5.0×10^6	2.4×10^5
H9	Canal Huachipa	2.2×10^5	1.1×10^5
H10	Canal Huachipa	2.2×10^5	2.2×10^5
H11	Canal Huachipa	2.4×10^5	2.4×10^5
H12	Canal Huachipa	2.2×10^5	2.2×10^5
H13	Canal Huachipa	5.0×10^5	5.0×10^5
H14	Canal Huachipa	2.2×10^5	2.2×10^5
N1	Canal Nievería	7.0×10^3	5.0×10^4
N2	Canal Nievería	1.4×10^4	1.4×10^5
N3	Canal Nievería	5.0×10^4	5.0×10^4
N4	Canal Nievería	2.0×10^1	2.0×10^1
N5	Canal Nievería	8.0×10^5	8.0×10^5
N6	Canal Nievería	5.0×10^6	5.0×10^6
ECA		1000	100
Unidad		NMP/100mL	NMP/100mL

Figura N° 13: Mapeo de Coliformes fecales



Parásitos (protozoos y helmintos)

Se observó presencia de parásitos (protozoos y helmintos) en el 85% de los puntos de muestreo, sólo los puntos N1, N3 y N4 estaban ausentes de parásitos. (Cuadro N° 07). Cabe resaltar que el punto N1 se encuentra ubicado en la bocatoma del canal de Nievería y que los puntos N3 y N4 corresponden a la entrada y salida de un estanque ubicado en una zona militar de la misma localidad, lo cual explica la buena calidad del agua. (Figura N° 14)

Entre los protozoarios predominantes se tienen: *Entamoeba coli*, *Endolimax nana* y *Giardia lamblia*. Entre los helmintos más predominantes se encuentran las larvas de *Strongyloides*. (Gráfico N° 01)

Gráfico N° 01: Parásitos predominantes en los canales de riego (Huachipa y Nievería)

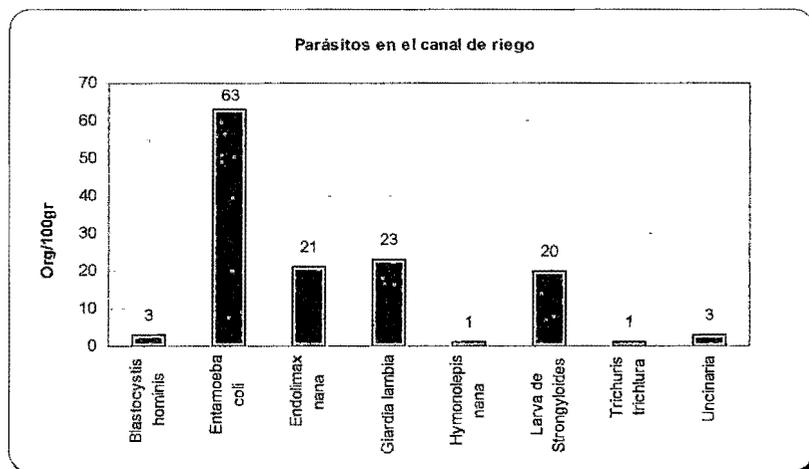
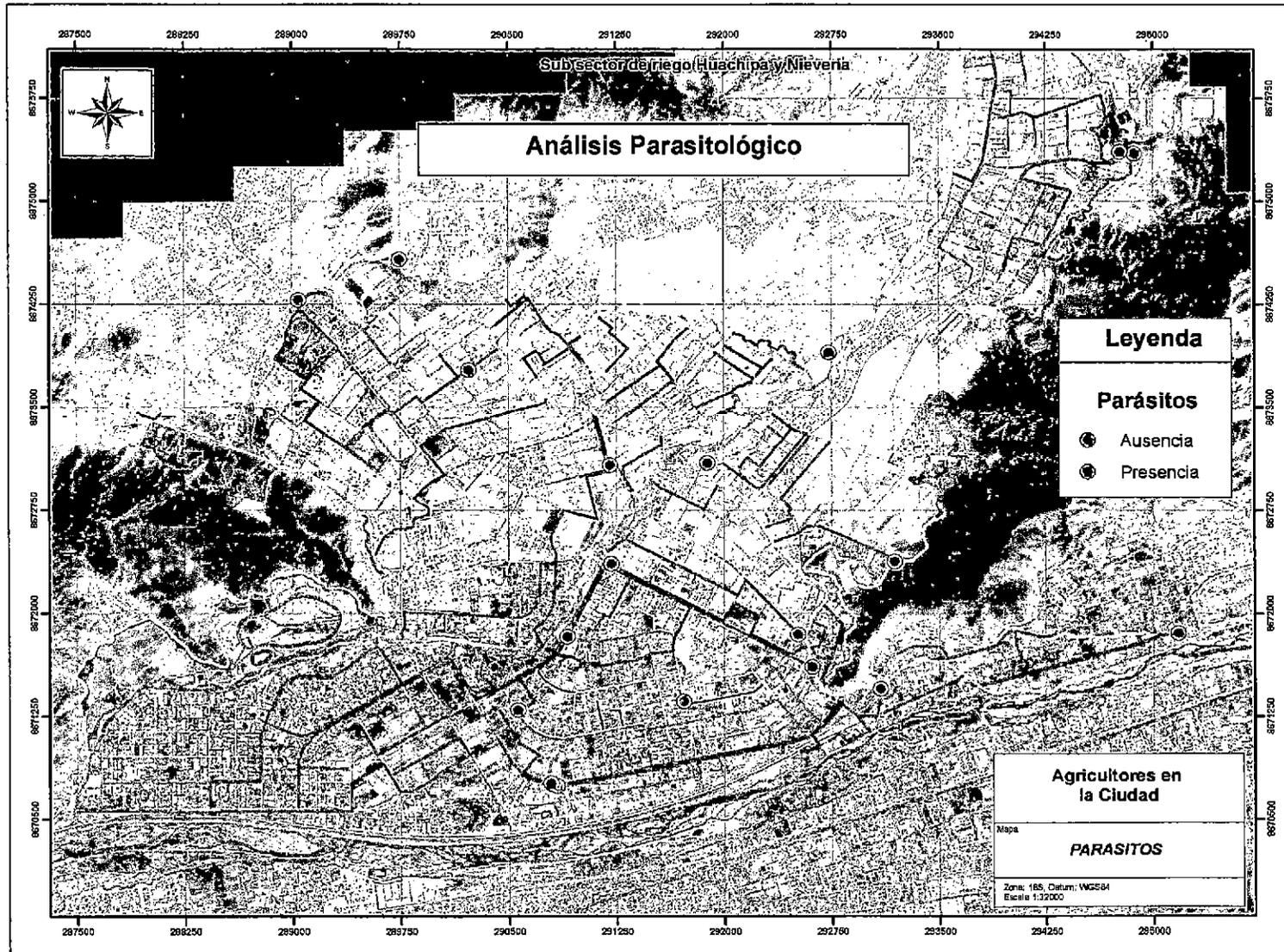


Figura N° 14: Mapeo de Parásitos (Presencia/Ausencia)



Cuadro N° 07: Resultado del Análisis Parasitológico

Código de campo	Punto de muestreo	Blastocystis hominis	Entamoeba coli	Endolimax nana	Giardia lamblia	Larva de Strongyloides	Uncinaria	Hymenolepis nana	Trichuris trichiura	Ausencia/ Presencia
H1	Canal Huachipa	1	3	0	1	1	0	0	0	Presencia
H2	Canal Huachipa	0	4	3	0	1	0	0	0	Presencia
H3	Canal Huachipa	0	4	1	6	1	0	0	1	Presencia
H4	Canal Huachipa	0	4	1	4	0	0	0	0	Presencia
H5	Canal Huachipa	0	8	6	0	0	1	0	0	Presencia
H6	Canal Huachipa	1	7	0	0	1	0	0	0	Presencia
H7	Canal Huachipa	0	6	0	3	0	0	0	0	Presencia
H8	Canal Huachipa	1	11	4	3	3	0	1	0	Presencia
H9	Canal Huachipa	0	6	1	6	3	1	0	0	Presencia
H10	Canal Huachipa	0	1	3	0	1	0	0	0	Presencia
H11	Canal Huachipa	0	3	1	0	1	0	0	0	Presencia
H12	Canal Huachipa	0	1	0	0	3	1	0	0	Presencia
H13	Canal Huachipa	0	2	0	0	1	0	0	0	Presencia
H14	Canal Huachipa	0	0	0	0	1	0	0	0	Presencia
N1	Canal Nievería	0	0	0	0	0	0	0	0	Ausencia
N2	Canal Nievería	0	1	0	0	1	0	0	0	Presencia
N3	Canal Nievería	0	0	0	0	0	0	0	0	Ausencia
N4	Canal Nievería	0	0	0	0	0	0	0	0	Ausencia
N5	Canal Nievería	0	1	0	0	1	0	0	0	Presencia
N6	Canal Nievería	0	1	1	0	1	0	0	0	Presencia

4.2.3. Calidad sanitaria de los productos agrícolas

El monitoreo de los productos agrícolas se realizó en el mes de marzo del 2006, se tomaron 7 muestras obteniéndose los siguientes resultados:

Coliformes Termotolerantes

El 70% de las muestras analizadas se encuentran por encima del límite permisible (10^2 a 10^3 /g, para productos crudos. Guía técnica de Evaluación del Riesgo Microbiológico de los alimentos en la Vía pública en Ciudades de América Latina, OPS/OMS Abril 1994). (Cuadro N° 08)

Se observó que la práctica de lavado (post cosecha) que se realiza a los productos agrícolas -en este caso: nabo y betarraga- contribuye a elevar los niveles de coliformes fecales debido a que son lavados en los mismos canales de regadío, los cuales se encuentran altamente contaminados según resultados del diagnóstico de la calidad del agua del agua de riego en Huachipa y Nievería.

Adicionalmente se analizó una muestra de grass americano, producto que hace algunos años se viene sembrando en el subsector de riego Nievería, producto que causa el adelgazamiento de la capa orgánica de los suelos debido que a actualmente se vende en champas de 5cm de suelo aproximadamente.

La cantidad de Coliformes termotolerantes registrada en la muestra de grass fue de 9.3×10^3 .

Parásitos

En el 43% de productos analizados se observó la presencia de parásitos siendo los protozoarios y helmintos más predominantes la *Entamoeba coli* y *larvas de Strongyloides*, respectivamente. (Cuadro N° 08)

En la muestra de grass se evidenció la presencia de parásitos, el valor registrado fue 22 org/100g, adicionalmente presentó ácaros.

Observaciones: Las muestras presentaron protozoos ciliados, amebas y larvas de vida libre.

Cabe resaltar que los resultados de la presencia de parásitos se expresan en masa vegetal.

Cuadro N° 08: Resultados del monitoreo de productos agrícolas en Huachipa y Nievería

Código de campo	C1 Nabo	C1L Nabo (*)	C2 Betarraga	C2L Betarraga (*)
Punto de muestreo	Huachipa	Huachipa	Huachipa	Huachipa
Coliformes fecales (NMP/g)	0.9	1.5×10^5	1.5×10^3	1.1×10^6
Entamoeba coli (Org/100 g)	0	2	0	0
Endolimax nana (Org/100 g)	0	1	0	0
Ascaris sp. (Org/100 g)	0	0	0	0
Larva de Ascaroideos (Org/100 g)	0	0	0	0
Larva de Strongyloideos (Org/100 g)	0	0	0	0
Uncinarias (Org/100 g)	0	0	0	0
Presencia/Ausencia	Ausencia	Presencia	Ausencia	Ausencia

(*) Actividad post cosecha: Lavado de los productos en canales de regadío para una mejor presentación en el mercado.

Código de campo	C3 Huacatay	C4 Apio	C5 Grass americano
Punto de muestreo	Huachipa	Huachipa	Nievería
Coliformes fecales (NMP/g)	4.3×10^3	1.2×10^2	9.3×10^3
Entamoeba coli (Org/100 g)	0	0	2
Endolimax nana (Org/100 g)	0	0	0
Ascaris sp. (Org/100 g)	0	0	2
Larva de Ascaroideos (Org/100 g)	0	0	4
Larva de Strongyloideos (Org/100 g)	0	1	8
Uncinarias (Org/100 g)	0	0	6
Presencia/Ausencia	Ausencia	Presencia	Presencia

4.3. Evaluación de la calidad del agua y los productos agrícolas a partir del uso del Reservoirio

4.3.1. Monitoreo de la calidad del agua del Reservoirio

Durante los meses de Enero a Noviembre del 2006 se realizaron 6 monitoreos de la calidad del agua, tanto en el canal de riego como en el Reservoirio.

En el canal de riego se registraron valores del orden de 10^6 y 10^7 , los cuales se encuentran por encima de los ECA del agua para clase III (1000 NMP/100 mL).

Se observaron valores de hasta 99.9995% de remoción de Coliformes fecales en el Reservoirio, registrándose valores del orden de 10^3 NMP/100 mL acercándose al ECA Categoría 3, el mínimo valor registrado fue 23 NMP/100 mL en el mes de agosto. (*Cuadro N° 09*)

Así mismo, el *Cuadro N° 10* muestra ausencia de parásitos humanos a la salida del Reservoirio mientras que en el canal se observa presencia de parásitos en todas las muestras analizadas.

Estos reservorios de estabilización han sido operados en Israel por más de 30 años, pero con la finalidad de realizar un tratamiento y almacenamiento de aguas servidas durante el invierno lluvioso. Los efluentes son entonces utilizados en irrigación agrícola durante el verano seco. Los reservorios de estabilización para aguas servidas en Israel, hoy en día pueden remover DBO, DQO, detergentes y otros contaminantes en un orden de magnitud (90 %), y coliformes fecales en cinco órdenes de magnitud (99.999 %) sin cloración (Juanicó, 1999).

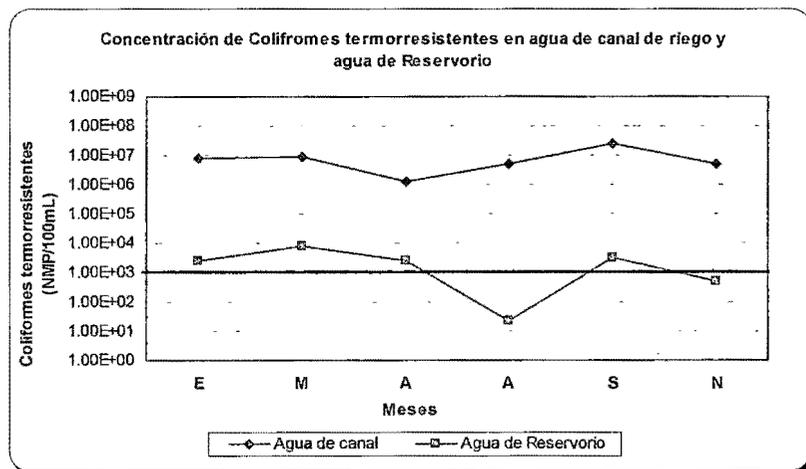
Resultados similares se obtuvieron también en el 'Reservoirio Piloto' implementado y puesto en marcha meses antes en el subsector de riego de Carapongo, en el cual la eficiencia promedio de la capacidad de remoción es de 99.21%.

Con respecto a los lodos, cabe resaltar, que debido a la baja velocidad de arrastre del agua en el canal de riego, al cabo de 1 año aproximadamente se realiza la limpieza del Reservorio, disponiéndose los lodos en los terrenos de cultivo de la propiedad, aprovechándose los nutrientes contenidos en el sedimento.

Cuadro N° 09: Coliformes termotolerantes en canal de riego y Reservorio (NMP/100mL)

Fecha	Canal	Reservorio	%Remoción
25-Ene-06	8.00×10^6	2.40×10^3	99.9700
01-Mar-06	8.66×10^6	8.00×10^3	99.9076
10-Abr-06	1.30×10^6	2.40×10^5	81.5385
02-Ago-06	5.00×10^6	2.30×10^1	99.9995
27-Sep-06	2.40×10^7	3.00×10^3	99.9875
22-Nov-06	5.00×10^6	5.00×10^2	99.9900

Gráfico N° 02: Coliformes termotolerantes en el canal vs. Reservorio



Cuadro N° 10: Parásitos en el canal de riego y Reservorio (Org/100mL)

Fecha	Canal	Reservorio
25-Ene-06	5	0
01-Mar-06	6	0
10-Abr-06	1	0
02-Ago-06	4	0
27-Sep-06	16	0
22-Nov-06	2	0

Gráfico N° 03: Parásitos en el canal vs. Reservorio

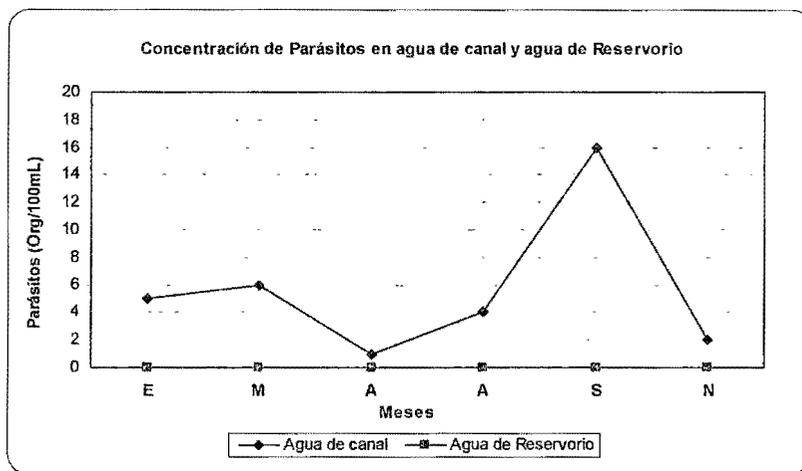
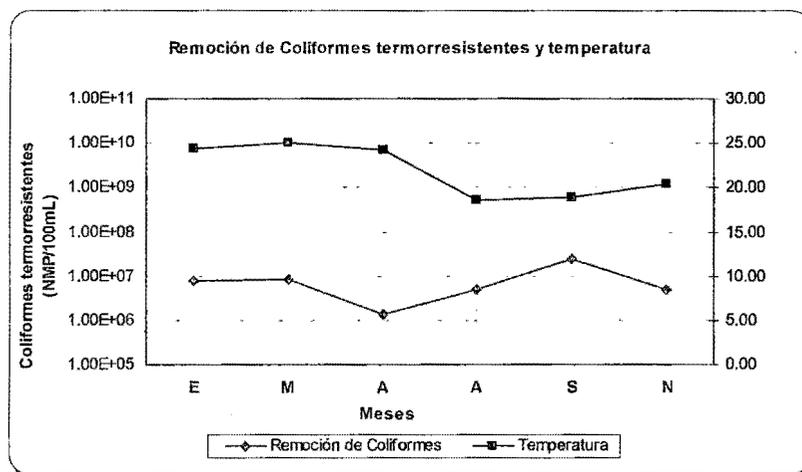


Gráfico N° 04: Remoción de Coliformes fecales vs. Temperatura



4.3.2. Producción agrícola

Se instalaron 2 parcelas demostrativas de 500 m² cada una, en las cuales se sembraron frijoles, una parcela fue regada con agua del canal y la otra parcela fue regada con agua del Reservoirio, al término de la campaña agrícola los resultados fueron que en la parcela regada con agua de canal se cosecharon 36 Kg de frijol y en la parcela regada con agua de Reservoirio se obtuvo 42 Kg observándose una distribución y crecimiento homogéneo de las plantas en comparación con la otra parcela.

