



UNAP

Rectorado

**Resolución del Consejo Universitario
N° 025-2019-CU-UNAP
Iquitos, 18 de enero de 2019**

VISTO:

El acta de la sesión ordinaria del Consejo Universitario, realizada el 08 de mayo de 2018, que acordó declarar en emergencia académico-administrativa a la UNAP, para el proceso de licenciamiento institucional;

CONSIDERANDO:

Que, la universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), se encuentra orientada al proceso de licenciamiento institucional, por dicha razón es conveniente adecuar los documentos pertinentes, debiendo aprobarse el "Plan de vigilancia y control de calidad de aguas de pozos artesianos y cisternas para uso humano en la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana";

Que, el presente plan tiene como objetivo general establecer las acciones competentes que garanticen la oferta de agua de calidad para uso humano en los diferentes locales de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana;

Que, con Resolución del Consejo Universitario N° 029-2018-CU-UNAP, del 08 de mayo de 2018, se resuelve declarar en emergencia académico-administrativa a la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), para el proceso de licenciamiento institucional hasta que se subsanen las observaciones de treinta y cuatro (34) indicadores de las Condiciones Básicas de Calidad (CBC);

Que, por los argumentos expuestos, y en el marco de la declaración en emergencia académico-administrativa a la UNAP, es conveniente aprobar el "Plan de vigilancia y control de calidad de aguas de pozos artesianos y cisternas para uso humano en la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana";

De conformidad con la Ley N° 30879 de Presupuesto del Sector Público para el Año Fiscal 2019;y,

Estando al acuerdo del Consejo Universitario; y,

En uso de las atribuciones que confieren la Ley N° 30220 y el Estatuto de la UNAP;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. - Aprobar el "Plan de vigilancia y control de calidad de aguas de pozos artesianos y cisternas para uso humano en la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana", en mérito a los considerandos expuestos en la presente resolución.

ARTÍCULO SEGUNDO. - Precisar que el presente plan que consta de dieciocho (18) folios a una sola cara, forma parte integrante del presente dispositivo legal.





UNAP

Rectorado

**Resolución del Consejo Universitario
N° 025-2019-CU-UNAP**

ARTÍCULO TERCERO.- Determinar que su implementación estará sujeta a la certificación presupuestaria del año fiscal correspondiente.

ARTÍCULO CUARTO.- Autorizar a los funcionarios de la Dirección General de Administración y de la Oficina General de Planificación Estratégica y Presupuesto, realizar los trámites respectivos para cumplir con lo dispuesto en la presente resolución.

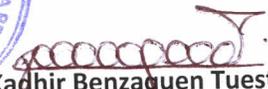
ARTÍCULO QUINTO.- Encargar a la Oficina de Imagen Institucional, la publicación y difusión de la presente resolución en la página web de la entidad: www.unapiquitos.edu.pe

Regístrese, comuníquese y archívese.




Heiter Valderrama Freyre
RECTOR




Kadhir Benzaquen Tuesta
SECRETARIO GENERAL

<p>Universidad Nacional de la Amazonía Peruana</p>	<p>PLAN DE VIGILANCIA Y CONTROL DE CALIDAD DE AGUAS DE POZOS ARTESIANOS Y CISTERNAS PARA USO HUMANO</p>	<p>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN - CIRNA</p>
--	---	--



**PLAN DE VIGILANCIA Y CONTROL DE CALIDAD DE AGUAS DE
POZOS ARTESIANOS Y CISTERNAS PARA USO HUMANO EN LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA**



Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
<p>Vicerrectorado de Investigación, UE Microbiología y UE de Control de Calidad del CIRNA</p>	<p>Vicerrectorado de Investigación</p>	<p>Consejo Universitario RCU N° 025-2019-UNAP del 18 de enero de 2019.</p>

PLAN DE VIGILANCIA Y CONTROL DE CALIDAD DE AGUAS DE POZOS ARTESIANOS Y CISTERNAS PARA USO HUMANO EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA

I. INTRODUCCION

La Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, establece como un eje importante dentro de sus políticas de cautelar el bienestar y la salud de toda la comunidad universitaria, por ello la puesta en marcha de un Plan de mantenimiento y evaluación de agua para uso en nuestra institución es importante con la finalidad de prevenir y asegurar la salud de las personas.

La importancia del agua de bebida como vehículo de dispersión de enfermedades ha sido largamente reconocido. La mayor parte de las enfermedades prevalentes en los países en desarrollo, donde el abastecimiento de agua y el saneamiento son deficientes, son causadas por bacterias, amebas, virus y helmintos (PNUD/OMS, 1989). Estos organismos causan enfermedades que varían en severidad y van desde ligeras gastroenteritis a severas, y algunas veces, a fatales enfermedades de proporciones epidémicas.

El agua de consumo humano ha sido definida en las Guías de Calidad del Agua de Bebida de la Organización Mundial de la Salud - OMS (1984), como '*adecuada para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal*'. Está implícito en esta definición el requerimiento de que el agua no debe presentar ningún tipo de riesgo que pueda causar irritación química, intoxicación o infección microbiológica que sea perjudicial a la salud humana (Lloyd, 1982).



La calidad microbiológica del agua de consumo humano es de gran importancia y el monitoreo de un indicador bacteriano tal como el Coliforme total y el termotolerante debe dársele la más alta prioridad dentro de la política del Abastecedor de agua. (OMS, 1984). De otra parte, la contaminación química también es importante, pero ello no está asociado con efectos agudos sobre la salud humana y por lo tanto debe tener una menor prioridad que la evaluación de la contaminación bacteriológica y que muchas veces resulta irrelevante en zonas donde enfermedades relacionadas con el agua y enfermedades parasitarias muestran elevados índices de prevalencia (Galal-Gorchev, 1986, OMS 1995).