Cabe resaltar que con el mejoramiento de la calidad del agua de riego mediante el uso de Reservoirios también se está mejorando la calidad sanitaria de los productos agrícolas, observándose disminuciones en la concentración de Coliformes termotolerantes y parásitos. (Monitoreo de la calidad sanitaria de los productos agrícolas en el subsector de riego de Carapongo, 2005)

4.3.3. Siembra de peces y control del peso

Se sembraron 1450 tilapias de las especies *O. Niloticus* "Tilapia gris" y *Oreochromis sp* "Tilapia roja" las cuales fueron trasladadas del Reservoirio de Carapongo -módulo experimental- en este módulo permanecieron desde su siembra (alevinos) hasta culminar su etapa de crecimiento (abril a diciembre del 2005).

En el Reservoirio de Nievería empezaron su etapa de engorde hasta lograr el peso promedio para venta de 250 gramos (enero a abril del 2006). Durante ambas etapas los peces fueron alimentados con comida artificial.

El monitoreo mensual de los peces nos ha permitido elaborar curvas de crecimiento y racionamiento de alimentos, además de un comparativo del crecimiento de los peces respecto de la temperatura.

Las tilapias son especies de aguas cálidas es por ello que su crecimiento se ve favorecido con el incremento de la temperatura como se puede observar en los gráficos que denotan curvas exponenciales.

Respecto a la calidad del agua, las tilapias pueden soportar concentraciones de hasta 10^5 de Coliformes fecales en el efluente, rebasado este límite el sistema inmunológico de la tilapia se debilita y las bacterias ingresan al músculo (León y Moscoso, 1995).

La calidad de los peces fue evaluada de acuerdo a una calificación estricta propuesta por Buras (1987), que establece como "muy buenos" a los peces con menos de 10 bacterias por gramo de músculo; son "aceptables" aquellos con 10 a 50 bacterias y son "rechazados" los peces con más de 50 bacterias. Los resultados de las muestras evaluadas obtuvieron como resultado menos de 4 bacterias por gramo de músculo.

Gráfico N° 05: Curva de crecimiento de las tilapias

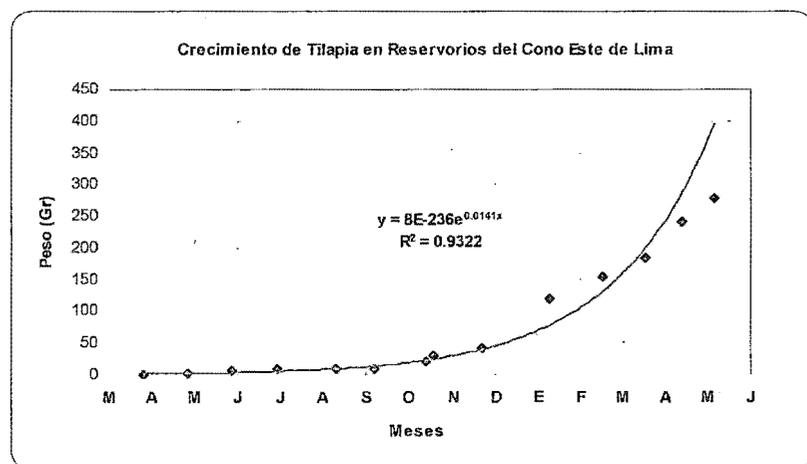


Gráfico N° 06: Tasa de crecimiento de las tilapias

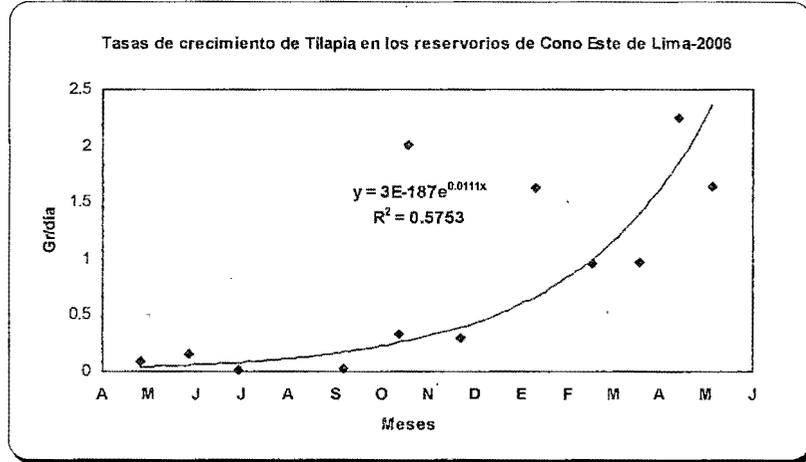
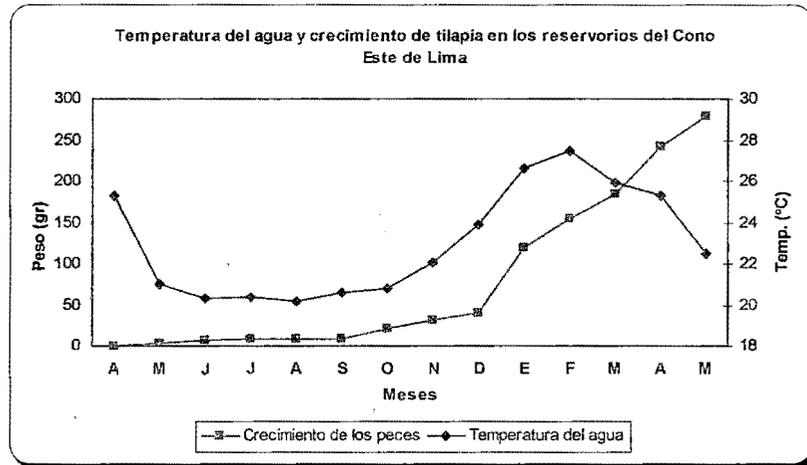


Gráfico N° 07: Crecimiento vs. Temperatura



V. CONCLUSIONES

Los efluentes industriales, las descargas domésticas y botaderos de residuos sólidos son las principales fuentes de contaminación en los canales de riego en las comisiones de Huachipa y Nievería, respectivamente.

El agua de los canales de Huachipa y Nievería no es apta para el riego de hortalizas, las concentraciones de coliformes termotolerantes y parásitos están por encima de los límites, tal es así, que el 95% de los puntos muestreados en los canales de riego presentan valores bacteriológicos por encima de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el agua, categoría III (Riego de vegetales y bebida de animales), DS N° 002-2008-MINAM y más del 80% de las muestras presentan parásitos, lo que significa un alto riesgo para la salud, esto se debe a las descargas domésticas de los poblados cercanos a las áreas de cultivo.

La calidad del agua de riego no es el único factor que influye en la calidad microbiológica de los productos agrícolas, se deben considerar las condiciones de saneamiento, la manipulación durante la siembra y la cosecha y las actividades de post-cosecha como el lavado en estanques improvisados que puede empeorar la calidad sanitaria de los productos agrícolas. Se registraron valores mayores de coliformes fecales en verduras lavadas.

El Reservorio implementado en el subsector de riego Nievería asegura un alto grado de remoción de Coliformes Termotolerantes, registrándose valores de hasta 99.9995%, similares a las experiencias realizadas en Israel y en el subsector de riego Carapongo, los cuales registraron valores de 99.999% y 99.21%, respectivamente, además de permite la eliminación de parásitos humanos, considerándose una tecnología apropiada para el tratamiento de aguas con fines de riego, mejorando el ingreso económico de los agricultores al vender productos agrícolas y peces de buena calidad sanitaria protegiendo la salud de los consumidores.

El riego de hortalizas con agua tratada en Reservorios no sólo mejora la calidad sanitaria de los productos agrícolas, también aumenta la productividad lográndose una mayor y mejor producción de hortalizas, ya que se aprovechan los nutrientes (generación de microalgas) que contiene el agua del Reservorio.

Debido a la escasez de agua en algunas zonas urbanas y peri-urbanas, los Reservorios constituyen una fuente de almacenamiento, permitiendo tener un volumen de reserva cuando se realizan actividades de limpiezas de los canales, cuando suceden problemas de obstrucción o factores ajenos que afecten la programación de riego.

La crianza de peces de la especie tilapia en los Reservorios es apta para el consumo humano y no altera los procesos que se llevan a cabo en el mejoramiento de la calidad del agua, no interrumpe las actividades del agricultor y se convierte en una actividad de integración familiar y en una nueva alternativa para obtener un ingreso económico adicional y mejorar la dieta alimenticia.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un Programa de Educación y Sensibilización a los agricultores sobre la calidad sanitaria del agua, de los productos agrícolas y sus efectos en la salud, así como también proporcionarles apoyo técnico en las prácticas agrícolas: cultivo, manipulación, cosecha, post-cosecha, transporte y comercialización.

Las autoridades responsables deben realizar seguimientos, generar registros y controlar la calidad del agua con fines de riego y los productos agrícolas mediante monitoreos periódicos, además de realizar evaluaciones epidemiológicas con la finalidad de relacionar la calidad del agua, los productos agrícolas y la incidencia de enfermedades diarreicas agudas (EDA's).

Continuar las evaluaciones de la calidad sanitaria de otros tipos de cultivos, evaluación de la producción agrícola y su relación con la concentración de nutrientes en el Reservorio, evaluación de la disminución del crecimiento de malezas en parcelas que son regadas con aguas que han sido tratadas en el Reservorio y la posibilidad de disminuir gradualmente el consumo de agroquímicos.

Certificar la producción de hortalizas y peces sanos a fin de ser merecedores de mejores precios.

Difundir esta valiosa experiencia con la finalidad de realizar un efecto multiplicador y de esta manera mejorar el ingreso económico del agricultor, proteger la salud del consumidor y conservar el medio ambiente.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atias, A.; 2000. Parasitología Médica. Santiago, Chile.
- BID, CED; 2001. Fundamentos de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Castro de Esparza, M. L.; Sáenz Forero, R.; 1990. Evaluación de riesgos para la salud por el uso de aguas residuales en agricultura. Volumen I: Aspectos Microbiológicos. CEPIS/OPS, Lima, Perú.
- CEPIS, 1996. III Curso "Lagunas de Estabilización", Lima, Perú.
- CEPIS/OPS, 1995, Curso de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales. p. 25.
- Curtis, T.P. & Mara, D.D., 1992. The effect of sunlight on faecal coliforms in ponds: implications for research and design. Water Science & Technology.
- Echarril. 1998. Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente.
- Friedler, E.; Juanicó, M.; Shelef, G. 2003. Simulation model of wastewater stabilization reservoirs. Science Direct - Ecological Engineering 20. p. 123, 125
- Gloyna, E.F., 1971. Waste Stabilization Ponds. World Health Organization, Monograph series N° 60.
- IDRC-OPS; 2003. Sistemas Integrados de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en América Latina: Realidad y Potencial.
- Juanicó, M.; Dor, I., 1999, Reservoirs for Wastewater Storage and Reuse, Springer, Environmental Science Series, Germany.
- Lee-Smith, D. and G. Prain, 2006, Urban Agriculture and Health, in Understanding the Links Between Agriculture and Health, C. Hawkesm and M.T. Ruel, Editors. International Food Policy Research Institute - IFPRI.
- León G., 1995, Seminario Internacional. Lagunas de estabilización, Aspectos generales y principios básicos de los sistemas de lagunas de estabilización, Santiago de Cali, Colombia.
- León, G.; Moscoso, J., 1995, Uso de Aguas Residuales Tratadas: Potencialidades y Limitaciones (CEPIS/OPS), Lima, Perú.

- Manrique, R., et al. 2002. Estudio de Viabilidad: Sistema de Aprovechamiento de las Aguas Residuales en el Fundo San Agustín, Callao - Perú. Proyecto Regional Sistemas Integrados de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en América Latina: Realidad y Potencial. Convenio IDRC - OPS/HEP/CEPIS
- Mara, D; Cairncross, S., 1989. Guidelines for the Safe Use of Wastewater and Excreta in Agriculture and Aquaculture, in Organización Mundial de la Salud. Genova.
- Metcalf and Eddy, 1998. Ingeniería de aguas residuales: Tratamiento, vertido y reutilización. Mc. Graw-Hill.
- Ministerio de Energía y Minas, 1997, Evaluación Ambiental Territorial de la Cuenca del Río Rímac, Lima.
- Moscoso J. y Merztha G., 2002, Manejo sanitario de las aguas residuales domésticas en la Agricultura Urbana, Tecnologías apropiadas para el tratamiento sanitario de las aguas residuales domésticas, Lima, Perú
- Moscoso Cavallini, J. Reuso de aguas residuales en Perú.
- OMS, 1989, Medidas de protección sanitaria en el aprovechamiento de aguas residuales.
- OPS, 1993, Memoria del taller regional para las américas sobre aspectos de salud, agricultura y ambiente vinculados al uso de las aguas residuales, México, D.F.
<http://www.bvsde.ops-oms.org/eswww/fulltext/repind53/mtr/mtr.html>
- OPS/CEPIS, 1996, Curso de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales, Lima, Perú.
- OPS – CEPIS, 2004. Tratamiento de agua para consumo humano: Plantas de filtración rápida. Manual: Teoría (Tomo I). Lima, Perú. p. 9,13.
- OPS-IDRC; 2005. Validación de Lineamientos para formular Políticas de gestión del Agua Residual Doméstica en América Latina. Proyecto Regional. p. 3.
- OPS/OMS, 2006, Tecnologías apropiadas em agua y saneamiento, Módulo I pp. 1-3, Módulo II. p. 1-5.

- Pearson, H. W., & Mara, D.D., 1987. Physicochemical parameters influencing faecal bacterial survival in waste stabilisation ponds. *Wat. Sci. Techn.*
- Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica Vol.7 no.13. Jun. 2004. Lima.
- Rolim, Mendoza Sergio, 1999. Seminario internacional tratamiento de aguas residuales a través de humedales naturales y artificiales y lagunas de estabilización. Organización Panamericana de la Salud. Santa Fé de Bogotá, Colombia.
- Rolim, Mendoza Sergio, 2000. Sistemas de lagunas de estabilización. Editorial Mc. Graw Hill.
- Romero, Rojas Jairo Alberto, 1999. Tratamiento de aguas residuales por lagunas de estabilización. Editorial Alfaomega. 3ª. Edición.