El agua de calidad apta para consumo humano cuando entra al sistema de distribución, puede deteriorarse antes de llegar al consumidor. El agua en el sistema de distribución puede contaminarse a través de conexiones cruzadas, retrosifonaje, rotura de las tuberías del sistema de distribución, conexiones domiciliarias, cisternas y reservorios de distribución defectuosos, grifos contra incendio dañados, y durante el tendido de nuevas tuberías o reparaciones realizados sin las mínimas medidas de seguridad. Otro factor de recontaminación y de gran importancia en los países en vías de desarrollo donde existen déficit de agua, es la interrupción del sistema de abastecimiento, como resultado de la práctica de rotar el servicio de una a otra área de abastecimiento. (OMS, 1984; OMS, 1985 y Galal-Gorchev, 1986; OMS, 1995).

II. NORMAS LEGALES

- Reglamento de la calidad del agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA
- Estandares de calidad ambiental (ECA) para agua DS N° 004-2017 MINAM

III. ANTECEDENTES

Calidad del agua

Según la Organización Mundial de la Salud (2008); Existe una amplia gama de componentes microbianos y químicos del agua de consumo que pueden ocasionar efectos adversos sobre la salud de las personas. Su detección, tanto en el agua bruta como en el agua suministrada a los consumidores, suele ser lenta, compleja y costosa, lo que limita su utilidad para la alerta anticipada y hace que resulte poco asequible. Puesto que no es físicamente posible ni económicamente viable analizar todos los parámetros de calidad del agua, se deben planificar cuidadosamente las actividades de monitoreo y los recursos utilizados para ello, los cuales deben centrarse en características significativas o de importancia crítica. También pueden resultar de importancia ciertas características no relacionadas con la salud, como las que afectan significativamente a la aceptabilidad del agua. Cuando las características estéticas del agua (por ejemplo, su aspecto, sabor y olor) sean inaceptables, podrá ser necesario realizar estudios adicionales para determinar si el agua presenta problemas relevantes para la salud.

Calidad microbiológica del agua

Según la Organización Mundial de la Salud (2008); la verificación de la calidad microbiológica del agua por lo general incluye sólo análisis microbiológicos. Dichos análisis son de suma importancia, ya que el riesgo para la salud más común y extendido asociado al agua de consumo es la contaminación microbiana. Así pues, el agua destinada al consumo humano no debería contener microorganismos indicadores.

En la mayoría de los casos, conllevará el análisis de microorganismos indicadores de contaminación fecal, pero también puede incluir, en algunas circunstancias, la determinación de las concentraciones de patógenos específicos.

Para determinar la contaminación fecal, generalmente se usa como indicador la presencia de *Escherichia coli*. A su vez, el análisis de la presencia de bacterias coliformes termo tolerantes puede ser una alternativa aceptable en muchos casos.

Por otro lado, los virus y protozoos entéricos son más resistentes a la desinfección; por tanto, la ausencia de *Escherichia coli* no implica necesariamente que no haya presencia de estos organismos. Por ello, muchas veces lo más recomendable es que además de la prueba de los coliformes fecales, se realice un análisis de microorganismos más resistentes, como 7 bacteriófagos o esporas bacterianas para determinar la concentración de patógenos específicos.



La inocuidad del agua de consumo no depende únicamente de la contaminación fecal. Algunos microorganismos proliferan en las redes de distribución de agua (por ejemplo, Legionella), mientras que otros se encuentran en las aguas de origen (el dracunculo, Dracunculus medinensis) y pueden ocasionar epidemias. Es importante resaltar que no solo el consumo del agua contaminada puede traer problemas a la salud, sino también el contacto con la misma o la inhalación de gotículas de agua (aerosoles).

Algunos de los agentes patógenos cuya transmisión por agua de consumo contaminada es conocida producen enfermedades graves que en ocasiones pueden ser mortales, algunas de estas enfermedades son la fiebre tifoidea, el cólera, la hepatitis infecciosa y las enfermedades causadas por Shigella spp. Y por Escherichia coli. Otras enfermedades conllevan típicamente desenlaces menos graves, como la diarrea de resolución espontánea.

Calidad química del agua

Según la Organización Mundial de la Salud (2008), la mayoría de los productos químicos sólo constituyen un peligro en la salud de las personas cuando su presencia ocurre en el agua de manera prolongada; mientras que otros pueden producir efectos peligrosos tras múltiples exposiciones en un periodo corto.

Se debe tener muy en cuenta que no todas las sustancias químicas de las cuales se han establecido valores de referencia están presentes en un mismo sistema de abastecimiento, cada uno de estos es único y depende del origen y distribución del agua fuente. Lo mismo sucede a la inversa, para algunos lugares existirán parámetros característicos del agua fuente propia del lugar, pero que no se contemplan en las normas. Por otro lado, en algunos casos se han fijado valores de referencia provisionales para contaminantes de los que se dispone de información sujeta a cierta incertidumbre o cuando no es posible, en la práctica, reducir la concentración hasta los niveles de referencia calculados.

Existe una gran cantidad de parámetros químicos los cuales determinan la calidad del agua, sin embargo, son pocas las sustancias de las que se haya comprobado que causan efectos nocivos sobre la salud humana como consecuencia de la exposición a cantidades excesivas de las mismas en el agua de consumo, tales como fluoruro, el arsénico, el nitrato y el plomo.

IV. BENEFICIOS DEL PLAN

Mejoramiento del servicio. El monitoreo continuo de la calidad del agua lleva a asegurar que el sistema de distribución como un todo, opere satisfactoriamente proporcionando un producto que cumpla con las normas de calidad del agua de consumo humano.

Rehabilitación del sistema. De igual modo que en el caso anterior, el control de calidad permite identificar áreas del sistema de abastecimiento de agua con problemas graves y que normalmente coinciden con la necesidad de intervenciones correctivas.