APÉNDICE

Figura N° 01: Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>¿La calidad de agua en los canales de riego en Nievería es apta para los productos agrícolas y para la salud del consumidor?</p> <p>¿La implementación de Reservorios mejorará la calidad del agua para riego en el subsector de riego Nievería?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Mejorar la calidad sanitaria del agua para riego y la calidad de los productos agrícolas mediante la implementación de Reservorios.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS a) Evaluar la calidad del agua para riego y la calidad sanitaria de los productos agrícolas en Nievería y Huachipa b) Definir el impacto de la calidad del agua para riego sobre la posible contaminación de los productos agrícolas. c) Evaluar el mejoramiento de la calidad del agua de riego y de los productos agrícolas de consumo crudo a partir de la implementación de Reservorios.</p>	<p>La implementación de Reservorios como una propuesta de tecnología apropiada mejorará la calidad sanitaria del agua para riego.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: fit-content; margin: 10px auto;"> VARIABLES </div> <p>VARIABLE INDEPENDIENTE: Reservorios</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE: Calidad del agua</p>	<p>INDICADOR: Reservorios: <i>Dimensiones</i> <i>Tiempo de retención</i></p> <p>INDICADOR: Calidad del agua:</p> <p>Remoción de Coliformes (Nf):</p> $Nf = \left[\frac{Ne - Na}{Ne} \right] \times 100$ <p><i>Ne:</i> Coliformes termorresistentes a la entrada del Reservorio (NMP/100mL) <i>Na:</i> Coliformes termorresistentes a la salida del Reservorio (NMP/100mL)</p> <p>Remoción de Parásitos (Pf):</p> $Pf = \left[\frac{Pe - Pa}{Pe} \right] \times 100$ <p><i>Pe:</i> Parásitos (nemátodos) a la entrada del Reservorio (Huevo/L) <i>Pa:</i> Parásitos (nemátodos) a la salida del Reservorio (Huevo/L)</p>	<p>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN: El presente trabajo corresponde a un diseño de investigación EXPERIMENTAL, por cuanto su propósito es demostrar que los cambios en la variable dependiente fueron causados por la variable independiente. Estableciendo una relación causa-efecto: la implementación de Reservorios y el mejoramiento de la calidad sanitaria del agua para riego.</p> <p>Para la toma de muestras en la evaluación de la calidad del agua para riego y la calidad sanitaria de los productos agrícolas en ambos subsectores de riego, se empleó el método de muestreo probabilístico <i>aleatorio estratificado</i>.</p>

Figura N° 02: Árbol de Causa-Efecto

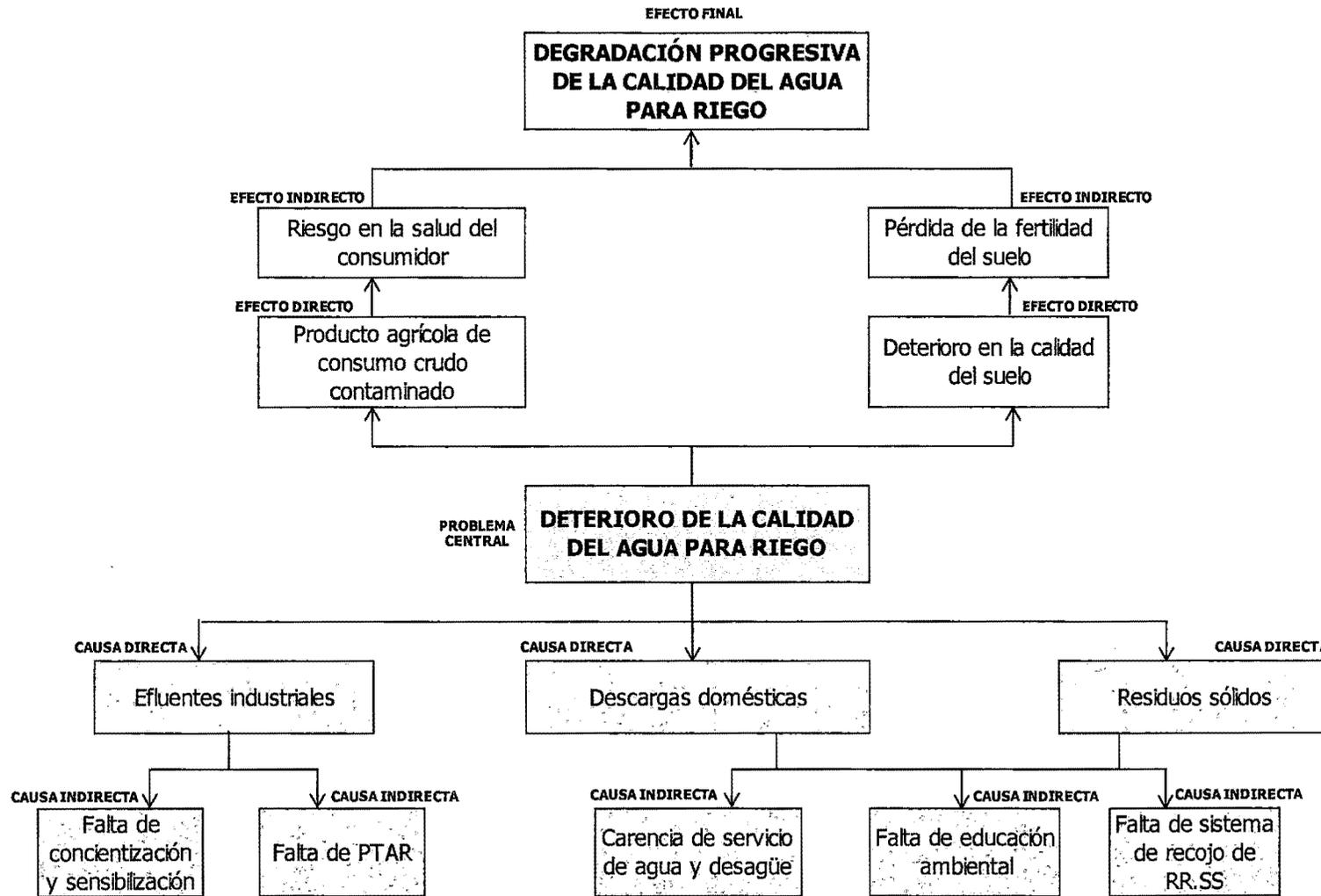


Figura N° 03: Árbol de Medios y Fines

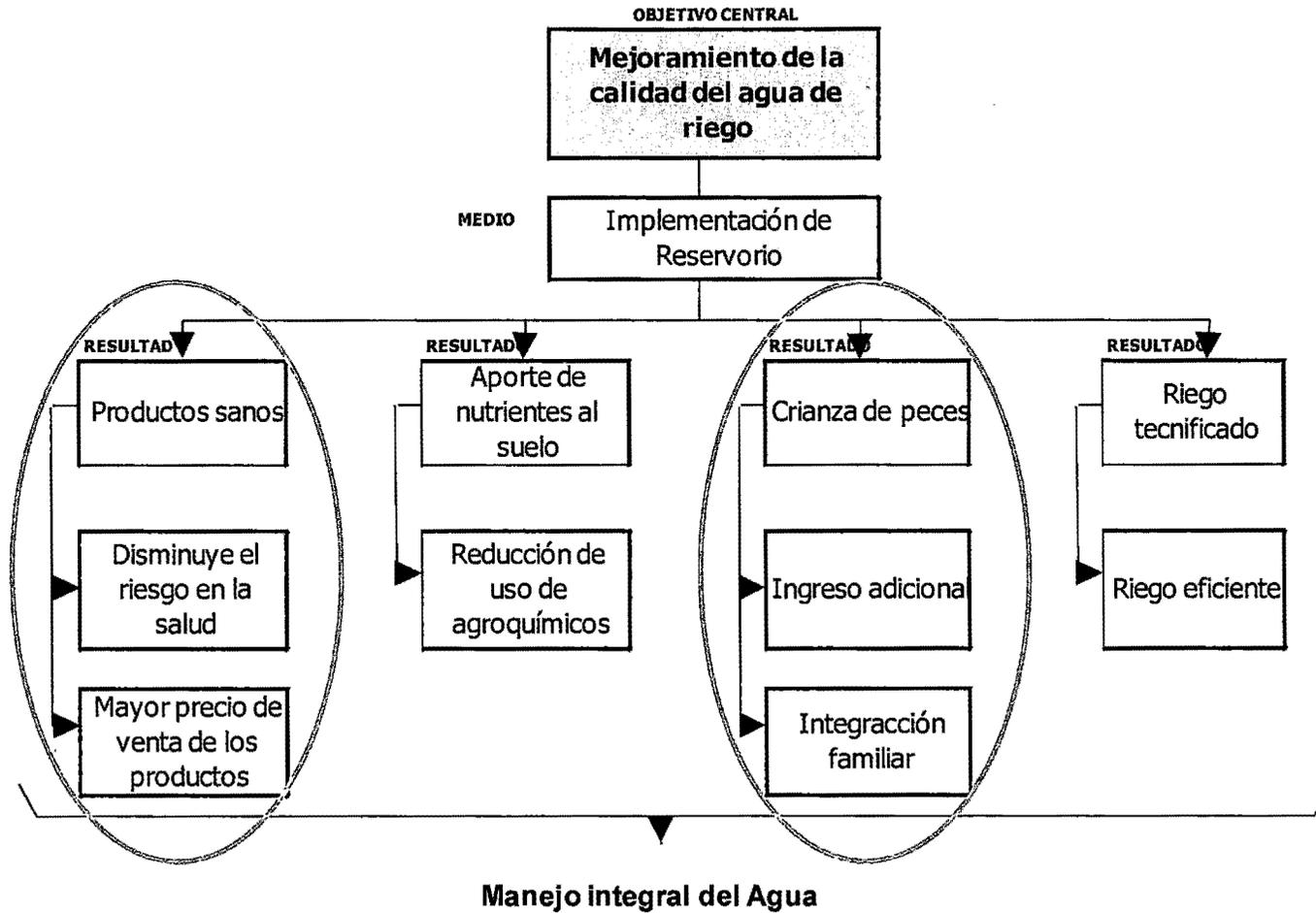


Figura N° 04: Ámbito geográfico del proyecto



Figura N° 05: Ubicación del Reservorio

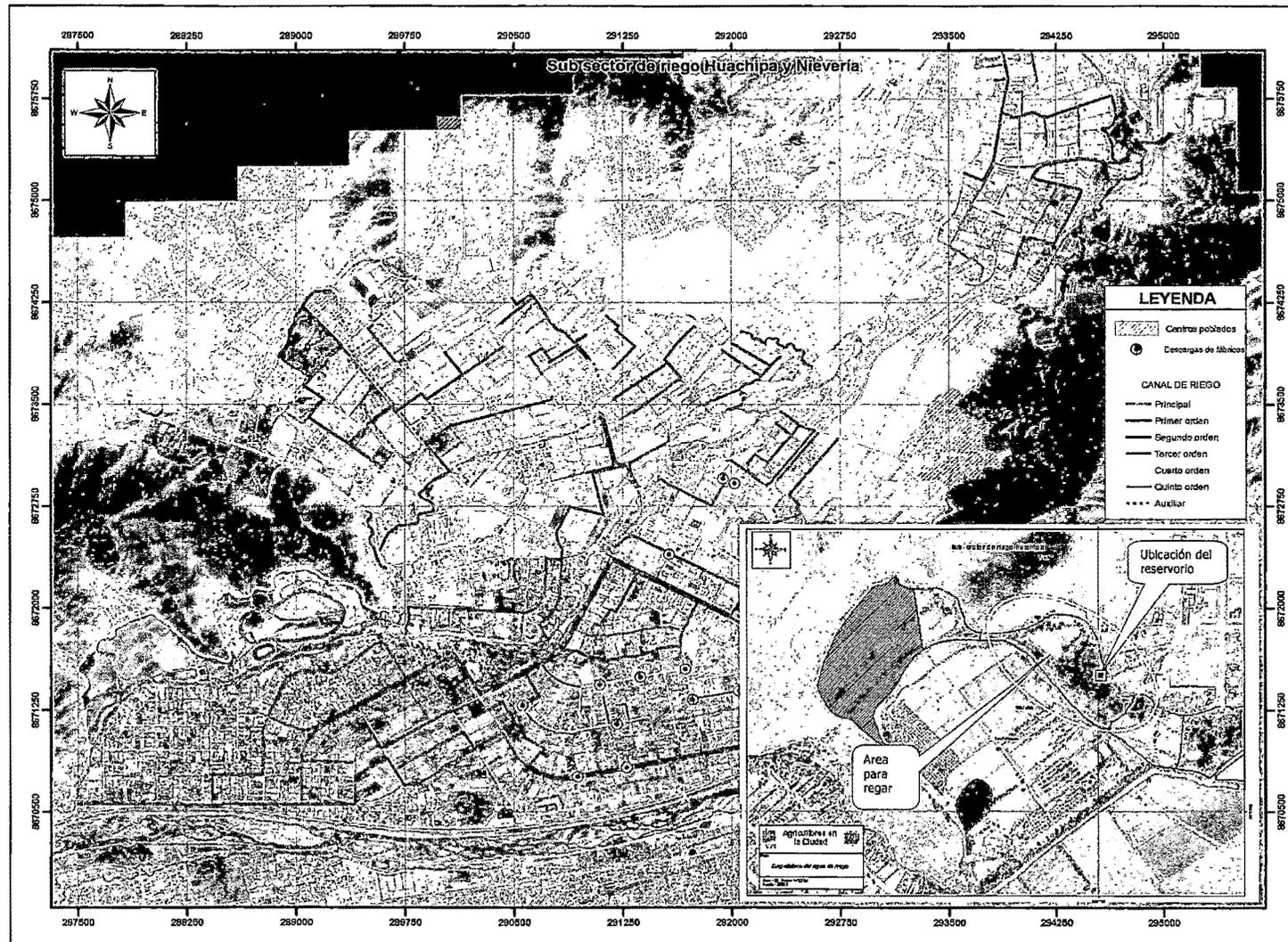


Figura N° 06: Cortes Transversales del Reservorio

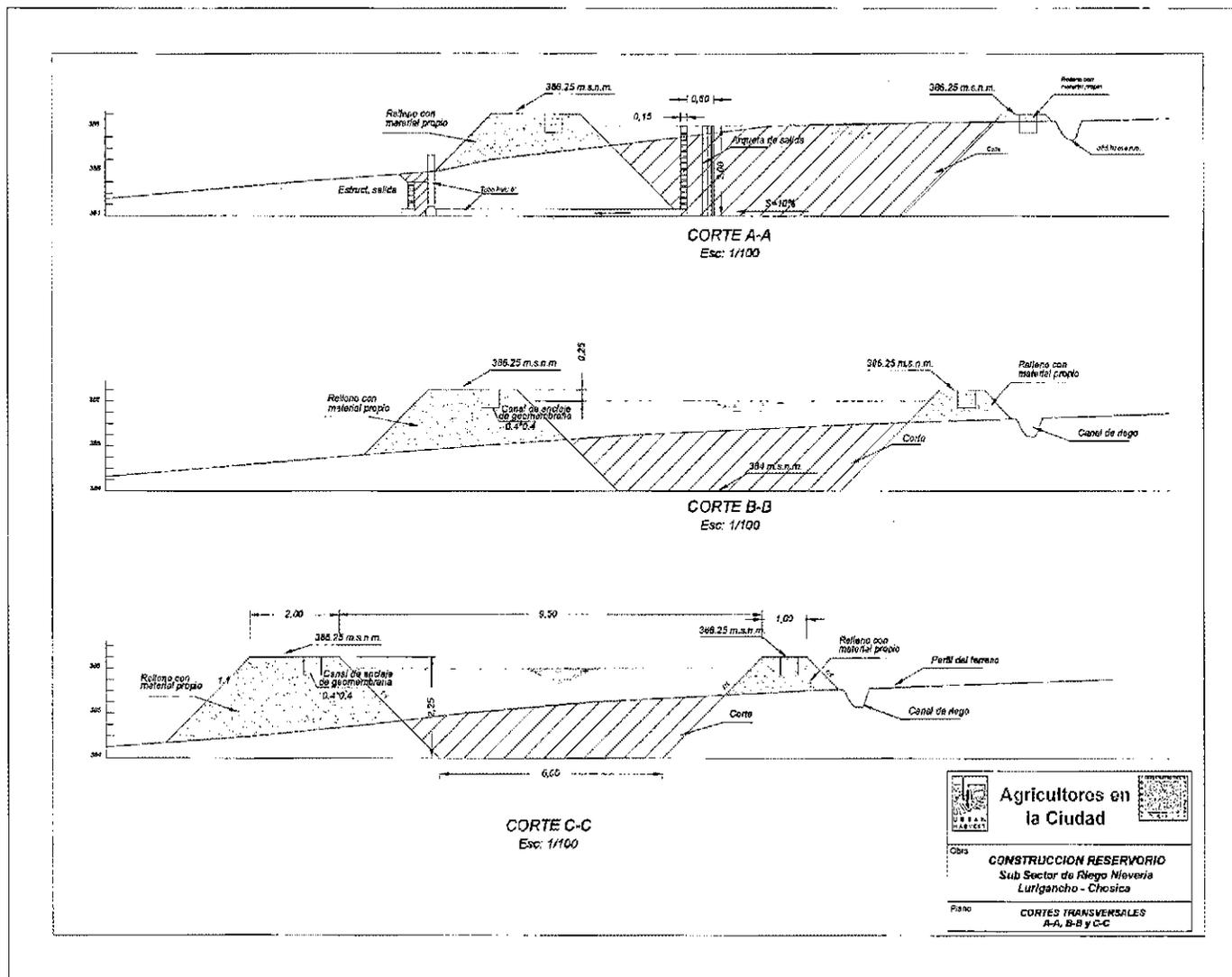


Figura N° 07: Corte Longitudinal del Reservoirio

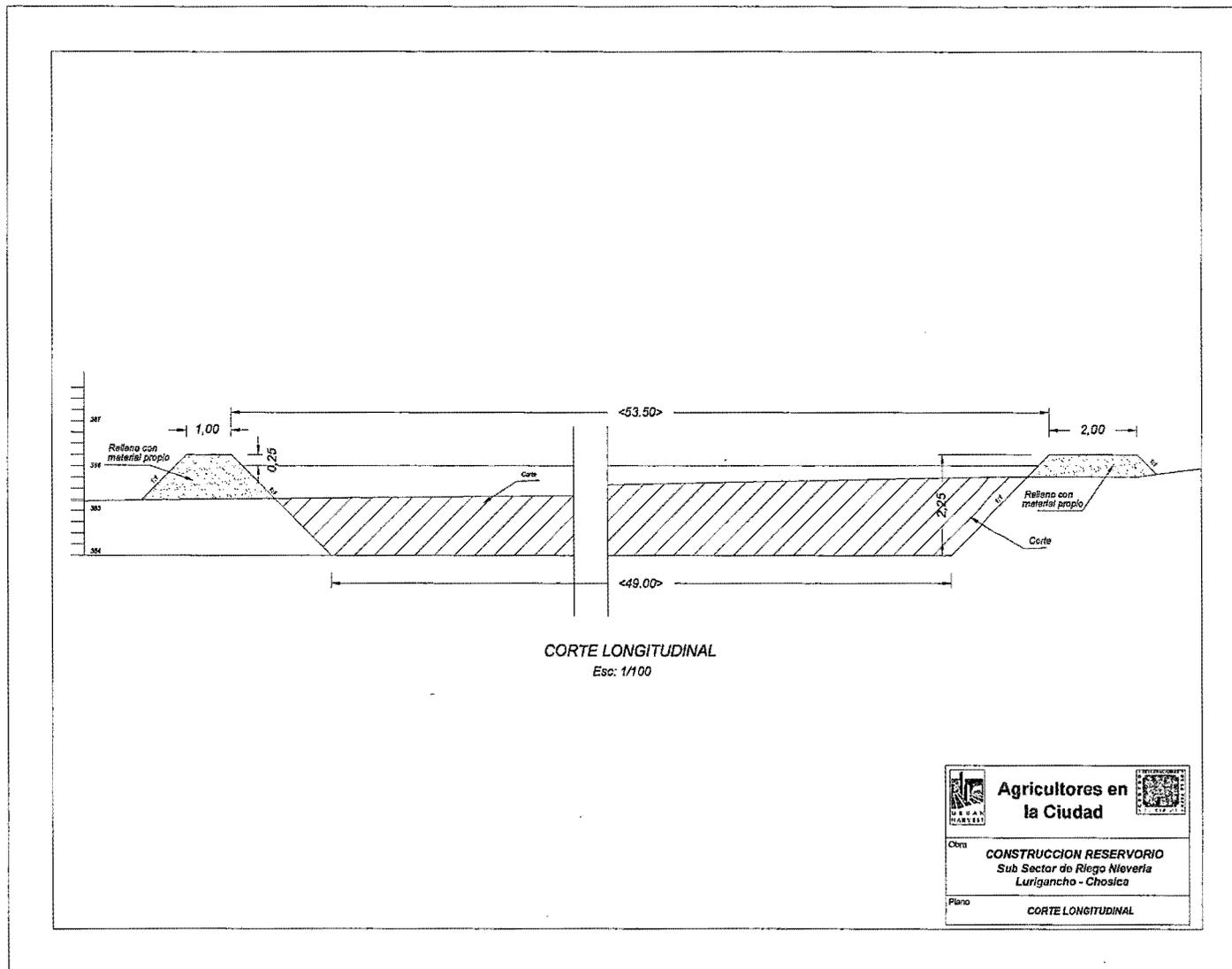


Figura N° 08: Arqueta de Desagüe (Vista Planta y Corte A-A')