Capacitación. Muchas veces la re-contaminación del agua de consumo humano es consecuencia de las actividades del mismo abastecedor, principalmente durante la operación o mantenimiento del sistema de distribución. La causa principal es la falta de conocimientos, por parte del personal responsable, acerca de los procedimientos sanitarios que permitan conservar y preservar la calidad del agua dentro del sistema de distribución.

V. PROPÓSITO DEL PLAN

El propósito del presente plan es poner a consideración de los operadores de los diferentes locales de la UNAP diferentes estrategias y metodologías para la vigilancia y control de la calidad del agua de consumo humano suministrada a la población universitaria que hace uso de este recurso a fin de detectar, predecir y prevenir su contaminación y minimizar la incidencia de las enfermedades transmitidas por vía hídrica.

Las estrategias que se propone pretende contribuir a:

- Identificar las zonas de abastecimiento más vulnerables a la variación de la calidad del agua de consumo humano.
- Identificar los defectos sanitarios de los diferentes componentes del sistema de abastecimiento de agua que conllevan al deterioro de la calidad del agua de consumo humano.
- Identificar las medidas correctivas necesarias y dirigidas al mejoramiento de la calidad del agua de consumo humano.
- Supervisar la aplicación de las medidas correctivas.
- Mejorar las normas de calidad de agua, reglamentos relacionados con los procesos constructivos y materiales empleados en la edificación de los sistemas de abastecimiento de agua



VI. OBJETIVOS DEL PLAN

- **General:**
Establecer las acciones competentes que garanticen la oferta de agua de calidad para uso humano en los diferentes locales de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
- **Específicos:**
Brindar agua de calidad de los pozos artesianos para uso humano en los diferentes locales de la universidad Nacional de la amazonia peruana.

Brindar agua de calidad de las cisternas para uso humano en los diferentes locales de la universidad Nacional de la amazonia peruana.

VII. LOCALES INVOLUCRADOS:

Los pozos artesianos y las cisternas de los diferentes locales que están incluidos dentro del presente Plan, son los siguientes:



Ítem	Código	Dirección
1	SL01	Loreto-Maynas-San Juan Bautista Interior de la av. Guardia Civil s/n en la zona de Pampa Chica De acuerdo al ordenamiento territorial de la ciudad, actualmente se denomina CALLE LOS PAUJILES S/N – San Juan Bautista. <ul style="list-style-type: none">• Vicerrectorado de Investigación UNAP.• Centro de Investigación de Recursos Naturales de la Amazonía – CIRNA.
2	SL02	Loreto Maynas-Iquitos, Calles Samanez Ocampo y Pevas. De acuerdo al ordenamiento territorial de la ciudad, actualmente se denomina JR. PEVAS 510. <ul style="list-style-type: none">• Facultad de Ciencias Económicas y de Negocios.
3	SL03	Loreto-Maynas-Iquitos, Asentamiento Humano Daniel Alcides Carrión Lote 3 Mz "D" Etapa Segunda / de acuerdo al Ordenamiento Territorial de la Ciudad, actualmente se denomina AV. FREYRE 610 <ul style="list-style-type: none">• Facultad de Ingeniería Química.• Facultad de Industrias Alimentarias.
4	SL04	Loreto-Maynas-San Juan Bautista CALLE LOS ROSALES S/N, entrando la Plaza Roja de San Juan Bautista: <ul style="list-style-type: none">• Escuela de Post Grado – UNAP.
	SL05	Loreto-Maynas-Iquitos, Pueblo Joven Bartra Díaz Mz F Lote 44, De acuerdo al ordenamiento territorial de la ciudad, actualmente se denomina CALLE SARGENTO LORES N° 635 <ul style="list-style-type: none">• Facultad de Ciencias de la Educación y Humanidades
6	SL06	Loreto-Maynas-Iquitos, Calle Sargento Lores S/N, de acuerdo al ordenamiento territorial de la ciudad, actualmente se denomina CALLE SARGENTO LORES N° 446. <ul style="list-style-type: none">• Facultad de Derecho y Ciencias Políticas• Centro de Idiomas de la UNAP
7	SL07	Loreto-Maynas-Iquitos, Pueblo Joven Bermúdez Mz. 12 Lote 32 Etapa Segunda y 33 Etapa Segunda De acuerdo al ordenamiento territorial de la ciudad, actualmente se denomina CALLE BERMÚDEZ N° 703:

		<ul style="list-style-type: none"> • Facultad de Ciencias de la Educación y Humanidades.
8	SL08	<p>Loreto-Maynas-Iquitos, Av. del ejército de la ciudad y distrito de Iquitos De acuerdo al ordenamiento territorial de la ciudad, actualmente se denomina PASAJE DINA LIMACO N° 186, entrando por la iglesia de Túpac Amaru:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Facultad de Enfermería.
9	SL09	<p>Loreto-Maynas-San Juan Bautista; CALLE SAN MARCOS N° 185</p> <ul style="list-style-type: none"> • Facultad de Odontología. • Biblioteca Central. • Rectorado.
10	SL10	<p>Loreto-Maynas-Punchana, CALLE 5 DE DICIEMBRE CON AV. COLONIAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Facultad de Medicina Humana.
11	SL11	<p>Loreto-Maynas-San Juan Bautista ALMENDRA, margen derecha del rio Nanay entrando por la carretera Zungarococha, King Kong, Caserío Nina Rumi, Puerto Almendra:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Facultad de Ciencias Forestales. • Facultad Farmacia y Bioquímica. • Facultad de Agronomía. • Facultad de Ciencias Biológicas. • Facultad de Industrias Alimentarias.
12	SL12	<p>Loreto-Maynas-Iquitos, Pueblo Joven Stadium CALLE MOORE N° 280 Mz A Lote 36 - etapa Stadium, frente al Mercado Central:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática.
13	SL13	<p>Loreto-Maynas-Iquitos Calles Samanez Ocampo y Julio C. Arana De acuerdo al ordenamiento territorial de la ciudad, actualmente se denomina CALLE SAMANEZ OCAMPO N° 193.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Facultad de Agronomía.
14	SL14	<p>Loreto-Maynas-Iquitos Calle Nanay Lte. 39 y Lte. 40 de la Mz "0" del Pueblo Joven Seraffín Filomeno De acuerdo al ordenamiento territorial de la ciudad, actualmente se denomina CALLE ALFEREZ WEST N° 363, al costado de la Agencia del</p>