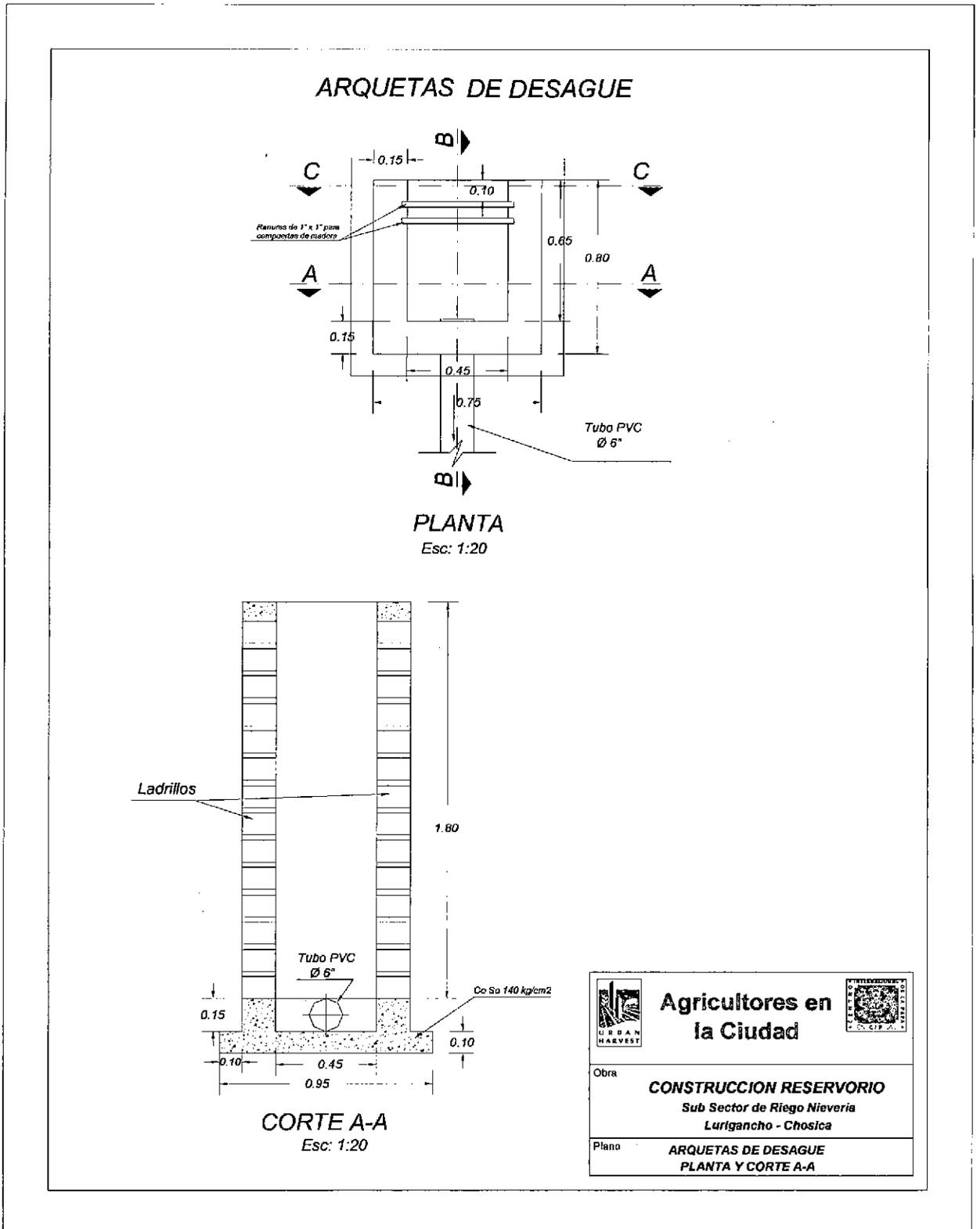


Figura N° 09: Arqueta de Desagüe (Corte B-B' y Corte C-C')

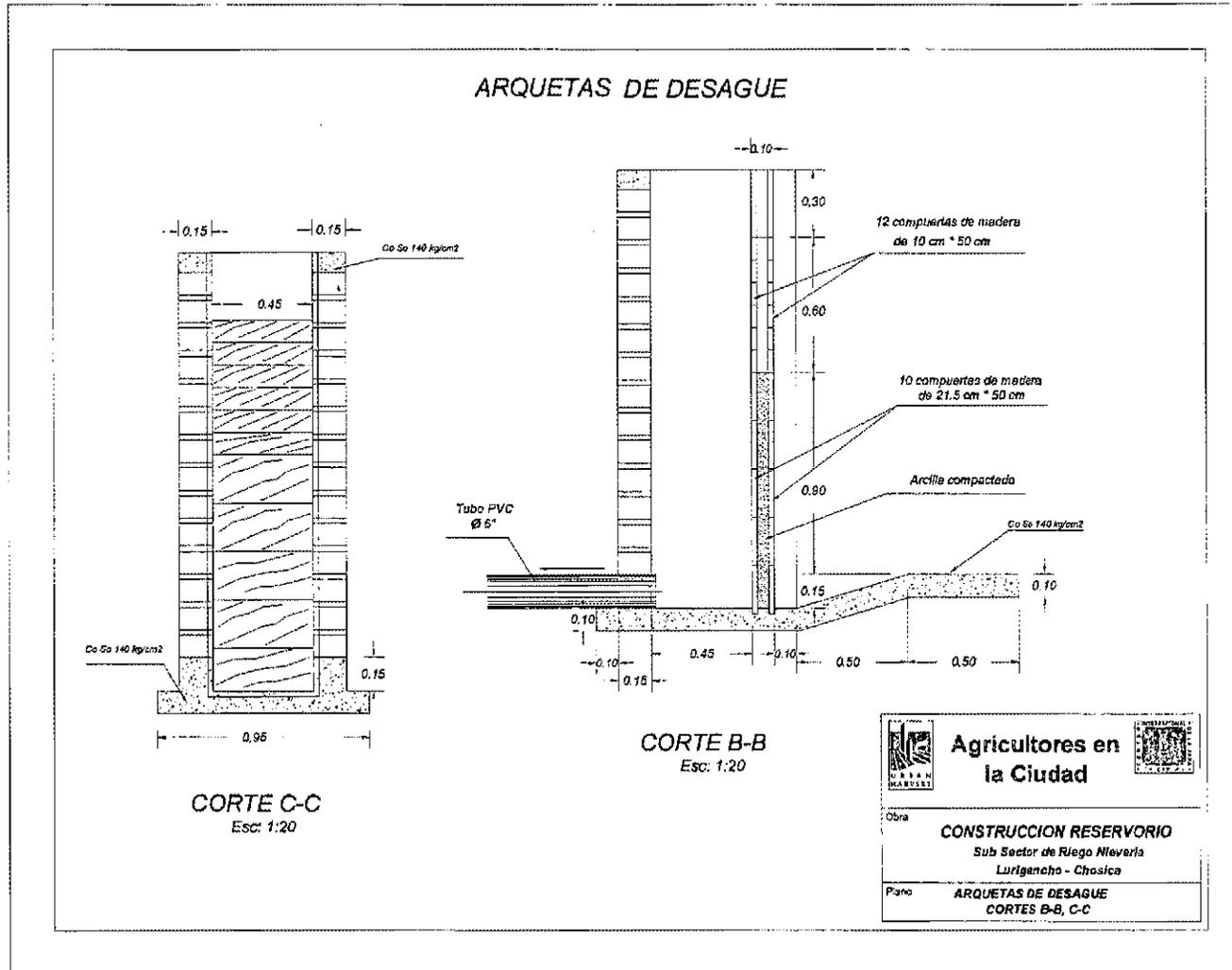
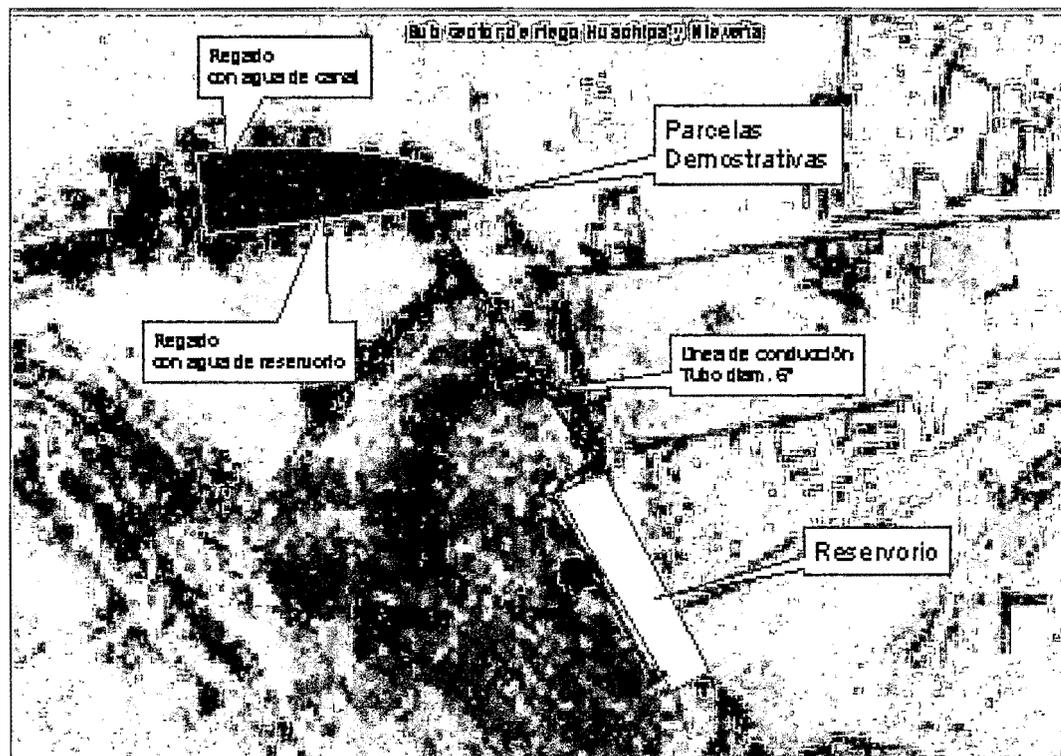


Figura N° 10: Ubicación de las líneas de conducción de agua y parcelas demostrativas



Cuadro N° 01: Parámetros evaluados en los productos agrícolas

Muestra	L/S	CF	PAR	Punto de muestreo
Nabo	L,S	x	x	Huachipa
Betarraga	L,S	x	x	Huachipa
Huacatay	S	x	x	Huachipa
Apio	S	x	x	Nievería
Grass	S	x	x	Nievería

L=lavado, S=sin lavar, CF=coliformes fecales, PAR=parásitos

Fotografía N° 01: Excavación, nivelación y acabados



Fotografía N° 02: Construcción de obras de arte, instalación de la geomembrana y operación del Reservorio



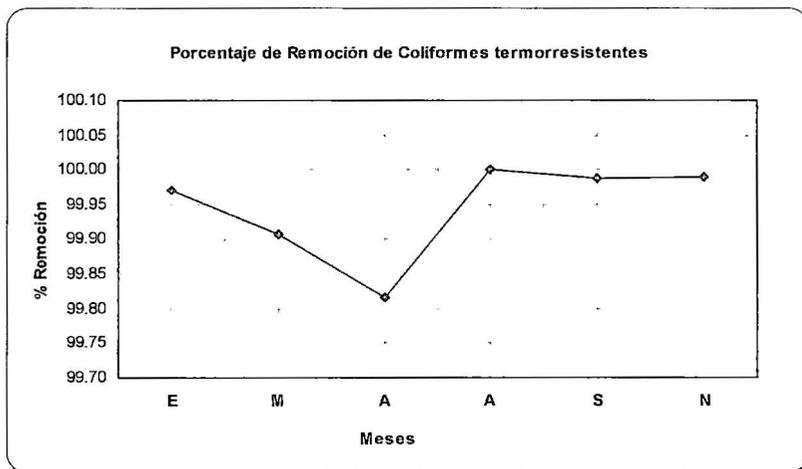
Fotografía N° 03: Siembra de tilapias, pesca y pesado



Fotografía N° 04: Silos, botaderos y efluentes industriales en canales de riego (Huachipa y Nievería)



Gráfico N° 08: Porcentaje de remoción de coliformes termotolerantes en el Reservoirio y temperatura mensual en Nievería



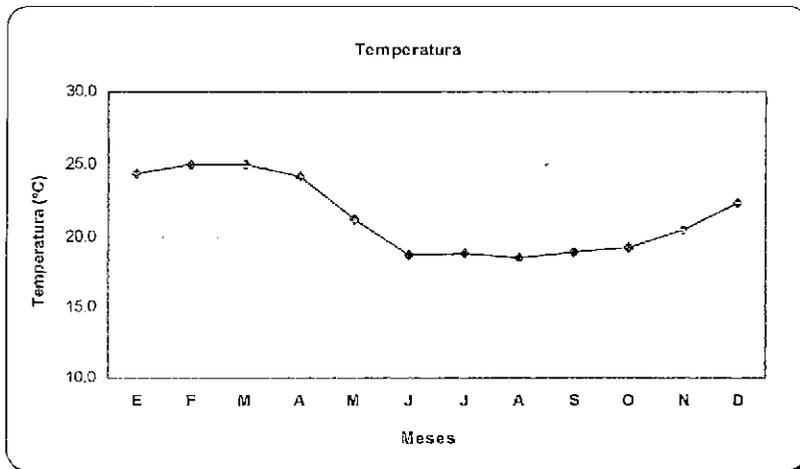


Gráfico N° 09: Concentración de coliformes termotolerantes y parásitos en el canal de riego Nievería

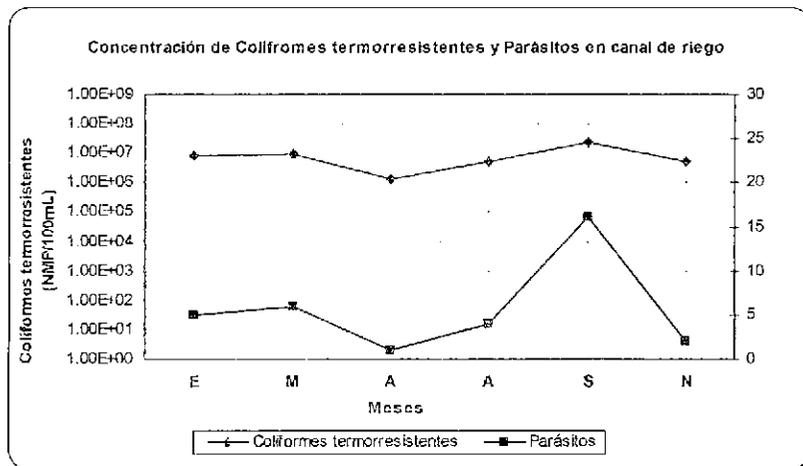
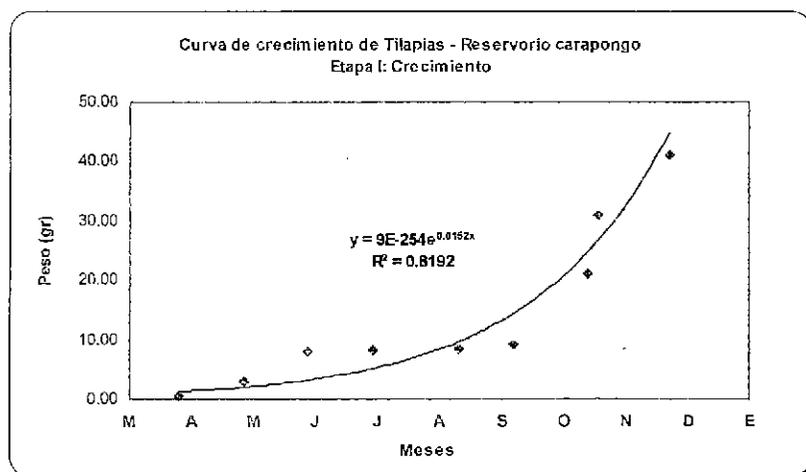
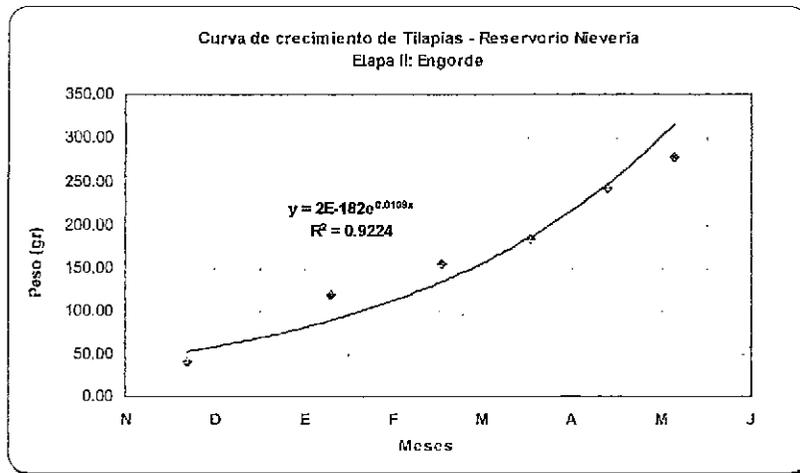


Gráfico N° 10: Curvas de crecimiento de tilapias por etapas





ANEXOS

Cuadro A: Principales Enfermedades transmitidas por el agua

NOMBRE	AGENTE	SÍNTOMAS PRINCIPALES	RESERVORIO
Salmonellosis	Bacteria	Dolores abdominales, diarreas, náuseas, vómitos, fiebre.	Animales domésticos, personas enfermas.
Hepatitis	Virus	Fiebre, náuseas, anorexia, malestar general.	El hombre.
Disenterías	Protozoario	Diarreas, fiebre, vómito, cólico.	El hombre y animales domésticos.
Giardiasis	Protozoario	Asintomática, asociada con diarreas	El hombre.
Cólera	Bacteria	Fiebre, diarreas, malestar abdominal, vómitos.	El hombre y animales domésticos.
Fiebre tifoidea	Bacteria	Fiebre, malestar general, anorexia, pulso lento.	El hombre, paciente o portador.

Cuadro B: Microorganismos patógenos presentes en la orina, las heces y las aguas residuales

Agente Patógeno	Nombre popular de la infección causada	Orina	Heces	Aguas Residuales
Bacteria				
Escherichia coli	Diarrea	X	X	X
Salmonella typhi	Fiebre tifoidea	X	X	X
Vibrio cholerae	Cólera	X	X	X
Virus				
Poliovirus	Poliomielitis		X	X
Rotavirus	Enteritis		X	
Protozoario - Amebas				
Entamoeba histolytica	Amibiasis		X	X
Giardia intestinalis	Giardiasis		X	X
Helmintos – huevos de parásitos				
Ascaris lumbricoides	Ascariasis		X	X
Fasciola hepática	Distomiasis hepática		X	X
Ancylostoma duodenale	Anquilostomiasis		X	X
Trichuris trichiura	Tricocefalosis		X	X

Figura A: Procesos dentro de los Reservorios

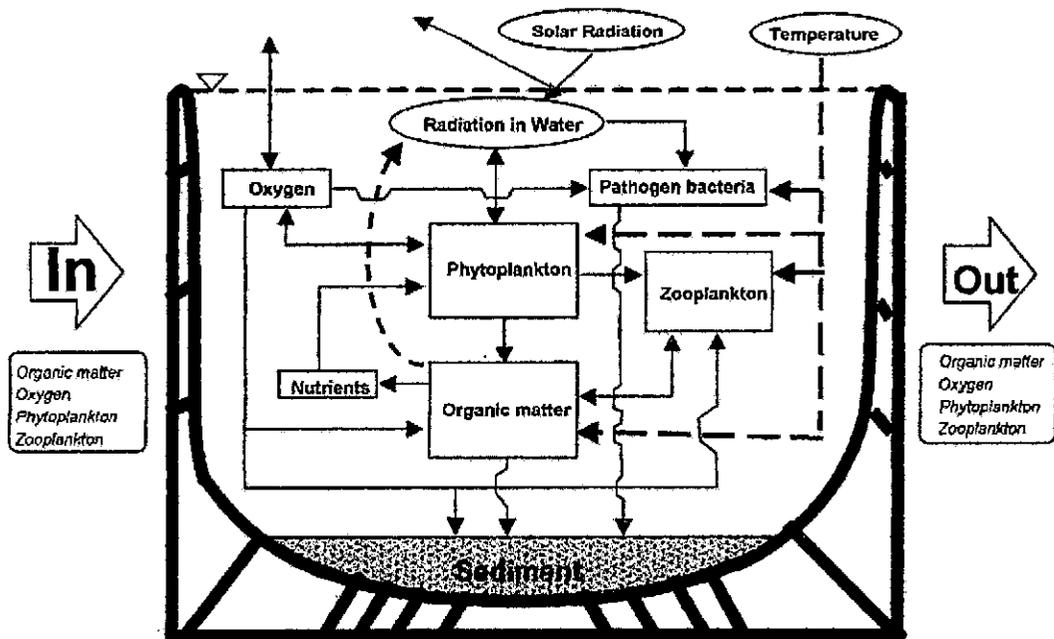


Fig. 1. Model representation of interactions between state variables in each water layer.



MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
"DIGESA"

Las Amapolas N° 350 Lince Telf : 442-8353 - 442-8356
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe



INFORME DE ENSAYO N° 853
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

Solicitante : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA

DATOS DEL MUESTREO

Localidad : Carapongo
Distrito : Lurigancho
Provincia : Lima
Departamento : Lima

Recibo de Pago N°

Fecha/Hora de Muestreo : 13-09-05 / 10:00
Fecha/Hora Llegada al Lab. : 13-09-05 / 17:40
Fecha/Hora Inicio de Análisis : 13-09-05 / 17:45
Muestra tomada por : Ing. Henry Juarez.

RESULTADO

N° Ref. Lab.	PUNTO DE MUESTREO	N.M.P. Coliformes Termotolerantes /100 mL.	N.M.P. E.coli /100 mL.	L.D.M.
	<i>Canal de Riego</i>			
7138	Canal huachipa	3x10 ⁵	1.7x10 ⁵	
7139	Canal huachipa	1.7x10 ⁵	1.7x10 ⁵	
7140	Canal huachipa	8x10 ⁵	8x10 ⁵	
7141	Canal huachipa	3x10 ⁵	2.4x10 ⁵	
7142	Canal huachipa	3x10 ⁵	3x10 ⁵	
7143	Canal huachipa	5x10 ⁵	5x10 ⁵	
7144	Canal huachipa	8x10 ⁵	8x10 ⁵	
7145	Canal huachipa	5x10 ⁶	2.4x10 ⁶	
7146	Canal huachipa	2.2x10 ⁵	1.1x10 ⁵	
7147	Canal huachipa	2.2x10 ⁵	2.2x10 ⁵	
7148	Canal huachipa	2.4x10 ⁵	2.4x10 ⁵	
7149	Canal huachipa	2.2x10 ⁵	2.2x10 ⁵	
7150	Canal huachipa	5x10 ⁵	5x10 ⁵	
7151	Canal huachipa	2.2x10 ⁵	2.2x10 ⁵	
7152	Canal Nieveria	7x10 ³	5x10 ³	
7153	Canal Nieveria	1.4x10 ⁵	1.4x10 ⁵	
7154	Canal Nieveria	5x10 ⁴	5x10 ⁴	
7155	Canal Nieveria	20	20	
7156	Canal Nieveria	8x10 ⁵	8x10 ⁵	

MÉTODO DE ENSAYO	Método Estandarizado de fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes Fecales (Termotolerantes) - 9221 C.
	Límite de Detección de Método <2
DOCUMENTO DE LA REFERENCIA	Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA, AWW, WPCF. 20th edition

Lima 29 de Setiembre del 2005.
SOA/JLR/zz

Handwritten signature and stamp:
BIDA Toxicol. SOLEDAD OSORIO ALV
1050 COLBIOP
MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
1 de 1

Handwritten signature and stamp:
LINA J. BAYZA R.
C. B. P. 2841





"AÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA LA INTEGRACIÓN"

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
"DIGESA"



Las Amapolas N° 350 Lince Telf : 442-8353 - 442-8356
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe

INFORME DE ENSAYO N° 853
ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

Solicitante : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA

DATOS DEL MUESTREO

Localidad : Carapongo
Distrito : Lurigancho
Provincia : Lima
Departamento : Lima

Recibo de Pago N°

Fecha/Hora de Muestreo : 14-09-05 / 12:05
Fecha/Hora Llegada al Lab. : 14-09-05 / 14:50
Fecha/Hora Inicio de Análisis : 14-09-05 / 14:55
Muestra tomada por : Interesados

RESULTADO

N° Ref. Lab.	PUNTO DE MUESTREO	N.M.P. Coliformes Termotolerantes / 100 mL.	N.M.P. E.coli / 100 mL.	L.D.M.
7157	Canal de Riego Canal Niveria (N 6)	5x10 ⁶	5x10 ⁶	2

METODO DE ENSAYO	Método Estandarizado de fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes - Fecales (Termotolerantes) - 9221 C. Limite de Detección de Metodo <2
DOCUMENTO DE LA REFERENCIA	Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA, AWW,WPCF. 20th edition

Lima 29 de Setiembre del 2005.
SOA/JLR/zz

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
Recepción de laboratorio control ambiental:
Mica. Toxicol. SOLEDAD OSORIO AYVA
COLBIOF 1050

Blga. JULIA I. LOAYZA R.
C. B. P. 2841





MINISTERIO DE SALUD
 Dirección General de Salud Ambiental
 "DIGESA"
 Las Amapolas N° 350-Lince. Telf: 442-8353 - 442-8356
 Fax : Anexo 212. E-mail : masters@digesa.minsa.gob.pe



INFORME DE ENSAYO N° 853
LABORATORIO DE PARASITOLOGÍA

Recibo de pago N° 0296:

Solicitante : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA			
Localidad :	Carapongo	Muestreado por :	Ing. H. Juarez / Ing. T. Alfaro
Distrito :	Lurigancho - Chosica	Muestra preservada :	No
Provincia :	Lima	Cantidad de muestra :	1L
Departamento :	Lima	Tipo de muestra :	Agua superficial

RESULTADOS DE ANÁLISIS CUANTITATIVO

Datos de la muestra							
Código de Laboratorio	7138	7139	7140	7141	7142	7143	Unidad
Origen de la fuente / Punto de muestreo	Canal Huachipa (H1)	Canal Huachipa (H2)	Canal Huachipa (H3)	Canal Huachipa (H4)	Canal Huachipa (H5)	Canal Huachipa (H6)	
Fecha de muestreo	13-09-05	13-09-05	13-09-05	13-09-05	13-09-05	13-09-05	
Hora de muestreo	10:00	16:00	12:55	16:44	16:46	10:14	
Fecha de análisis	14-09-05	14-09-05	14-09-05	14-09-05	14-09-05	14-09-05	
Hora de análisis	08:10	08:15	08:20	08:25	08:30	08:35	
Volumen del sedimento	1.3mL	2.1mL	1.2mL	2.0mL	1.7mL	1.5mL	
Parásitos Observados							
Protozoos:							
<i>Blastocystis hominis</i>	1	0	0	0	0	1	Org/ml
<i>Entamoeba coli</i>	3	4	4	4	8	7	Org/ml
<i>Endolimax nana</i>	0	3	1	1	6	0	Org/ml
<i>Giardia lamblia</i>	1	0	6	4	0	0	Org/ml
Helminetos:							
<i>Hymenolepis nana</i>	0	0	0	0	0	0	Org/ml
Larva de <i>Strongyloides</i> sp.	1	1	1	0	0	1	Org/ml
<i>Trichuris trichiura</i>	0	0	1	0	0	0	Org/ml
Uncinaria	0	0	0	0	1	0	Org/ml

MÉTODO DE ENSAYO	- Método de concentración y flotación. - Técnica de recuento 10200F.2.c.4 (adaptado)
DOCUMENTO DE REFERENCIA	- Metodos simplificados de análisis. OPS/CEPIS. Carmen Vargas. Lima, Perú. 1983 - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA / AWWA / WEF 19th Ed. 1995

Comentarios: Las muestras presentaron protozoos ciliados, algas (Chlorophytas, Cianophytas y Diatomeas) y larvas de nematodos de vida libre.





MINISTERIO DE SALUD

Dirección General de Salud Ambiental
"DIGESA"

Las Amapolas N° 350-Lince. Telf: 442-8353 - 442-8356
Fax : Anexo 212. E-mail : masters@digesa.minsa.gob.pe



INFORME DE ENSAYO N° 853
LABORATORIO DE PARASITOLOGÍA

Solicitante :	CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA		
Localidad :	Carapongo	Muestreado por :	Ing. H. Juarez / Ing. T. Alfaro
Distrito :	Lurigancho - Chosica	Muestra preservada :	No
Provincia :	Lima	Cantidad de muestra :	1L
Departamento :	Lima	Tipo de muestra :	Agua superficial

RESULTADOS DE ANÁLISIS CUANTITATIVO

Datos de la muestra								
Código de Laboratorio	7144	7145	7146	7147	7148	7149	Unidad	
Origen de la fuente / Punto de muestreo	Canal Huachipa (H7)	Canal Huachipa (H8)	Canal Huachipa (H9)	Canal Huachipa (H10)	Canal Huachipa (H11)	Canal Huachipa (H13)		
Fecha de muestreo	13-09-05	13-09-05	13-09-05	13-09-05	13-09-05	13-09-05		
Hora de muestreo	15:12	15:21	13:35	13:15	16:24	14:50		
Fecha de análisis	14-09-05	14-09-05	14-09-05	14-09-05	14-09-05	14-09-05		
Hora de análisis	08:40	08:45	08:50	08:55	09:00	09:05		
Volumen del sedimento	2.3mL	2.5mL	2.3mL	2.0mL	1.6mL	1.5mL		
Parásitos Observados								
Protozoos:								
<i>Blastocystis hominis</i>	0	1	0	0	0	0	Org/mL	
<i>Entamoeba coli</i>	6	11	6	1	3	1	Org/mL	
<i>Endolimax nana</i>	0	4	1	3	1	0	Org/mL	
<i>Giardia lamblia</i>	3	3	6	0	0	0	Org/mL	
Helmintos:								
<i>Hymenolepis nana</i>	0	1	0	0	0	0	Org/mL	
Larva de <i>Strongyloides</i> sp.	0	3	3	1	1	3	Org/mL	
<i>Trichuris trichiura</i>	0	0	0	0	0	0	Org/mL	
Uncinaria	0	0	1	0	0	1	Org/mL	

MÉTODO DE ENSAYO	- Método de concentración y flotación. - Técnica de recuento 10200F.2.c.4 (adaptado)
DOCUMENTO DE REFERENCIA	- Metodos simplificados de análisis. OPS/CEPIS. Carmen Vargas. Lima, Perú. 1983 - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA / AWWA / WEF 19th Ed. 1995

Comentarios: Las muestras presentaron protozoos ciliados, algas (Chlorophytas, Cianophytas y Diatomeas) y larvas de nematodos de vida libre.





MINISTERIO DE SALUD
 Dirección General de Salud Ambiental
"DIGESA"

Las Amapolas N° 350-Lince, Telf: 442-8353 - 442-8356
 Fax : Anexo 212. E-mail : masters@digesa.minsa.gob.pe



INFORME DE ENSAYO N° 853
LABORATORIO DE PARASITOLOGÍA

Solicitante : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA			
Localidad :	Carapongo	Muestreado por :	Ing. H. Juarez / Ing. T. Alfaro
Distrito :	Lurigancho - Chosica	Muestra preservada :	No
Provincia :	Lima	Cantidad de muestra :	1L
Departamento :	Lima	Tipo de muestra :	Agua superficial

RESULTADOS DE ANÁLISIS CUANTITATIVO

Datos de la muestra								
Código de Laboratorio	7150	7151	7152	7153	7154	7155	Unidad	
Origen de la fuente / Punto de muestreo	Canal Huachipa (H14)	Canal Huachipa (H15)	Canal Huachipa (N1)	Canal Huachipa (N2)	Canal Huachipa (N3)	Canal Huachipa (N4)		
Fecha de muestreo	13-09-05	13-09-05	13-09-05	13-09-05	13-09-05	13-09-05		
Hora de muestreo	15:37	14:30	09:30	10:42	11:32	11:42		
Fecha de análisis	14-09-05	14-09-05	14-09-05	14-09-05	14-09-05	14-09-05		
Hora de análisis	09:05	09:10	09:15	09:20	09:25	09:30		
Volumen del sedimento	1.0mL	1.0mL	0.7mL	0.7mL	0.5mL	0.6mL		
Parásitos Observados								
Protozoos:								
<i>Blastocystis hominis</i>	0	0	0	0	0	0	Org/mL	
<i>Entamoeba coli</i>	2	0	0	1	0	0	Org/mL	
<i>Endolimax nana</i>	0	0	0	0	0	0	Org/mL	
<i>Giardia lamblia</i>	0	0	0	0	0	0	Org/mL	
Helmintos:								
<i>Hymenolepis nana</i>	0	0	0	0	0	0	Org/mL	
Larva de <i>Strongyloides</i> sp.	1	1	0	1	0	0	Org/mL	
<i>Trichuris trichiura</i>	0	0	0	0	0	0	Org/mL	
Uncinaria	0	0	0	0	0	0	Org/mL	

MÉTODO DE ENSAYO	- Método de concentración y flotación. - Técnica de recuento 10200F.2.c.4 (adaptado)
DOCUMENTO DE REFERENCIA	- Metodos simplificados de análisis. OPS/CEPIS.Camen Vargas. Lima, Perú. 1983 - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA / AWWA / WEF 19th Ed. 1995

Comentarios: Las muestras presentaron protozoos ciliados, algas (Chlorophytas, Cianophytas y Diatomeas) y larvas de nematodos de vida libre.





MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
"DIGESA"

Las Amapolas N° 350-Linceo, Telf: 442-8353 - 442-8356
Fax : Anexo 212, E-mail : mastors@digesa.minsa.gob.pe



INFORME DE ENSAYO N° 853
LABORATORIO DE PARASITOLÓGIA

Solicitante : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA			
Localidad :	Carapongo	Muestreado por :	Ing. H. Juarez / Ing. T. Alfaro
Distrito :	Lurigancho - Chosica	Muestra preservada :	No
Provincia :	Lima	Cantidad de muestra :	1L
Departamento :	Lima	Tipo de muestra :	Agua superficial

RESULTADOS DE ANÁLISIS CUANTITATIVO

Datos de la muestra			
Código de Laboratorio	7156	7157	Unidad
Origen de la fuente / Punto de muestreo	Canal Huachipa (N5)	Canal Huachipa (N6)	
Fecha de muestreo	13-09-05	14-09-05	
Hora de muestreo	11:56	12:05	
Fecha de análisis	14-09-05	14-09-05	
Hora de análisis	09:35	17:25	
Volumen del sedimento	1.0mL	2.1mL	
Parásitos Observados			
Protozoos:			
<i>Blastocystis hominis</i>	0	0	Org/mL
<i>Entamoeba coli</i>	1	1	Org/mL
<i>Endolimax nana</i>	0	1	Org/mL
<i>Giardia lamblia</i>	0	0	Org/mL
Heimintos:			
<i>Hymenolepis nana</i>	0	0	Org/mL
Larva de <i>Strongyloides</i> sp.	1	1	Org/mL
<i>Trichuris trichiura</i>	0	0	Org/mL
Uncinaria	0	0	Org/mL

MÉTODO DE ENSAYO	- Método de concentración y flotación. - Técnica de recuento 10200F.2.c.4 (adaptado)
DOCUMENTO DE REFERENCIA	- Metodos simplificados de análisis. OPS/CEPIS. Carmen Vargas. Lima, Perú. 1983 - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA / AWWA / WEF 19th Ed. 1995

Comentarios: Las muestras presentaron protozoos ciliados, algas (Chlorophytas, Cianophytas y Diatomeas) y larvas de nematodos de vida libre.