		Banco de la Nación. • Oficina General de Bienestar Universitario-OGEBU.
15	SL15	Loreto-Maynas-Iquitos Calle Távara West N° 378, entre las calles Condamine y Fiztcarrald. • Dirección de Registro y Asuntos Académicos - DIGRAA.
16	SL16	Loreto-Maynas-Iquitos Calle Alférez West N° 352 cruce con calle Pevas y Loreto. • Facultad de Ciencias Económicas y Negocios
17	F01L01	Loreto-Alto Amazonas-Yurimaguas CENTRO GANADERO YURIMAGUAS Zona A y Zona B/ Caserío 30 de agosto - Carretera Yurimaguas -Tarapoto Km.17: • Facultad de Zootecnia.
18	F01L02	Loreto-Alto Amazonas-Yurimaguas. Calle Francisco Bardales Mz. B - 33 lote 9 PP.JJ. Yurimaguas II, colinda con la calle 7 de junio. • Facultad de Zootecnia.
19	F02L01	Loreto-Requena-Requena Calle 2 S/N°-Lote 1 de la Mz. 48 de la II Etapa - Zona A Requena. • Facultad de Ciencias Económicas y Negocios.
20	F03L01	Loreto-Ucayali-Contamana CALLE JULIAN ÁLVAREZ S/N: • Facultad de Ciencias Económicas y de Negocios.
21	F04L01	Loreto-DATEM DEL MARAÑÓN-Barranca, CALLE CALIFORNIA S/N- CIUDAD SAN LORENZO, cruce con la calle Oleoducto. • Facultad de Ciencias Biológicas.
22	F04L02	Loreto-DATEM DEL MARAÑÓN-Barranca, Predio rústico DEN U.C. N° 39194, frente al Cementerio General del Distrito.
23	F05L01	CABALLOCOCHA Ca. Sucre MZ25 Lt 1A , Frente al Cementerio General del Distrito.
24	F06L01	NAUTA Instituto Tecnológico Joaquín Reátegui Medina Calle Manuel Pacaya Con Cruz del Calvario - Distrito de Nauta , Loreto

VIII. CARACTERIZACION DEL PLAN

- **Identificación de necesidades**

- Capacitación de personal
 - Mantenimiento preventivo de tanques y cisternas
 - Uso adecuado de insumos químicos para el tratamiento de aguas
 - Mantenimiento de Filtros de gravilla y carbón activado para suministros de agua
- Revestimiento interno con mayólicas de tanques y cisternas
- Cambio urgente del sistema de tubería de suministro de agua en locales identificados con alto riesgo
- Instalación de Dosificador de cloro en los pozos y cisternas
- Instalación de Filtros de Gravilla y Carbón activado en todos los pozos y cisternas
- Evaluación frecuente y sostenida de componentes físicos, químicos y microbiológicos de las aguas de los pozos artesianos y cisternas

- **Priorización de necesidades**

Medidas preventivas: Dentro de las estrategias de medidas preventivas prioritarias en los tanques y cisternas es establecer un programa de mantenimiento y limpieza y la instalación de dosificadores de cloro y la instalación de filtros de gravilla y carbón activado con las capacidades adecuadas.

Programa de capacitación: Los diferentes eventos de capacitación conducentes a mejorar las capacidades del personal que serán los encargados de aplicar los servicios en los programas de mantenimiento y preventivos a los pozos artesianos y cisternas debe realizarse durante el primer bimestre del presente año y estará a cargo de la Oficina General de Mantenimiento y Servicios, los protocolos de la frecuencia de los programas de mantenimiento y preventivos estará a cargo de dicha dependencia

- **Programa de control de calidad del agua de los componentes físicos y químicos:** Estará a cargo de la Unidad Especializada de Control de Calidad del CIRNA., los protocolos de la frecuencia y de los componentes de las evaluaciones estará dentro del marco de la normativa correspondiente a nuestro país (Reglamento de la calidad del agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA, Estándares de calidad ambiental (ECA) para agua DS N° 004-2017 MINAM) y estará a cargo de dicha dependencia

Principales indicadores de evaluación de la calidad del agua

Indicadores físicos

a. Sólidos totales

Es el residuo remanente después de evaporar una muestra de agua a 103°C – 105°C. En general, la presencia de estos sólidos produce la turbiedad del agua. Incluye los sólidos sedimentables, los sólidos suspendidos totales, los sólidos disueltos totales y los coloidales.

La diferencia entre uno y otro es el tamaño de partícula, siendo los de mayor tamaño los sólidos sedimentables con un diámetro mayor a 10 µm; y los más pequeños los sólidos disueltos totales (SDT), con un diámetro menor a 0.001 µm. Estos últimos son una medida



de la concentración total de iones en solución, principalmente de sales minerales. (Chavez de Allain, 2012) Según la Organización Mundial de Salud (2008), La palatabilidad del agua con una concentración de SDT menor que 600 mg/l suele considerarse buena, pero a concentraciones mayores de aproximadamente 1000 mg/l la palatabilidad del agua de consumo disminuye significativa y progresivamente. Los consumidores también pueden considerar inaceptable la presencia de concentraciones altas de SDT debido a que genera excesivas incrustaciones en tuberías, calentadores, calderas y electrodomésticos.

b. Turbiedad

Según la Organización Mundial de Salud (2008), La turbiedad se origina por partículas en suspensión o coloidales (arcillas, limo, tierra finamente dividida, etc.), que pueden proceder del agua de origen, como consecuencia de un filtrado inadecuado, o debido a la suspensión de sedimentos en el sistema de distribución. Otra posible causa es debido a la presencia de partículas de materia orgánica en algunas aguas subterráneas o el desprendimiento de biopelículas en el sistema de distribución. Asimismo, la Organización Mundial de Salud (2008) señala que un agua turbia representa la presencia de partículas que pueden proteger durante la desinfección a los microorganismos, e incluso estimular la proliferación de bacterias. Es por ello que, siempre que se someta el agua a un proceso de desinfección, para que éste sea eficaz, la turbiedad del agua debe ser baja.