SOA/JRL/ECR/EBF

Fecha de reporte: 29 setiembre 2005

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
Dirección de Laboratorio Control Ambiental

Ing. Toxicol. SOLEDAD OSORIO ALVA
COLBIOP 1050

ING. JULIA I. LOAYZA R.
C. B. P. 2841



Gobierno del Perú
Trabajo de peruanos



MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
"DIGESA"

Las Amapolas N° 350-Lince. Telf : 442-8353 - 442-8356
 Fax : Anexo 212. E-mail : masters@digesa.minsa.gob.pe

LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL
INFORME DE ENSAYO N° 0853

Solicitante : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA.							
Datos de muestreo				Muestrador : Ing. Henry Suarez.			
Código de Lab.	Código campo	Origen de la Muestra	Punto de muestreo	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento
7139	H2	Canal Huachipa.	Canal.	Carapongo.	Lurigancho Chosica.	Lima.	Lima.
7142	H5	Canal Huachipa.	Canal.	Carapongo.	Lurigancho Chosica.	Lima.	Lima.
7145	H8	Canal Huachipa.	Canal.	Carapongo.	Lurigancho Chosica.	Lima.	Lima.
7149	H13	Canal Huachipa.	Canal.	Carapongo.	Lurigancho Chosica.	Lima.	Lima.
7150	H14	Canal Huachipa.	Canal.	Carapongo.	Lurigancho Chosica.	Lima.	Lima.

RESULTADOS DE ANALISIS DE FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS

Datos								
Código de Lab.	7139	7142	7145	7149	7150	Límite de detección del método	Unidad	Método de ensayo*
Fecha de muestreo	13/09/05	13/09/05	13/09/05	13/09/05	13/09/05			
Fecha de llegada al Lab	13/09/05	13/09/05	13/09/05	13/09/05	13/09/05			
Fecha inicio de análisis	14/09/05	14/09/05	14/09/05	14/09/05	14/09/05			
Parametros								
DBO	8.1	23	169.6	14.1	5.1	2.0	mg O ₂ /L	Part 5210B

* Referencia Bibliográfica de los Métodos de Ensayo : *Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales - American Public Health Association, American Water Works, Association Water Pollution Control Federation, 20th Edition, 1998.*

MINISTERIO DE SALUD
 Dirección General de Salud Ambiental
 Dirección de Laboratorio de Control Ambiental

[Signature]
 Ing. **RODOLFO GOETENDIA LACMA**
 Jefe del Laboratorio Físico-Químico
 N° 50-79

MINISTERIO DE SALUD
 Dirección General de Salud Ambiental
 Dirección de Laboratorio de Control Ambiental

[Signature]
 Mg. Toxicol. **SOLEDAD OSORIO ALVA**
 COLBIOP 1050





MINISTERIO DE SALUD

Dirección General de Salud Ambiental "DIGESA"

Las Amapolas N° 350-Lince. Telf : 442-8353 - 442-8356 Fax : Anexo 212. E-mail : masters@digesa.minsa.gob.pe

LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

INFORME DE ENSAYO N° 0853

Solicitante : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA.							
Datos de muestreo						Muestreador : Ing. Henry Suarez.	
Código de Lab.	Código campo	Origen de la Muestra	Punto de muestreo	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento
7151	H15	Canal Huachipa.	Canal.	Carapongo.	Lurigancho Chosica.	Lima.	Lima.
7152	N1	Canal Nievera.	Canal.	Carapongo.	Lurigancho Chosica.	Lima.	Lima.
7153	N2	Canal Nievera.	Canal.	Carapongo.	Lurigancho Chosica.	Lima.	Lima.
7156	N5	Canal Nievera.	Canal.	Carapongo.	Lurigancho Chosica.	Lima.	Lima.

RESULTADOS DE ANALISIS DE FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS

Datos								
Código de Lab.	7151	7152	7153	7156	---	Límite de detección del método	Unidad	Método de ensayo*
Fecha de muestreo	13/09/05	13/09/05	13/09/05	13/09/05	---			
Fecha de llegada al Lab	13/09/05	13/09/05	13/09/05	13/09/05	---			
Fecha inicio de análisis	14/09/05	14/09/05	14/09/05	14/09/05	---			
Parametros								
DBO	3.3	<LDM	3.7	2.5	---	2.0	mg O ₂ /L	Part 5210B

* Referencia Bibliográfica de los Métodos de Ensayo : Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales - American Public Health Association, American Water Works, Association Water Pollution Control Federation. 20th Edition, 1998.

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
Dirección de Laboratorio de Control Ambiental

Ing. FLORENDO GOETENDIA LACMA
Jefe del Laboratorio Físico-Químico
(CP 5207)

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
Dirección de Laboratorio de Control Ambiental

Ing. Toxícol. SOLEDAD OSORIO ALVA
CORRIOP 1050





MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
"DIGESA"

Las Amapolas N° 350-Lince, Telf : 442-8353 - 442-8356
Fax : Anexo 212. E-mail : masters@digesa.minsa.gob.pe

LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

INFORME DE ENSAYO N° 0922

Recibo de Ingresos N° 029628

Solicitante : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA.							
Datos de muestreo						Muestrador : Ing. Henry Suarez	
Código de Lab.	Código campo	Origen de la Muestra	Punto de muestreo	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento
7157	N6	Canal Nievería.	No indica.	Carapongo.	Lurigancho Chosica.	Lima.	Lima.

RESULTADOS DE ANALISIS DE FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS

Datos								
Código de Lab.	7157	---	---	---	---	Límite de detección del método	Unidad	Método de ensayo*
Fecha de muestreo	14/09/05	---	---	---	---			
Fecha de llegada al Lab	14/09/05	---	---	---	---			
Fecha inicio de análisis	14/09/05	---	---	---	---			
Parametros								
DBO	12.4	---	---	---	---	2.0	mg O ₂ /L.	Part 5210B

* Referencia Bibliográfica de los Métodos de Ensayo : Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales - American Public Health Association, American Water Works, Association Water Pollution Control Federation. 20th Edition, 1998.

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
Dirección de Laboratorio de Control Ambiental

Ing. Toxicol. SOLEDAD OSORIO ALVA
COLBIOP 1050

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
Dirección de Laboratorio de Control Ambiental

Ing. HIPOOLITO GOETENIA LACMA
CIP 54979



Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
General Córdova 121 - Of. 301 Miraflores - Lima

Teléfono: (054) 443294 - Fax: (054) 444582
Telefax: (01) 4524903 Ap. Postal 2102

INFORME DE ENSAYO 4401/05

De: Laboratorios Analíticos del Sur

Señores: CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA

Dirección:

Atención: Ing. Henry Juárez

Recepción: 17/09/2005

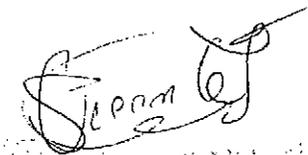
Fecha de Emisión: 04/11/2005

Página: 1/1

Muestras:

Metales Disueltos

Muestra Nro.	Descripción	Fecha/Hora	As mg/l	Pb mg/l	Cd mg/l	Cr mg/l
001	N-1	13/09/2005 09:40	0.0215	<0.05	<0.01	0.05
002	H-2	13/09/2005 16:00	0.0287	<0.05	<0.01	0.04
003	H-11	13/09/2005 16:24	0.0202	<0.05	<0.01	0.06
004	H-13	13/09/2005 14:50	0.0249	<0.05	<0.01	0.04
005	H-17	13/09/2005 15:30	0.0236	<0.05	<0.01	0.04
006	H-18	13/09/2005 16:30	0.0252	<0.05	<0.01	0.04


INGENIERO QUÍMICO
Reg. del Colegio de Ingenieros Químicos

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
General Córdova 121 - Of. 301 Miraflores - Lima

Teléfono: (054) 443294 - Fax: (054) 444582
Telefax: (01) 4524903 Ap. Postal 2102

INFORME DE ENSAYO 4400/05

De: Laboratorios Analíticos del Sur

Señores: CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA

Dirección:

Atención: Ing. Henry Juárez

Recepción: 17/09/2005

Fecha de Emisión: 04/11/2005

Página: 1/1

Muestras:

Nutrientes

Muestra Nro.	Descripción	Fecha / Hora	K mg/l	N NO ₃ ⁻ mg/l	PO ₄ ³⁻ mg/l
001	H-2	13/09/2005 16:00	3.55	0.62	0.77
002	H-5	13/09/2005 16:46	7.94	0.16	3.22
003	H-8	13/09/2005 15:21	9.13	0.62	15.16
004	H-13	13/09/2005 14:50	4.90	0.19	0.34
005	H-16	13/09/2005 15:00	2.68	0.82	0.45
006	N-1	13/09/2005 09:40	2.39	0.27	0.39
007	N-5	13/09/2005 11:56	2.69	0.39	0.47
008	N-6	13/09/2005 12:05	5.70	0.42	1.11


SIXTA QUIÑE JUÁREZ NEIRA
INGENIERO QUÍMICO
Reg. del Colegio de Ingenieros No. 1947



MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
"DIGESA"

Las Amapolas N° 350 Lince Telf : 442-8353 - 442-8356
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe

INFORME DE ENSAYO N° 0047
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

Solicitante : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA

DATOS DEL MUESTREO

Localidad : Carapongo
Distrito : Lurigancho
Provincia : Lima
Departamento : Lima

Recibo de Pago N°

Fecha/Hora de Muestreo : 25-01-06 / 10:30
Fecha/Hora Llegada al Lab. : 25-01-06 / 14:00
Fecha/Hora Inicio de Análisis : 25-01-06 / 14:10
Muestra tomada por : Ing. Tomas Carapongo.

RESULTADO

N° Ref. Lab.	PUNTO DE MUESTREO	N.M.P. Coliformes Termotolerantes / 100 mL.	L.D.M.
353	Río Rimac Reservorio Carapongo	<2	<2
354	Canal Carapongo	2.4x10 ⁵	
355	Reservorio Nieveria	2.4x10 ³	

MÉTODO DE ENSAYO	Método Estandarizado de fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes Fecales (Termotolerantes) - 9221 C.
	Límite de Detección de Método <2
DOCUMENTO DE LA REFERENCIA	Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA. AWW,WPCF. 20th edition

Lima 30 de Enero del 2006.
SOA/JLR/zz

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
Dirección de Laboratorio Control Ambiental
Soledad Osorio Alva
Siga. Toxicol. SOLEDAD OSORIO ALVA
COLBIOP 1050

Julia Loayza R.
BIZ. JULIA I. LOAYZA R.
C. E. P. 2541





MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
"DIGESA"
Las Amapolas N° 350-Lince. Telf : 442-8353 - 442-8356
Fax : Anexo 212. E-mail : digesa@digesa.minsa.gob.pe

INFORME DE ENSAYO N° 47
LABORATORIO DE PARASITOLOGÍA

Table with 2 columns: Solicitante / Programa: CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA; Localidad: Chosica; Distrito: Lurigancho; Provincia: Lima; Departamento: Lima; Muestreado por: Ing. Tomas Alfaro; Muestra preservada: No

RESULTADOS DE ANÁLISIS CUANTITATIVO

Table with 6 columns: Datos de la muestra, Código de la muestra (353, 354, 355, 356), Origen de la fuente / Punto de muestreo, Fecha y hora de muestreo, Fecha y hora de llegada al lab., Fecha y hora de análisis, Volumen de muestra analizada, Parásitos Observados (Entamoeba coli, Helminths: Hymenolepis nana, Larva de Strongyloides sp.), Unidad

Table with 2 columns: METODO DE ENSAYO (Método de concentración - centrifugación, Técnica de recuento 10200F.2.c.4 (adaptado)); DOCUMENTO DE REFERENCIA (Métodos simplificados de análisis. OPS/CEPIS. Carmen Vargas. Lima, Perú. 1983; Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA / AWWA / WEF. 19th Ed. 1995)

Comentarios: Las muestras presentaron protozoos ciliados, amebas, abundantes algas (Chlorophytas, diatomeas y cyanophytas), rotíferos, huevos y larvas de nemátodos de vida libre.

SOA/JLR/ECR/EBF
Fecha de reporte: 6 febrero 2006

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
Dirección de Salud Ambiental

Handwritten signature of Julia I. Urayza R.
Blga. JULIA I. URAYZA R.
C. B. P. 2841

Blga. Toxicol. SOLEDAD OSORIO ALVA
COLBIOP 1050





"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN DEMOCRÁTICA"

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
"DIGESA"

Las Amapolas N° 350 Lince Telf : 442-8353 - 442-8356
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe

INFORME DE ENSAYO N° 0047
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

Solicitante : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA

DATOS DEL MUESTREO

Localidad : Nieveria
Distrito : Lurigancho - Chosica
Provincia : Lima
Departamento : Lima

Recibo de Pago N°

Fecha/Hora de Muestreo : 30-01-06 / 14:00
Fecha/Hora Llegada al Lab. : 30-01-06 / 15:40
Fecha/Hora Inicio de Análisis : 30-01-06 / 15:45
Muestra tomada por : Ing. Tomas Alfaro

RESULTADO

N° Ref. Lab.	PUNTO DE MUESTREO	N.M.P. Coliformes Termotolerantes / 100 mL.	L.D.M.
356	Rio Rimac Canal de Riego Niveria	8x10 ⁶	<

MÉTODO DE ENSAYO	Método Estandarizado de fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes Fecales (Termotolerantes) - 9221 C.
	Límite de Detección de Método <
DOCUMENTO DE LA REFERENCIA	Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA, AWW, WPCF. 20th edition

Lima 02 de Febrero del 2006.

SOA/JLR/zz

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
Dirección de Laboratorio Control Ambiental

Alca. Toxicol. SOLEDAD OSORIO ALVA
COLBIOP 1050

Julia Loayza R.
Biza. JULIA I. LOAYZA R.
C. B. P. 2941



"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN DEMOCRÁTICA"

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
"DIGESA"

Las Amapolas N° 350 Lince Telf : 442-8353 - 442-8356
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe

INFORME DE ENSAYO N° 0137
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

Solicitante : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA

DATOS DEL MUESTREO

Localidad : Carapongo
Distrito : Lurigancho - Chosica
Provincia : Lima
Departamento : Lima

Recibo de Pago N°

Fecha/Hora de Muestreo : 01-03-06 / 14:00
Fecha/Hora Llegada al Lab. : 01-03-06 / 14:30
Fecha/Hora Inicio de Análisis : 01-03-06 / 15:00
Muestra tomada por : Ing. Tomas Alfaro

RESULTADO

N° Ref. Lab.	PUNTO DE MUESTREO	N.M.P. Coliformes Termotolerantes /100 mL.	L.D.M.
	<i>Río Rimac</i>		
1173	R1 - Reservorio Carapongo	21	
1174	R2 - Reservorio Nievería	8×10^3	<2
1175	T1 - Tanque Nievería	5×10^7	
1176	C1 - Canal Carapongo	2.1×10^5	

MÉTODO DE ENSAYO	Método Estandarizado de fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes Fecales (Termotolerantes) - 9221 C.
	Límite de Detección de Método <2
DOCUMENTO DE LA REFERENCIA	Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA, AWW,WPCF. 20th edition

Lima 06 de Marzo del 2006.

SOA/JLR/zz

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
"DIGESA"
[Signature]
Rta. Lic. SOLEDAD OSORIO ALVA
COLBIOP 1050

[Signature]
Dra. JULIA I. ZOAYZA R.
C.B.P. 2211



MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
"DIGESA"

Las Amapolas N° 350-Lince. Telf: 442-8353 - 442-8356
Fax : Anexo 212. E-mail : digesa@digesa.minsa.gob.pe

INFORME DE ENSAYO N° 137
LABORATORIO DE PARASITOLOGÍA

Solicitante / Programa: CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA			
Localidad :	Chosica	Muestreado por :	Ing. Tomas Alfaro
Distrito :	Lurigancho	Muestra conservadas :	Cadena de frío
Provincia :	Lima		
Departamento :	Lima		

RESULTADOS DE ANÁLISIS CUANTITATIVO

Datos de la muestra					
Código de la muestra	1173	1174	1175	1176	Unidad
Origen de la fuente / Punto de muestreo	Agua Superficial. Reservorio Carapongo R1	Agua superficial. Reservorio Nievería R2	Agua superficial. Tanque Nievería T1	Agua Superficial. Canal Carapongo C1	
Fecha y hora de muestreo	01-03-06; 12:20	01-03-06; 13:50	01-03-06; 14:15	01-03-06; 12:30	
Fecha y hora de llegada al lab.	01-03-06; 15:00	01-03-06; 15:00	01-03-06; 15:00	01-03-06; 15:00	
Fecha y hora de análisis	01-03-06; 17:15	01-03-06; 17:30	01-03-06; 17:45	01-03-06; 18:00	
Volumen de muestra analizada	1L	1L	1L	1L	
Parásitos Observados					
Protozoos					
<i>Entamoeba coli</i>	0	0	8	1	Org/mL
<i>Entamoeba nana</i>	0	0	3	0	Org/mL
<i>Giardia lamblia</i>	0	0	5	0	Org/mL
Helmintos:					
<i>Hymenolepis nana</i>	0	0	1	0	Org/mL
Larva de <i>Strongyloides sp.</i>	0	0	2	1	Org/mL
Uncinarias	0	0	1	0	Org/mL

MÉTODO DE ENSAYO	- Método de concentración - centrifugación. - Técnica de recuento 10200F.2.c.4 (adaptado)
DOCUMENTO DE REFERENCIA	- Métodos simplificados de análisis. OPS/CEPIS. Carmen Vargas. Lima, Perú. 1983 - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA / AWWA / WEF. 19th Ed. 1995

Observaciones: La muestra 1173 presentó regular cantidad de algas Cianophytas (*Oscillatoria sp.*) y la muestra 1174 presento abundantes algas Chlorophytas. También presentaron protozoos ciliados, amebas, rotíferos, huevos y larvas de nematodos de vida libre. Las muestras 1175 y 1176 presentaron abundante detritus.