Por otro lado, la turbiedad en el agua puede ser también un indicador de la existencia de problemas, sobretodo en la coagulación, sedimentación y en la filtración. Por lo que, es un parámetro operativo de control importante de los procesos de tratamiento. A pesar de todos los problemas que pueden significar un agua turbia, no se ha propuesto ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud. Lo único que se indica es que el aspecto del agua con una turbidez de 5 UNT suele ser aceptable para los consumidores. A su vez, la turbidez mediana debe ser menor que 0,1 UNT para que la desinfección sea eficaz.

c. Color

En cuanto al color del agua de consumo, lo ideal es que no tenga ningún color apreciable, pues influye mucho en la percepción de las personas sobre la calidad del agua, actuando así como un indicador de aceptabilidad. Según la Organización Mundial de la Salud (2008) el color del agua se debe principalmente a la presencia de materia orgánica coloreada, presencia de hierro, manganeso y otros metales, bien como impurezas naturales o como resultado de la corrosión. De igual manera, otra posible causa es la contaminación de la fuente de agua con vertidos industriales. En general, se puede deber a diversas causas, es por ello necesario determinar el origen de la coloración y actuar sobre ello.

Por otro lado, existen dos tipos de color: color verdadero y color aparente. El color verdadero depende sólo del agua y la materia suspendida y disuelta. Una vez eliminado el material suspendido, el color remanente se le conoce como color aparente, producto pues de suspensiones no naturales que a su vez generan turbiedad. (Chavez de Allain, 2012) Tal como lo indica la Organización Mundial de la Salud (2008) las personas pueden percibir niveles de color mayores que 15 unidades de color verdadero (UCV) en un vaso de agua. De tal manera que los consumidores suelen considerar aceptable, niveles de color menor que 15 TCU. Sin embargo, se debe considerar que la aceptabilidad puede variar.



d. Olor y sabor

El olor y sabor es de suma importancia pues actúan como indicadores de aceptabilidad, siendo pues posibles motivos de rechazo. Por lo general, las personas relacionan la ausencia de olor con ausencia de contaminantes; incluso generalmente se emiten juicios sobre la calidad del agua por el olor o sabor de la misma, cuando en realidad puede pasar que tenga un buen sabor y olor, sin embargo, es de muy mala calidad. De esta manera, dan solo una primera idea de la calidad del agua. Muchas veces pueden revelar la existencia de algún tipo de contaminación, o el funcionamiento deficiente de algún proceso durante el tratamiento o la distribución de ésta. (Chavez de Allain, 2012), Según la Organización Mundial de la Salud (2008), el sabor y el olor del agua podrían originarse por contaminantes químicos naturales, orgánicos e inorgánicos, por fuentes o procesos biológicos (por ejemplo, microorganismos acuáticos) o por contaminación debida a sustancias químicas sintéticas. Pueden también ser resultado de la corrosión o del tratamiento del agua (por ejemplo, la cloración). De igual manera, se podría haber originado durante el almacenamiento y la distribución debido a la actividad microbiana. Tal como se puede apreciar, el olor y sabor pueden tener diversas causas; es por ello que ante la presencia de estos, lo más recomendable es realizar pruebas para investigar su causa y poder eliminarlos.

e. Temperatura

La temperatura es uno de los parámetros más importantes de la calidad del agua, pues tal como lo indica la Organización Mundial de la Salud (2008) a elevadas temperaturas puede ocurrir la proliferación de microorganismos. Asimismo, puede aumentar los problemas de sabor, olor, color y corrosión.



A su vez, la Dirección General de Salud Ambiental (2010) indica que la temperatura tiene una gran influencia sobre otros parámetros como el pH, el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas. De igual manera, puede influir en el retardo o aceleración de la actividad biológica como sobre otras reacciones químicas. He aquí la gran importancia de este parámetro como indicador de la calidad de agua.

Indicadores químicos

a. pH (Potencial de Hidrógeno)

Según la Organización Mundial de la Salud (2008), aunque el pH no suele afectar directamente a los consumidores, es uno de los parámetros operativos más importantes de la calidad del agua, ya que determinados procesos químicos ocurren tan solo a un determinado pH. Por ejemplo, para que las desinfecciones con cloro sean eficaces es necesario que el pH se encuentre entre un valor de 6.5 y 8. De esta manera, se debe prestar mucha atención al control del pH en todas las fases del tratamiento del agua para garantizar que su clarificación y desinfección sean satisfactorias. Además, el pH de la misma se debe controlar durante su sistema de distribución para evitar la corrosión e incrustaciones en las redes de distribución, ya que el agua con un pH bajo será probablemente corrosiva.

b. Aceites y grasas

Las grasas y aceites son compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, así como los hidrocarburos del petróleo. Algunas de sus principales características son: poca solubilidad en el agua, baja densidad y baja o nula biodegradabilidad.