SOA/JLR/ECR/EBF

Fecha de reporte: 16 marzo 2006

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
Dirección de Laboratorio Central

Ing. Toxicol. SONEBAD OSORIO ALVA
COLBIOP 1050

Ing. JULIA L. LOAYZA R.
C. E. P. 2851



MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
"DIGESA"

Las Amapolas N° 350 Lince Telf: 442-8353 - 442-8356
Fax: Anexo 225 e-mail: digesa@digesa.minsa.gob.pe

INFORME DE ENSAYO N° 194

Solicitante : Centro Intencional de la Papa	
Localidad : Huachipa	Muestreado por : Ing. Tomás Alfaro (Interesado)
Distrito : Lurigancho-Chosica	Fecha de Muestreo : 15-03-06 10:30 Hrs
Provincia : Lima	Fecha de Recepción DILAB : 15-03-06 15:00 Hrs
Departamento : Lima	Fecha de Recepción LMA. : 15-03-06 15:30 Hrs
Procedencia de la Muestra : Centro Internacional de La Papa	Fecha de Análisis : 16-03-06 09:00 Hrs
Código de la Muestra : 1452: C1 Nabo. 1453: C1 L (Nabo lavado). 1454: C2 (Beterraga). 1455: C2 L (Beterraga lavada).	1456: C3 Huacatay. 1457: C4 Apio. 1458: C5 Pasto (Grass Americano) Fecha de Reporte : 21-03-06

RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS

Ensayo	Método de Ensayo	Límite de detección del método	Límite Permisible (*)	Código de Muestras						
				1452	1453	1454	1455	1456	1457	1458
Numeración de Coliformes fecales.	Número Más Probable NMP, Método I Norteamericano, propuesto por ICMSF 1983	< 0.3	10 ² a 10 ³ /g.	1.5x10 ⁴	0.9	1.5x10 ³	1.1x10 ⁶	4.3x10 ³	1.2x10 ²	9.3x10 ³

Referencia del Método: Metodologías para el Análisis Microbiológico de Aguas Residuales y Productos Agrícolas OPS/OMS/CEPIS. Lima-Perú, 1993

(*) Para productos crudos. Guía Técnica de Evaluación del Riesgo Microbiológico de los Alimentos en la Vía Pública en Ciudades de América Latina, OPS/OMS Abril 1994

MINISTERIO DE SALUD
DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL
UNIDAD DE LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

Yolanda Colquhuan
Dra. YOLANDA VALENZUELA WARTHON
Laboratorio Microbiología de Alimentos
COLBIOP 1050

MINISTERIO DE SALUD
DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL
UNIDAD DE LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

[Signature]
Alga. Toxicol. SOLEDAD OSORIO ALVA
COLBIOP 1050

Lima, 21 de Marzo de 2006
SOA/avw/mezzv





MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
"DIGESA"
Las Amapolas N° 350 - Lince - Telf: 442-8353 - 442-8356
Fax: Anexo 212. E-mail: digesa@digesa.minsa.gob.pe

INFORME DE ENSAYO N° 194
LABORATORIO DE PARASITOLOGÍA

Solicitante / Programa: CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA	
Localidad :	Carapongo
Distrito :	Lurigancho - Chosica
Provincia :	Lima
Departamento :	Lima
Muestreado por :	Ing. Tomás Alfaro

RESULTADOS DE ANÁLISIS CUANTITATIVO

Datos de la muestra					
Código de la muestra	1452	1453	1454	1455	Unidad
Punto de muestreo / Tipo de muestra	Huachipa. "Nabo" (C1)	Huachipa. "Nabo lavado" (C1L)	Huachipa. "Beterraga" (C2)	Huachipa. "Beterraga lavada" (C2L)	
Fecha y hora de muestreo	15-03-06; 10:30	15-03-06; 10:30	15-03-06; 10:35	15-10-05; 10:35	
Fecha y hora de llegada al lab.	15-03-06; 15:00	15-03-06; 15:00	15-03-06; 15:00	15-10-05; 15:00	
Fecha y hora de análisis	16-03-06; 08:15	16-03-06; 08:30	16-03-06; 08:45	16-10-05; 08:55	
Cantidad de muestra analizada	500g	500g	500g	500g	
Parásitos Observados					
Protozoos:					
<i>Entamoeba coli</i>	2	0	0	0	Org/100g
<i>Entamoeba nana</i>	1	0	0	0	Org/100g
Helmintos:					
<i>Ascaris</i> sp.	0	0	0	0	Org/100g
Larva de Ascaroideos	0	0	0	0	Org/100g
Larva de Strongyloideos	0	0	0	0	Org/100g
Uncinarias	0	0	0	0	Org/100g

Datos de la muestra					
Código de la muestra	1456	1457	1458	---	Unidad
Punto de muestreo / Tipo de muestra	Huachipa. "Huacatay" (C3)	Huachipa. "Apio" (C4)	Nieveria. "Pasto" (Grass americano) (C5)	---	
Fecha y hora de muestreo	15-03-06; 10:40	15-03-06; 12:20	15-03-06; 12:50	---	
Fecha y hora de llegada al lab.	15-03-06; 15:00	15-03-06; 15:00	15-03-06; 15:00	---	
Fecha y hora de análisis	16-03-06; 09:10	16-03-06; 09:25	16-03-06; 09:40	---	
Peso de muestra analizada	300g	500g	500g	---	
Parásitos Observados					
Protozoos:					
<i>Entamoeba coli</i>	0	0	2	---	Org/100g
<i>Entamoeba nana</i>	0	0	0	---	Org/100g
Helmintos:					
<i>Ascaris</i> sp.	0	0	2	---	Org/100g
Larva de Ascaroideos	0	0	4	---	Org/100g
Larva de Strongyloideos	0	1	8	---	Org/100g
Uncinarias	0	0	6	---	Org/100g

MÉTODO DE ENSAYO	- Método de concentración - centrifugación. - Técnica de recuento 10200F.2.c.4 (adaptado)
DOCUMENTO DE REFERENCIA	- Metodos simplificados de análisis. OPS/CEPIS. Camen Vargas. Lima, Perú. 1983 - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA / AWWA / WEF. 19th Ed. 1995

Observaciones: Las muestras presentaron protozoos ciliados, amebas y larvas de vida libre; la muestra 1458 también presentó acaros.

SOA/JLR/ECR/EBF

Fecha de reporte: 30 marzo 2006

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
Dirección de Laboratorio Control Ambiental

Ing. Toxicol. SOLEDAD OSORIO ALVI
COLBIOP 1050

Julio Leyva R.
Elena JULIA L. LOAYSA R.
C. B. P. 2847





MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
"DIGESA"

Las Amépolas N° 350 Lince Telf : 442-9353 - 442-8356
Fax: Anexo 225 e-mail: postmasi@digesa.sld.pe

INFORME DE ENSAYO N° 0266
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

Solicitante: CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA

DATOS DEL MUESTREO

Localidad : --
Distrito : Lurigancho - Chosica
Provincia : Lima
Departamento : Lima

Recibo de Pago N°

Fecha/Hora de Muestreo : 10-04-06 / 12:30
Fecha/Hora Llegada al Lab. : 10-04-06 / 14:30
Fecha/Hora Inicio de Análisis : 10-04-06 / 14:50
Muestra tomada por : Ing. Tomas Alfaro

RESULTADO

N° Ref. Lab.	PUNTO DE MUESTREO	N.M.P. Coliformes Termotolerantes /100 mL	L.D.M.
1917	<u>Rio Rimac</u> R1 - Reservorio Carapongo	800	<
1918	R2 - Reservorio Nieveria	2.4x10 ⁵	
1919	C1 - Canal Carapongo	3x10 ⁴	
1920	C2 - Canal Nieveria	1.3x10 ⁶	
1921	TI - Tanque Nieveria	2.4x10 ⁷	

MÉTODO DE ENSAYO	Método Estandarizado de fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes Fecales (Termotolerantes) - 9221 C.
	Límite de Detección de Método <
DOCUMENTO DE LA REFERENCIA	Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA, AWW/WPCF, 20th edition

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
Dirección de Salud Ambiental

Elga. Toxicol. y Hig. Ambiental
C. RIVERA
C. RIVERA

Julia Lopez R.
Ing. Julia Lopez R.
C. RIVERA

Lima 17 de Abril del 2006.
SOA/JLR/zz





MINISTERIO DE SALUD
 Dirección General de Salud Ambiental
 "DIGESA"
 Las Amapolas N° 350-Lince. Telf: 442-8353 - 442-8356
 Fax : Anexo 212. E-mail : digesa@digesa.minsa.gob.pe

INFORME DE ENSAYO N° 266
LABORATORIO DE PARASITOLOGÍA

Solicitante / Programa:	CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA		
Localidad :	Carapongo	Muestreado por :	Ing. Tomás Alfaro
Distrito :	Lurigancho - Chosica	Muestra conservadas :	Cadena de frío
Provincia :	Lima		
Departamento :	Lima		

RESULTADOS DE ANÁLISIS CUANTITATIVO

Datos de la muestra						
Código de la muestra	1917	1918	1919	1920	1921	Unidad
Punto de muestreo / Tipo de muestra	Agua superficial Reservorio (R1)	Agua superficial Reservorio (R2)	Agua superficial Canal (C1)	Agua superficial Canal (C2)	Agua residual Tanque (T1)	
Fecha y hora de muestreo	10-04-06; 12:30	10-04-06; 10:50	10-04-06; 13:15	10-04-06; 11:35	10-04-06; 12:00	
Fecha y hora de llegada al lab.	10-04-06; 14:30	10-04-06; 14:30	10-04-06; 14:30	10-04-06; 14:30	10-04-06; 14:30	
Fecha y hora de análisis	10-04-06; 17:10	10-04-06; 17:25	10-04-06; 17:35	10-04-06; 17:50	10-04-06; 18:10	
Cantidad de muestra analizada	1L	1L	1L	1L	1L	
Parásitos Observados:						
Protozoos:						
<i>Entamoeba coli</i>	0	0	0	1	7	Org/mL
<i>Entamoeba nana</i>	0	0	0	0	4	Org/mL
<i>Giardia lamblia</i>	0	0	0	0	6	Org/mL
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	0	0	0	0	3	Org/mL
Helmintos:						
<i>Ascaris lumbricoides</i>	0	0	0	0	1	Org/mL
<i>Hymenolepis nana</i>	0	0	0	0	1	Org/mL
<i>Strongyloides stercoralis</i>	0	0	0	0	2	Org/mL
Uncinarias	0	0	0	0	1	Org/mL

MÉTODO DE ENSAYO	- Método de concentración - centrifugación. - Técnica de recuento 10200F.2.c.4 (adaptado)
DOCUMENTO DE REFERENCIA	- Metodos simplificados de análisis. OPS/CEPIS. Carmen Vargas. Lima, Perú. 1983 - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA / AWWA / WEF, 19th Ed. 1995

Observaciones: Las muestras 1917 y 1918 presentaron abundantes algas (Chlorophytas, diatomeas y cyanophytas), rotíferos y copepodos; la muestra 1919, 1920 y 1921 presentaron protozoos ciliados, amebas y larvas de nematodos de vida libre.

SOA/JLR/ECR/EBF
 Fecha de reporte: 24 abril 2006

MINISTERIO DE SALUD
 Dirección General de Salud Ambiental
 Dirección de Laboratorio Ambiental

Elga. Toxicol. SOLEDAD CERRO ALVA
 COLEIOP 1059

B. S. JULIA T. LAYZA R.
 C. B. P. 3841





MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
"DIGESA"

Las Amapolas N° 350 Lince Telf : 442-8353 - 442-8356
Fax: Anexo 225 e-mail: digesa@digesa.minsa.gob.pe

125 ABR 2006
MINISTERIO DE SALUD
DIGESA DEHAZ
DIRECCION EJECUTIVA
Nombre: 4402
Fecha: 4 ABR 2006 Hora: ...

INFORME DE ENSAYO N° 0266

Solicitante : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA	
Localidad : Carapongo	Muestreador : Ing. Tomás Alfaro
Distrito : Lurigancho	Fecha de Muestreo : 10/04/06
Provincia : Lima	Fecha de Recepción DILAB: 10/04/06 / 15:15 Hrs.
	Fecha de Recepción LMA. : 10/04/06 / 15:30 Hrs.
Departamento : Lima	Fecha de Análisis : 10/04/06 / 15:40 Hrs.
Procedencia de la Muestra : Reservoirio (RI)	Fecha de Reporte : 18/04/06
Código del Muestra : 1922 Pescado Tilapia	500 gr.

RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS

ENSAYOS	METODO DE ENSAYO	LIMITE DE DETECCION DEL METODO	(*) LIMITE MICROBIOLÓGICO				CODIGO MUESTRA 1922
			n	c	m	M	
Numeración Aerobios Mesófilos Viables. (30°C)	FDA -BAM 7 ^{ma} ed. Cap.3/1992 UFC/g.	< 10	5	3	5x10 ⁵	10 ⁶	<10
Numeración E. coli	ISO - 5552: 1997 (E)/UFC /g	< 3	5	3	10	10 ²	<3
Numeración Staphylococcus coagulasa positivo)	ISO 6888-1:1999(E) UFC /g	< 10 ²	5	2	10 ²	10 ³	< 10 ²
Detección Salmonella sp.	ISO - 6579:1993(E)/25 g	A	5	0	0	-	A

(*) REFERENCIA: NORMA SANITARIA SOBRE CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO - CRITERIO 11.1- RESOLUCION MINISTERIAL N° 615-2003-SA/DM.

Observaciones : Se analizó el músculo del pescado

MINISTERIO DE SALUD
DIRECCION GENERAL DE SALUD AMBIENTAL
DIRECCION DE LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

Aydee Valenzuela
D^{ca} AYDEE VALENZUELA WARTHON
Jefe del Laboratorio Microbiología de Alimentos
CUM RUCOP 052

MINISTERIO DE SALUD
DIRECCION GENERAL DE SALUD AMBIENTAL
DIRECCION DE LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

Elga. T. P.

Lima, 19 de abril de 2006
SOA/AVW/zv.





MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
"DIGESA"

Las Amapolas N° 350 Lince Telf : 442-8353 - 442-8356
 Fax: Anexo 225 e-mail: digesa@digesa.minsa.gob.pe

INFORME DE ENSAYO N° 0266

Solicitante	: CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA		
Localidad	: Nievería	Muestreador	: Ing. Tomás Alfaro
Distrito	: Lurigancho	Fecha de Muestreo	: 10/04/06
Provincia	: Lima	Fecha de Recepción DILAB:	10/04/06 / 15:15 Hrs.
		Fecha de Recepción LMA.:	10/04/06 / 15:30 Hrs.
Departamento	: Lima	Fecha de Análisis	: 10/04/06 / 15:40 Hrs.
Procedencia de la Muestra	: Reservoirio (R2)	Fecha de Reporte	: 18/04/06
Código del Muestra	: 1923 Pescado Tilapia		500gr.

RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS

ENSAYOS	METODO DE ENSAYO	LIMITE DE DETECCIÓN DEL METODO	(*) LIMITE MICROBIOLÓGICO n: c m M	CODIGO MUESTRA 1923
Numeración Aerobios Mesófilos Viables. (30°C)	FDA -BAM 7 ^{ma} ed. Cap.3/1992 UFC/g.	< 10	5 3 5x10 ⁵ 10 ⁶	2.6x10 ³
Numeración <i>E. coli</i>	ISO - 5552: 1997 (E)/UFC /g	< 3	5 3 10 10 ²	3.6
Numeración <i>Staphylococcus</i> coagulasa positivo)	ISO 6888-1:1999(E) UFC /g	< 10 ²	5 2 10 ² 10 ³	< 10 ²
Detección <i>Salmonella</i> sp.	ISO - 6579:1993(E) /25 g	A	5 0 0	A

(*) REFERENCIA: NORMA SANITARIA SOBRE CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO - CRITERIO 11.1- RESOLUCION MINISTERIAL N° 615-2003-SA/DM.

Observaciones : Se analizó el músculo del pescado.
MINISTERIO DE SALUD
 DIRECCION GENERAL DE SALUD AMBIENTAL
 DIRECCION DE LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

[Signature]
 Mg. AYDÉE VALENZUELA WARTHON
 Jefe del Laboratorio Microbiología de Alimentos
 COLBIOP 052

MINISTERIO DE SALUD
 DIRECCION GENERAL DE SALUD AMBIENTAL
 DIRECCION DE LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

[Signature]
 Mg. TADEO OSORIO ALVA
 COLBIOP 1050

Lima, 19 de abril de 2006
 SOA/AVW/zzy.



"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN DEMOCRÁTICA"

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
"DIGESA"

Las Amapolas N° 350 Lince Telf : 442-8353 - 442-8356
Fax: Anexo 225 e-mail: postmasi@digesa.sld.pe

INFORME DE ENSAYO N° 0337
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

Solicitante : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA

DATOS DEL MUESTREO

Localidad : --
Distrito : Lurigancho - Chosica
Provincia : Lima
Departamento : Lima

Recibo de Pago N°

Fecha/Hora de Muestreo : 03-05-06 / 12:30
Fecha/Hora Llegada al Lab. : 03-05-06 / 14:30
Fecha/Hora Inicio de Análisis : 03-05-06 / 14:50
Muestra tomada por : Celika Nakamura

RESULTADO

N° Ref. Lab.	PUNTO DE MUESTREO	N.M.P. Coliformes Termotolerantes /100 mL.	L.D.M.
2663	<u>Agua de Consumo</u> R1 - Reservoirio Carapongo	300	<2
2664	<u>Agua Superficial</u> C1 - Canal Carapongo	8x10 ⁴	
2665	<u>Agua Residual Doméstico</u> Tk - Tanque Inhoff	1.7x10 ⁷	

MÉTODO DE ENSAYO	Método Estandarizado de fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes Fecales (Termotolerantes) - 9221 C.
	Límite de Detección de Método <2
DOCUMENTO DE LA REFERENCIA	Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA, AWW,WPCF. 20th edición

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
Dirección de Laboratorio Control Ambiental

Ing. Toxicol. SOLEDAD OSORIO ALVA
COLBIOP 1050

ING. JULIA I. LOAYZA R.
C. U. P. 2841

Lima 09 de Mayo de 2006.