Es por ello que, si no son controladas debidamente se acumulan en el agua formando natas en la superficie del líquido, alterando así la calidad estética del agua (olor, sabor y apariencia). Debido a que influye directamente en la percepción que tienen las personas sobre la calidad del agua, lo más recomendable es que no haya presencia de aceites ni grasas en la misma. (Chavez de Allain, 2012)

c. Dureza

La dureza del agua hace referencia a la concentración de compuestos minerales de cationes polivalentes (principalmente bivalentes y específicamente los alcalinotérreos) que hay en una determinada cantidad de agua, principalmente Ca^{2+} y Mg^{2+} , expresados como mg/l CaCO_3 , que ingresan al agua en el proceso natural de disolución de las formaciones rocosas presentes en el suelo. (Chavez de Allain, 2012)

La Organización Mundial de la Salud (2008) indica que el valor del umbral gustativo del ion calcio se encuentra entre 100 y 300 mg/l , dependiendo del anión asociado, mientras que el del magnesio es probablemente menor que el del calcio. En algunos casos, los consumidores toleran una dureza del agua mayor que 500 mg/l ; esto se encuentra en función de las condiciones locales. No obstante, no se propone ningún valor de referencia para la dureza del agua de consumo basado en efectos sobre la salud.

Por otro lado, la OMS resalta que es importante determinar este parámetro para determinar la calidad del agua, ya que a elevadas temperaturas y en función de la interacción de otros factores, como el pH y la alcalinidad, puede formar incrustaciones en los equipos mecánicos, instalaciones de tratamiento, el sistema de distribución y las tuberías.

d. Cloruros

La Organización Mundial de la Salud (2008) señala que las altas concentraciones de cloruro confieren un sabor salado al agua y las bebidas. A concentraciones superiores a 250 mg/l es cada vez más probable que los consumidores detecten el sabor del cloruro. En general, para el anión cloruro depende con qué catión esté asociado para determinar su sabor.

No se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el cloruro en el agua de consumo.

e. Sodio

La Organización Mundial de la Salud (2008) indica que a temperatura ambiente, el umbral gustativo promedio del sodio es de 200 mg/l aproximadamente. Sin embargo, es un valor referencial, pues el umbral gustativo el sodio en agua depende del anión asociado y de la temperatura de la solución.



Por otro lado, no se ha calculado ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud.

f. Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica del agua es la capacidad que tienen las sales inorgánicas presentes en el agua para conducir corriente eléctrica. Es por ello, que la conductividad eléctrica es un perfecto indicador de la cantidad de sales disueltas, pues a mayor cantidad de éstas, mayor será la conductividad del agua. (Dirección General de Salud Ambiental, 2010), Por otro lado, las personas solo pueden consumir agua con conductividad eléctrica de máximo 1 500 mho/cm.

g. Sulfatos

Según la Organización Mundial de Salud (2008) la presencia de sulfato en el agua de consumo puede generar un sabor apreciable y en niveles muy altos un efecto laxante en consumidores no habituados. Por lo general, se considera que el deterioro del sabor es mínimo cuando la concentración es menor que 250 mg/litro. Sin embargo, varía en función de la naturaleza del catión asociado.

Programa de control de calidad del agua de los componentes microbiológicos:

Estará a cargo de la Unidad Especializada de Microbiología del CIRNA., los protocolos de la frecuencia y de los componentes de las evaluaciones estará dentro del marco de la normativa correspondiente a nuestro país (Reglamento de la calidad del agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA, Estandares de calidad ambiental (ECA) para agua DS N° 004-2017 MINAM) y estará a cargo de dicha dependencia.



Indicadores microbiológicos

Según la Organización Mundial de la Salud (2008), Los riesgos para la salud relacionados con el agua de consumo más comunes y extendidos son las enfermedades infecciosas ocasionadas por agentes patógenos como bacterias, virus y parásitos (por ejemplo, protozoos y helmintos). La carga para la salud pública es función de la gravedad de la enfermedad o enfermedades relacionadas con los agentes patógenos, de su infectividad y de la población expuesta.

El agua es considerada uno de los vehículos más comunes de transmisión de enfermedades. Sin embargo, esto dependerá de ciertos factores como: los hábitos de la población, el uso de aguas residuales, la calidad del agua potable, la cantidad de pobladores, cantidad de animales, la variabilidad de la inmunidad de las personas, etc. Para evitar el surgimiento de epidemias o enfermedades, es imprescindible mejorar la calidad del agua y su distribución, así como los sistemas de eliminación de excrementos y la higiene en general. (Organización Mundial de la Salud, 2008. A continuación se describen algunas bacterias, virus y parásitos patógenos, cuyo principal medio de transmisión es el agua.

a. Bacterias

Para la Organización Mundial de la Salud (2008), la mayoría de bacterias patógenas pueden ser transmitidas por el agua, causando graves enfermedades o lesiones al aparato respiratorio e incluso al cerebro. Por ello, es de vital importancia asegurar la calidad del agua de consumo. Para esto, se toman en cuenta una serie de indicadores microbiológicos, cuya interpretación debe ser muy cuidadosa y según las circunstancias de lugar y tiempo en que se tomen las muestras, ya que la calidad del agua puede variar con gran rapidez y todos los sistemas pueden presentar fallos ocasionales. Por ejemplo, la lluvia puede hacer aumentar en gran medida la contaminación microbiana en el agua de origen, haciendo frecuentes los brotes de enfermedades transmitidas por la misma.

Coliformes Termotolerantes

Para la Organización Mundial de la Salud (2008), los coliformes termotolerantes representan un grupo de bacterias indicadoras de contaminación fecal. Generalmente la bacteria que predomina en la mayoría de las aguas, es *Escherichia*; incluso ésta está presente en concentraciones muy grandes en las heces humanas y animales, y raramente se encuentra en ausencia de contaminación fecal. Sin embargo, no se debe dejar de mencionar que también las bacterias *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Enterobacter* son termotolerantes.

Escherichia coli

Según la Organización Mundial de la Salud (2008), esta bacteria está presente en grandes cantidades en la microflora intestinal de las personas y animales donde suele ser inocua. Es por ello, que es el índice de contaminación fecal más adecuado. Por otro lado, se debe considerar que estos microorganismos también se utilizan como indicadores de desinfección, pero los análisis son mucho más lentos y menos fiables. Asimismo, *E. coli* es mucho más sensible a la desinfección que los protozoos y virus entéricos. Esta bacteria al estar presente en otras partes del cuerpo puede causar enfermedades graves, como infecciones de las vías urinarias y diarreas agudas. La infección se asocia al consumo de agua contaminada, contacto con animales y transmisión de persona a persona.

Para evitar su brote se recomienda la protección de las fuentes de agua de los residuos humanos y animales, tratamiento adecuado y protección del agua durante su distribución. Los análisis de coliformes termotolerantes son un índice que determina la presencia o no de esta bacteria.

Recuento heterotrófico

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (2008), el RHP detecta un amplio espectro de microorganismos heterótrofos, incluidas bacterias y hongos. Incluye microorganismos sensibles a los procesos de desinfección, como las bacterias coliformes; microorganismos resistentes a la desinfección, como los esporulantes, y microorganismos que proliferan con rapidez en el agua tratada en ausencia de concentraciones residuales de desinfectantes.

Por más que este análisis tenga un poco valor como índice de la presencia de microorganismos patógenos, es de suma importancia para el monitoreo operativo con respecto a la desinfección del agua, de tal manera que se mantenga el valor de dicho recuento lo más bajo posible. Asimismo, se puede usar para evaluar la limpieza e integridad de los sistemas de distribución, así como la presencia de biopelículas.



Legionella

En el caso de la Legionella, la Organización Mundial de la Salud (2008), señala que son bacterias heterotróficas que se encuentran en una gran variedad de medios acuáticos y pueden proliferar a temperaturas superiores a 25°C. Por lo que se recomienda mantener el agua fuera del rango de 25°C-50°C.

Es el principal microorganismo patógeno transmitido por el agua que ocasiona la legionelosis neumónica y la fiebre de Pontiac. Por otro lado, la vía de infección más frecuente es la inhalación de aerosoles que contienen las bacterias. Estos aerosoles pueden generarse en diversos aparatos contaminados como torres de refrigeración y redes de distribución de agua caliente. Estos microorganismos son sensibles a la desinfección, con lo cual se debe desarrollar estrategias eficientes de desinfección.

Salmonella

Para el caso de la Salmonella, la Organización Mundial de la Salud (2008) indica que es familia de los Enterobacteriaceae. Estos producen diarreas, fiebres altas y en algunos casos fiebre tifoidea. Se pueden transmitir vía fecal-oral, por consumo de alimentos o agua contaminada.

Por otro lado, el análisis de coliformes termotolerantes es un índice de la presencia o no de esta bacteria.

Shigella

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (2008), la Shigella es familia de los Enterobacteriaceae. Estas producen diarreas, fiebres altas y fiebre tifoidea. Se transmiten por vía fecaloral, contacto entre personas, por consumo de alimentos o agua contaminada, siendo las moscas un vector de transmisión importante.

Por otro lado, el análisis de coliformes termotolerantes es un índice de la presencia o no de esta bacteria.

Vibrio cholerae

Es la única especie patógena relevante en medios dulceacuícolas. Los efectos sobre la salud son las temidas epidemias de cólera, en los que una fracción de los enfermos padece diarrea acuosa grave y fulminante. Se transmite por vía fecal-oral y la infección se contrae por la ingesta de alimentos o agua con contaminación fecal.

Esta bacteria es muy sensible a tratamientos de desinfección, con lo cual se recomienda un tratamiento adecuado del agua y proteger su distribución.

Por otro lado, el análisis de coliformes termotolerantes no es un índice fiable de la presencia o no de esta bacteria. (Organización Mundial de la Salud, 2008)

b. Virus



La Organización Mundial de la Salud (2008), señala que: La mayoría de los virus asociados con la transmisión por el agua son los que pueden infectar el aparato digestivo y son excretados en las heces de las personas infectadas (virus entéricos). Los virus entéricos habitualmente ocasionan enfermedades agudas con un periodo de incubación corto. El agua puede también contribuir a la transmisión de otros virus con modos de acción diferentes. Hay muy diversos tipos de virus que pueden ocasionar muy diversas infecciones y síntomas, con diferentes vías de transmisión, lugares de infección y vías de excreción. Pueden darse diversas combinaciones de vías y lugares de infección, y no siempre siguen pautas previstas.

Enterovirus

Según la Organización Mundial de la Salud (2008), los Enterovirus comprenden 69 especies y representan los virus más pequeños conocidos. El espectro de enfermedad causado es amplio y varía desde una afección febril leve hasta una insuficiencia multiorgánica neonatal.

Las vías de transmisión contaminantes son el contacto entre personas y la inhalación de virus transportados, aunque la transmisión por el agua de consumo podría ser importante, aún no se ha confirmado. Sin embargo, se ha comprobado la presencia de enterovirus en fuentes de agua tratada; incluso se ha detectado enterovirus en aguas de consumo que cumplían las especificaciones aceptadas de tratamiento, desinfección y presencia de microorganismos indicadores convencionales.

En cuanto a su detección, se realiza mediante técnicas convencionales de aislamiento en cultivo celular, encontrándose mayormente en aguas residuales, recursos hídricos y agua de consumo tratada. Por otro lado, en lo que respecta a su aislamiento, se puede realizar con facilidad por su efecto citopatógeno en cultivos celulares.

Por último, es importante considerar que el análisis de coliformes termotolerantes no es un índice fiable de la presencia o no de este virus, pues son más resistentes a la desinfección.

c. Protozoos

Según la Organización Mundial de la Salud (2008), Los protozoos y helmintos están entre las causas más comunes de infecciones y enfermedades que afectan al ser humano y otros animales. El agua desempeña una función importante en la transmisión de algunos de estos agentes patógenos. El control de la transmisión por el agua plantea retos importantes, porque la mayoría de los agentes patógenos produce quistes, coquistes o huevos que son extremadamente resistentes a los procesos utilizados generalmente para la desinfección del agua, y en algunos casos puede ser difícil eliminarlos mediante procesos de filtración.