SOA/JLR/zz



MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
"DIGESA"
Las Amapolas N° 350-Lince. Telf: 442-8333 - 442-8336
Fax : 442-6404, e-mail : digesa@digesa.minsa.gob.pe

INFORME DE ENSAYO N° 337
LABORATORIO DE PARASITOLOGÍA

Table with 2 columns: Solicitante / Programa: CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA; and details of locality (Carapongo), district (Lurigancho - Chosica), province (Lima), and department (Lima).

RESULTADOS DE ANÁLISIS CUANTITATIVO

Table with 5 columns: Datos de la muestra, Código de la muestra (2663, 2664, 2665), Origen de la muestra / Punto de muestreo, Fecha y hora de muestreo, Fecha y hora llegada al lab., Fecha y hora de análisis, Volumen de muestra analizada, and Unidad.

Table with 5 columns: Parásitos Observados, Protozoos (Entamoeba coli, Endolimax nana, Giardia lamblia, Iodamoeba butschlii), Helmintos (Hymenolepis diminuta, Hymenolepis nana, Strongyloides stercoriferis, Uncinarias), and Org/mL.

Table with 2 columns: MÉTODO DE ENSAYO (Método de concentración y flotación, Técnica de recuento 10200F.2.c.4) and DOCUMENTO DE REFERENCIA (Metodos simplificados de análisis, OPS/CEPIS, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater).

Observaciones: Las muestras fueron tomadas por el interesado. Las muestra 2663 presento abundantes algas, presencia de rotíferos y ciliados de vida libre, las muestras 2664 y 2665 presentaron abundante materia organica en descomposición, así como protozoos ciliados, algas (Diatomeas y Chlorophytes), amebas, huevos y larvas de nematodos de vida libre.

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
Bigo. Toxicol. SOLEDAD OSORIO ALVA
COLBIOP 1050

Signature and stamp of the laboratory official.

SOA/JRL/ECR/EBF
Fecha de reporte: 17 mayo 2006





MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
"DIGESA"

Las Amapolas N° 350 Lince Telf : 442-8353 - 442-8356
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe

INFORME DE ENSAYO N° 567
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

Solicitante : CIP / Centro Internacional de la Papa.

DATOS DEL MUESTREO

Localidad	:	-	Fecha/Hora de Muestreo	:	02-08-06 / 10:15
Distrito	:	Lurigancho	Fecha/Hora Llegada al Lab.	:	02-08-06 / 14:45
Provincia	:	Lima	Fecha/Hora Inicio de Análisis	:	02-08-06 / 15:00
Departamento	:	Lima	Muestra tomada por	:	Ing. Tomas Alfaro

RESULTADO

N° Ref. Lab.	PUNTO DE MUESTREO	N.M.P. Coliformes Termotolerantes / 100 mL.	L.D.M.
4256	<u>Agua de Rio</u> (R1) Reservorio - Carapongo	300	<2
4257	(C1) Canal - Carapongo	3x10 ⁴	
4258	(R2) Reservorio - Nieveria	23	
4259	(C2) Canal - Nieveria	5x10 ⁶	

MÉTODO DE ENSAYO	Método Estandarizado de fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes Fecales (Termotolerantes) - 9221 C.
	Límite de Detección de Metodo <2
DOCUMENTO DE LA REFERENCIA	Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA, AWW, WPCF, 20th edition

Lima 08 de Agosto del 2006.

SOA/JLR/zz

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
Dirección de Laboratorio Central Ambiental

[Signature]
Ciga. Toxicol. SOLEDAD OSORIO ALV
COLBIOP 1059

[Signature]
Ing. JULIA J. LOAYZA R.
C. S. P. 2841





"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN DEMOCRÁTICA"

MINISTERIO DE SALUD
 Dirección General de Salud Ambiental
 "DIGESA"

Las Américas N° 350-Lince. Telf: 442-8353 - 442-8356
 Fax : Anexo 212. E-mail : digesa@digesa.minsa.gob.pe

INFORME DE ENSAYO N° 567
LABORATORIO DE PARASITOLOGÍA

Solicitante / Programa:	CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA		
Localidad :	Carapongo / Nieveria	Muestreado por :	Ing. Tomas Alfaro
Distrito :	Lurigancho - Chosica	Muestra preservada :	Cadena de frío
Provincia :	Lima		
Departamento :	Lima		

RESULTADOS DE ANÁLISIS CUANTITATIVO

Datos de la muestra					
Código de la muestra	4256	4257	4258	4259	Unidad
Origen de la fuente / Punto de muestreo	Río Rimac. Reservorio Carapongo R1	Río Rimac. Canal Carapongo C1	Río Rimac. Reservorio Nieveria R2	Río Rimac. Canal C2	
Fecha y hora de muestreo	02-08-06; 10:15	02-08-06; 10:00	02-08-06; 12:00	02-08-06; 12:00	
Fecha y hora de llegada al lab.	02-08-06; 14:45	02-08-06; 14:45	02-08-06; 14:45	02-08-06; 17:39	
Fecha y hora de análisis	02-08-06; 17:20	02-08-06; 17:25	02-08-06; 17:40	02-08-06; 17:45	
Volumen de muestra analizada	1L	1L	1L	1L	
Parásitos Observados					
Protozoos					
<i>Entamoeba coli</i>	0	1	0	2	Org/mL
Helmintos:					
<i>Ascaris lumbricoides</i>	0	0	0	1	Org/mL
Uncinarias	0	0	0	1	Org/mL

MÉTODO DE ENSAYO	- Método de concentración - centrifugación. - Técnica de recuento 10200F.2.c.4 (adaptado)
DOCUMENTO DE REFERENCIA	- Métodos simplificados de análisis. OPS/CEPIS. Carmen Vargas. Lima, Perú. 1983 - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA / AWWA / WEF. 19th Ed. 1995

Comentarios: La muestra 4256 y 4258 presentaron protozoos ciliados, amebas, abundantes algas (Chlorophytas, diatomeas y cyanophytas), rotíferos, huevos y larvas de nemátodos de vida libre.

SOA/JLR/ECR/EBF
 Fecha de reporte: 15 agosto 2006

MINISTERIO DE SALUD
 Dirección General de Salud Ambiental
 Dirección de Laboratorio Parasitológico

 Mg. Toxicol. SOLEDAD OSORIO ALVA
 COLBIOP 1059

Mg. JULIA I. LUYZA R.
 C. B. P. 2841





"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN DEMOCRÁTICA"

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
"DIGESA"

Las Américas N° 350 Lima Telf : 442-8353 - 442-8356
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe

INFORME DE ENSAYO N° 716
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

Solicitante : CIP / Centro Internacional de la Papa.

DATOS DEL MUESTREO

Localidad	:	-	Fecha/Hora de Muestreo	:	27-09-06 / 10:00
Distrito	:	Lurigancho	Fecha/Hora Llegada al Lab.	:	27-09-06 / 15:30
Provincia	:	Lima	Fecha/Hora Inicio de Análisis	:	27-09-06 / 16:00
Departamento	:	Lima	Muestra tomada por	:	Ing. Tomas Alfaro

RESULTADO

N° Ref. Lab.	PUNTO DE MUESTREO	N.M.P. Coliformes Termotolerantes / 100 mL.	L.D.M.
5356	Canal Nieveri 2	1.3x10 ⁶	<2
5357	Canal Huachipa	2.4x10 ⁵	
5358	Canal Nieveria 1	2.4x10 ⁷	
5359	Canal Carapongo	5x10 ⁴	
5360	Reservorio Huachipa	2.4x10 ⁴	
5361	Reservorio Nieveria	3x10 ³	
5362	Reservorio Carapongo	70	

MÉTODO DE ENSAYO	Método Estandarizado de fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes Fecales (Termotolerantes) - 9221 C.
DOCUMENTO DE LA REFERENCIA	Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA, AWW, WPCF. 20th edition

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
Dirección de Laboratorio de Salud Ambiental

Lima 29 de setiembre del 2006.
SON/JLR/zz

Ing. Toxicol. SOLEDAD OSORIO ALV de 1

Julia Lopez
DIRECTORA GENERAL
DIGESA



MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
"DIGESA"
Las Amapolas N° 350-Lince. Telf: 442-8353 - 442-8356
Fax : Anexo 212. E-mail : digesa@digesa.minsa.gob.pe

"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN DEMOCRÁTICA"

INFORME DE ENSAYO N° 716
LABORATORIO DE PARASITOLOGÍA

Solicitante / Programa:	CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA		
Localidad :	Carapongo / Nievería	Muestreado por :	Ing. Tomas Alfaro
Distrito :	Lurigancho - Chosica	Muestra preservada :	Cadena de frio
Provincia :	Lima	Recibo de Pago N° :	18279
Departamentar :	Lima		

RESULTADOS DE ANÁLISIS CUANTITATIVO

Datos de la muestra					
Código de la muestra	5356	5357	5358	5359	Unidad
Origen de la muestra / Punto de muestreo	Río Rimac. Canal Nievería 2 C4	Río Rimac. Canal Huachipa C3	Río Rimac. Canal Nievería 1 C2	Río Rimac. Canal Carapongo C1	
Fecha y hora de muestreo	27/09/2006; 12:20	27/09/2006; 11:50	27/09/2006; 14:25	27/09/2006; 10:40	
Fecha y hora de llegada al lab.	27/09/2006; 15:30	27/09/2006; 15:30	27/09/2006; 15:30	27/09/2006; 15:30	
Fecha y hora de análisis	27/09/2006; 16:30	27/09/2006; 16:35	27/09/2006; 16:40	27/09/2006; 16:45	
Cantidad de muestra analizada	1L	1L	1L	1L	
Parásitos Observados					
Protozoos:					
<i>Entamoeba coli</i>	4	3	6	2	Org/mL
<i>Entamoeba nana</i>	2	0	2	0	Org/mL
<i>Giardia lamblia</i>	0	0	4	0	Org/mL
Helmintos:					
<i>Hymenolepis diminuta</i>	0	0	1	0	Org/L
<i>Hymenolepis nana</i>	1	0	1	0	Org/L
<i>Strongyloides stercoralis</i>	1	1	1	1	Org/L
Uncinarias	0	0	1	0	Org/L

Datos de la muestra					
Código de la muestra	5360	5361	5362	---	Unidad
Origen de la muestra / Punto de muestreo	Río Rimac. Reservorio Huachipa R3	Río Rimac. Reservorio Nievería R2	Río Rimac. Reservorio Carapongo R1	---	
Fecha y hora de muestreo	27/09/2006; 11:20	27/09/2006; 14:00	27/09/2006; 10:00	---	
Fecha y hora de llegada al lab.	27/09/2006; 15:30	27/09/2006; 15:30	27/09/2006; 15:30	---	
Fecha y hora de análisis	27/09/2006; 16:30	27/09/2006; 16:35	27/09/2006; 16:40	---	
Cantidad de muestra analizada	1L	1L	1L	---	
Parásitos Observados					
Protozoos:					
<i>Entamoeba coli</i>	0	0	0	---	Org/mL
<i>Entamoeba nana</i>	0	0	0	---	Org/mL
<i>Giardia lamblia</i>	0	0	0	---	Org/mL
Helmintos:					
<i>Hymenolepis diminuta</i>	0	0	0	---	Org/mL
<i>Hymenolepis nana</i>	0	0	0	---	Org/mL
<i>Strongyloides stercoralis</i>	0	0	0	---	Org/mL
Uncinarias	0	0	0	---	Org/mL

MÉTODO DE ENSAYO	DOCUMENTO DE REFERENCIA
- Método de concentración - centrifugación.	- Métodos simplificados de análisis. OPS/CEPIS. Camen Vargas. Lima, Perú. 1983
- Técnica de recuento 10200F.2.c.4 (adaptado)	- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA / AWWA / WEF. 19th Ed. 1995

Observaciones: Las muestras presentaron protozoos cilados, amebas, huevos y larvas de nematodos de vida libre.

SOA/ECR/EBF

Fecha de reporte: 13 octubre 2006



MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
"DIGESA"

Las Américas N° 350 Lima Telf: 442-8353 - 442-8356
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe

INFORME DE ENSAYO N° 869
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

Solicitante : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA

DATOS DEL MUESTREO

Localidad : --
Distrito : Lurigancho - Chosica
Provincia : Lima
Departamento : Lima

Recibo de Pago N°

Fecha/Hora de Muestreo : 22/11/06 / 11:30
Fecha/Hora Llegada al Lab. : 22/11/06 / 14:30
Fecha/Hora Inicio de Análisis : 22/11/06 / 14:50
Muestra tomada por : Ing. Tomas Alfaro

RESULTADO

N° Ref. Lab.	PUNTO DE MUESTREO	N.M.P. Coliformes Termotolerantes / 100 mL.
	<u>Rio Rimac</u>	
6474	R1 - Reservorio Carapongo	1.7x10 ³
6475	R2 - Reservorio Nieveria	500
6477	R3 - Reservorio Barrientos <i>Tanque</i>	2.4x10 ⁷
6478	C1 - Canal Carapongo	1.3x10 ⁴
6479	C2 - Canal Nieveria	5x10 ⁶
6480	C3 - Canal Huachipa	2.2x10 ⁶
	<u>Agua Residual</u>	
6476	T1 - Tanque Imhoff <i>Reservorio</i>	2.4x10 ⁵

MÉTODO DE ENSAYO	DOCUMENTO DE LA REFERENCIA
Método Estandarizado de fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes fecales (Termotolerantes) - 9221 C Límite de Detección de Método 1:2	Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA, AWW.WEF. 20th edition

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
Dirección de Laboratorio Central Ambiental

Pedro Valeroquez
Ing. Alexal. SOLEDAD OSORIO ALVA
COLBIOP 1050

Julca Lanza P.
INGENIERA EN QUÍMICA
C. R. 10541

CCN
Lima 29 de noviembre de 2006.
SUA JLR zz



MINISTERIO DE SALUD
 Dirección General de Salud Ambiental
"DIGESA"
 Las Américas N° 150-Lince, Telf: 442-8353 - 442-8356
 FAX : Anexo 212 E-mail : digesa@digesa.minsa.gob.pe

LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL
ANÁLISIS PARASITOLÓGICO
INFORME DE ENSAYO N° 869

Solicitante / Programa: CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA			
Localidad :	Carapongo / Nievería	Muestra conservada :	Si (cadena de frío)
	Huachipa	Fecha y hora de muestreo :	22-11-2006; 11:30
Distrito :	Lurigancho - Chosica	Fecha y hora de recepción :	22-11-2006; 14:50
Provincia :	Lima	Fecha y hora de análisis :	23-11-2006; 08:20
Departamento :	Lima	Fecha de reporte :	05-12-2006
Tipo de muestra :	Agua superficial y residual		
Muestreado por :	Ing. Tomas Alfaro		

Datos de la muestra					
Código de la muestra	6474	6475	6476	6477	Unidad
Origen de la muestra / Punto de muestreo	Río Rimac. Reservorio Carapongo R1	Río Rimac. Reservorio Nievería R2	Río Rimac. Reservorio Barrientos R3	Agua residual. Tanque Imhoff T1	
Volumen de muestra analizada	1L	1L	1L	1L	
Parásitos Observados					
Protozoos:					
<i>Entamoeba coli</i>	0	0	0	7	Org/mL
<i>Entamoeba nana</i>	0	0	0	1	Org/mL
<i>Giardia lamblia</i>	0	0	0	4	Org/mL
Helmintos:					
<i>Ascaris lumbricoides</i>	0	0	0	1	Org/mL
<i>Hymenolepis nana</i>	0	0	0	1	Org/mL
<i>Strongyloides stercoralis</i>	0	0	0	1	Org/mL
Uncinarias	0	0	0	0	Org/mL

Datos de la muestra					
Código de la muestra	6478	6479	6480	----	Unidad
Origen de la muestra / Punto de muestreo	Río Rimac. Canal Carapongo C1	Río Rimac. Canal Nievería C2	Río Rimac. Canal Huachipa C3	----	
Volumen de muestra analizada	1L	1L	1L		
Parásitos Observados					
Protozoos:					
<i>Entamoeba coli</i>	1	1	1	----	Org/mL
<i>Entamoeba nana</i>	0	0	0	----	Org/mL
<i>Giardia lamblia</i>	0	0	0		Org/mL
Helmintos:					
<i>Ascaris lumbricoides</i>	0	0	0	----	Org/mL
<i>Hymenolepis nana</i>	0	0	0	----	Org/mL
<i>Strongyloides stercoralis</i>	0	1	0	----	Org/mL
Uncinarias	0	0	1	----	Org/mL

MÉTODO DE ENSAYO	DOCUMENTO DE REFERENCIA
- Método de concentración - centrifugación.	- Métodos simplificados de análisis. OPS/CEPIS. Carmen Vargas, Lima, Perú, 1983
- Técnica de recuento 10200F.2.c.4 (adaptado)	- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA / AWWA / WEF. 19th Ed. 1995

Observaciones: Las muestras 6474, 6475, 6476 presentaron abundantes algas, protozoos ciliados y flagelados, rotíferos, huevos y larvas de nemátodos de vida libre.

MINISTERIO DE SALUD
 Dirección General de Salud Ambiental
 Dirección de Laboratorio de Control Ambiental

Lima, 14 de diciembre de 2006
 SOA/ECR/EBF

8-0-14

Castro
 LIMA S. CASTRO RAMIREZ
 BIÓLOGO
 C.E.P. 5577

Soa Toxicol. OSORIO ALVA
 COLECTOR 1050