Cyclospora cayetanensis

Según la Organización Mundial de la Salud (2008), la cyclospora produce coquistes de pared gruesa de 8 a 10 mm de diámetro que se excretan en las heces de las personas infectadas. Se considera un agente patógeno emergente transmitido por el agua. Cuando se ingieren generan diarrea, cólicos, pérdida de peso, vómitos, fiebre, etc. Son resistentes a la desinfección y no se inactivan mediante tratamientos de cloración aplicados generalmente



en la producción de agua de consumo.

La información disponible sobre la prevalencia de Cyclospora en medios acuáticos es limitada. No obstante, como medidas de control se puede aplicar la prevención de la contaminación del agua de alimentación por residuos humanos, brindar un tratamiento adecuado y proteger el agua durante su distribución. Debido a la excepcional resistencia a los desinfectantes, no se puede confiar en el análisis de E.coli como índice de presencia o ausencia de este virus.

Giardia intestinalis

Para la Organización Mundial de la Salud (2008), este parásito se adhiere a las superficies del aparato digestivo, causan diarreas e hipoabsorción intestinal. La vía de transmisión es por contacto, sobre todo entre niños, y por consumo de alimentos y agua contaminada. En cuanto a su detección, las técnicas convencionales de análisis disponibles en la actualidad proporcionan una medida indirecta de la presencia de estos microorganismos, pero no de su infectividad para el ser humano. Por otro lado, son resistentes a la desinfección por cloro, necesitándose entre 20 a 30 minutos para inactivar el 90% de los microorganismos en agua con una concentración residual de cloro libre de 1 mg/l. Como medidas de control se puede aplicar la prevención de la contaminación del agua de alimentación por residuos humanos, brindar un tratamiento adecuado y proteger el agua durante su distribución. Debido a la resistencia a los desinfectantes, no se puede confiar en el análisis de E.coli como índice de presencia o ausencia de este virus.

d. Helmintos patógenos

Según la Organización Mundial de la Salud (2008), los helmintos hacen referencia a todos los parásitos. Estos infectan a numerosas personas y animales en todo el mundo.

El agua de consumo no es una vía de transmisión significativa de la mayoría de los helmintos, pero hay dos excepciones: *Dracunculus medinensis* (dracunculo) y *Fasciola* spp. (*F. hepatica* y *F. gigantica*) (trematodos hepáticos). Ambos nematodos necesitan hospedadores intermedios para completar sus ciclos biológicos, pero se transmiten por el agua de consumo mediante mecanismos diferentes. Otras helmintiasis pueden transmitirse por contacto con el agua (esquistosomiasis) o están asociadas al uso agrícola de aguas residuales sin tratar (ascariasis, agrícola de aguas residuales sin tratar, pero no suelen transmitirse por el agua de consumo).

Dracunculus medinensis

La Organización Mundial de la Salud (2008), establece que éste es el único parásito con tránsito significativo por el agua de consumo. Los gusanos de *D. medinensis* se alojan en los tejidos cutáneos y subcutáneos de los individuos infectados. Las hembras alcanzan una longitud de hasta 700 mm y los machos 25 mm. Cuando la hembra está lista para expulsar las larvas, su extremo anterior emerge de una ampolla o úlcera, que generalmente se encuentra en el pie o parte inferior de la pierna, y libera numerosas larvas rabaditiformes cuando la parte del cuerpo afectada se sumerge en agua.



Una medida de prevención es la construcción de pozos sondeo y pozos seguros. Los pozos y manantiales deben rodearse con brocales de cemento e impedirse el baño y el lavado en sus aguas. Otras medidas de control son la filtración del agua contaminada con larvas infecciosas de *Dracunculus* mediante un paño de malla fina para retirar los copépodos del género *Cyclops*, o su destrucción mediante el tratamiento del agua de consumo con cloro.

Fasciola spp

La Organización Mundial de la Salud (2008), señala que estos parásitos se alojan en los conductos biliares grandes y en la vesícula biliar. La enfermedad que ésta genera se caracteriza por síntomas como dispepsia, náuseas y vómitos, dolor abdominal y fiebre alta (hasta 40 °C). En niños, la infección aguda puede ocasionar síntomas graves y, en ocasiones, causar la muerte.

Se puede contraer fascioliasis cuando ingieren plantas acuáticas crudas (y, en algunos casos, plantas terrestres, como lechuga, regadas con agua contaminada), beber agua contaminada y emplear utensilios lavados con agua contaminada.

Existen pruebas indirectas que sustentan la importancia del agua como vía de transmisión de la fascioliasis, ya que se han establecido asociaciones positivas significativas entre la infección por trematodos hepáticos y la infección por otros protozoos y helmintos transmitidos por el agua en países andinos y en Egipto.

Por otro lado, es probable que las metacercarias sean resistentes a la desinfección con cloro, pero probablemente puedan eliminarse mediante diversos procesos de filtración. Por ejemplo, en Tiba (Egipto) la prevalencia en personas disminuyó drásticamente después de que se suministrara agua filtrada a lavaderos con un diseño especial.



COSTO TOTAL DEL PLAN EN NUEVOS SOLES

Actividad / Componente	Presupuesto (S/.)
Eventos de Capacitación	10,000
Refacción y mantenimiento de suministros de pozos y cisternas	20,000
Adquisición e instalación de Filtros de gravilla y carbon activado	5,000
Materiales de Laboratorio (Reactivos químicos, medios de cultivo, etc.)	20,000
Materiales de vidrios y envases herméticos para toma de muestras	10,000
Adquisición de equipos pequeños para evaluaciones físicos y químicos	35,000
TOTAL (S/.)	100,000