

**upna**

Universidad  
Pública de Navarra

Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

---

**PROGRAMA DE VIGILANCIA DE  
INFECCIONES GASTROINTESTINALES  
TRASMITIDAS POR EL AGUA DE  
CONSUMO EN SANTA CRUZ BOLIVIA.**

Memoria presentada por

**Jusdin Ruiz Umaña**

para optar al Título de Máster en Salud Pública

de la Universidad Pública de Navarra

Director:

**Dr. Nicolás Martínez Velilla**



Pamplona

2022

El **Dr. Nicolás Martínez Velilla**, Investigador Responsable de la Unidad de Investigación en Geriátría Navarrabiomed - Centro de Investigación Biomédica.

INFORMA:

Que la presente memoria de Trabajo Final de Máster “**PROGRAMA DE VIGILANCIA DE INFECCIONES GASTROINTESTINALES TRASMITIDAS POR EL AGUA DE CONSUMO EN SANTA CRUZ BOLIVIA.**” elaborada por **JUSDIN RUIZ UMAÑA** ha sido realizada bajo su dirección y que cumple con las condiciones exigidas por la legislación vigente para ser presentada.

Y para que así conste, firma la presente en Pamplona, a 10 de junio del 2022.

Fdo. Nicolás Martínez Velilla

Dedicado a mis padres, hermanas y sobrinas,  
por todo el apoyo, la motivación, la guía y las enseñanzas.

Y en especial a mis compañeros de vida:

Mi esposo Gerardo y Leito 

## Índice

Índice.....	i
Tabla de Figuras.....	iv
Tabla de Cuadros.....	v
Tabla de Anexos.....	vi
Abreviaturas.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Agua de Consumo Humano o Agua Potable.....	1
1.1.1. Definición.....	1
1.1.2. Fuentes de agua.....	1
1.2. Marco para la seguridad del Agua de Consumo Humano – OMS.....	3
1.2.1. Metas para la protección de salud.....	4
1.2.2. Plan de Seguridad del Agua.....	5
1.2.2.1. Evaluación y diseño del sistema.....	5
1.2.2.2. Monitoreo operacional.....	6
1.2.2.3. Planes de gestión, documentación y comunicación.....	6
1.2.3. Vigilancia.....	7
1.3. Verificación de la calidad del agua de consumo humano.....	7
1.3.1. Calidad química del agua.....	8
1.3.2. Calidad microbiológica del agua.....	9
1.4. Problemas microbiológicos relacionados el agua de consumo humano.....	10
1.4.1 Infecciones transmitidas por el agua.....	10
1.5. Bolivia – Contexto Nacional.....	16
1.5.1. Política Nacional de la Calidad del Agua de Consumo.....	18
1.5.2. Normativa nacional.....	20
1.5.3 Hidrografía de Bolivia – Fuentes Naturales de Agua.....	21
1.5.3.1 Disponibilidad de agua potable en Bolivia.....	23
1.6. Santa Cruz – Contexto Departamental.....	25
1.6.1 Pueblos originarios de Santa Cruz.....	27
1.6.2 Hidrografía de Santa Cruz.....	30
1.6.3 Accesibilidad del agua en Santa Cruz.....	31
1.7. Enfermedades Diarreicas Agudas en Bolivia.....	32
II. OBJETIVOS.....	36
2.1. Objetivo general.....	36

2.2. Objetivos específicos.....	36
III. DESARROLLO DEL PROGRAMA DE SALUD .....	37
3.1. Población de referencia y selección de la población de intervención .....	37
3.1.1 Población de Santa Cruz .....	37
3.1.2 Entidades Prestadoras de Servicios de Agua Potable "EPSA´s" de Santa Cruz .....	39
3.2. Relación de las actividades propuestas para alcanzar cada objetivo.....	42
3.2.1. Equipo multidisciplinario de Vigilancia Sanitaria – Fase I.....	42
3.2.1.1 Departamento de Garantía y Calidad .....	43
3.2.1.2 Departamento de Evaluación Externa .....	43
3.2.1.3 Departamento de Auditoría Sanitaria.....	43
3.2.2. Sistema de monitoreo de la calidad microbiológica del Agua – Fase II .....	44
3.2.2.1 Laboratorio de Diagnóstico Molecular.....	44
3.2.2.2 Sistema de monitoreo de la calidad del agua .....	46
3.2.3. Sistema de vigilancia y garantía de la calidad del agua – Fase III .....	49
3.2.3.1 Capacitaciones y actualización.....	50
3.2.3.2 Reuniones intersectoriales.....	50
3.2.3.3 Seguimiento de medidas correctivas .....	50
IV. CRONOGRAMA.....	51
V. INFORMACIÓN Y DIVULGACIÓN.....	53
5.1 Información .....	53
5.1.1 EPSA´s .....	53
5.1.2 Población de Santa Cruz .....	53
5.2 Socialización .....	53
5.2.1 EPSA´s .....	53
VI. NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN IMPLICADA.....	54
6.1 Normativa técnica .....	55
6.1.1 NB 512 "Agua Potable - Requisitos" y Reglamento Nacional para el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.....	55
6.1.2 NB 495 "Agua Potable – Definiciones y Terminología" .....	55
6.1.3 NB 496: "Agua Potable -Toma de Muestras" .....	55
VII. RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES .....	56
7.1 Equipo profesional del Programa .....	56
7.2. Recursos e infraestructuras.....	58
7.2.1 SEDES - Santa Cruz.....	58
7.2.2 Centro de Educación Ambiental "CEA" .....	58

7.2.3 Laboratorio de Investigación en Microbiología Ambiental y Biotecnología “LIMAB” .....	58
7.3 Presupuesto .....	59
VIII. EVALUACIÓN DEL PROGRAMA .....	61
8.1 Evaluación de la estructura y proceso .....	61
8.2 Evaluación de los resultados. ....	64
8.3 Evaluación de riesgos.....	66
IX. BIBLIOGRAFÍA .....	68
Anexos.....	1
Resumen.....	13

## Tabla de Figuras

<b>Figura 1.</b> % Población que utiliza servicios de agua potable gestionados de forma segura -2020. .....	2
<b>Figura 2.</b> Diagrama de la OMS orientado a garantizar la seguridad del agua.....	4
<b>Figura 3.</b> Parámetros clave en la vigilancia de la calidad de agua. ....	8
<b>Figura 4.</b> Descripción de parámetros Físicoquímicos. ....	9
<b>Figura 5.</b> Descripción de parámetros Microbiológicos: bacteriológicos.....	9
<b>Figura 6.</b> Tasa de mortalidad por diarrea para todas las edades/100 000 habitantes.....	13
<b>Figura 7.</b> Mapa Político de Bolivia. ....	16
<b>Figura 8.</b> Estructura de la población de Bolivia, por sexo y edad, proyecciones 2021. ....	17
<b>Figura 9.</b> Cuencas hidrográficas de Bolivia. ....	22
<b>Figura 10.</b> % Población abastecida, según el tipo de fuente de agua, 2016. ....	23
<b>Figura 11.</b> % Población abastecida, según Departamento y el tipo de fuente de agua, 2016. ...	24
<b>Figura 12.</b> Cobertura de fuentes mejoradas de agua por municipio, 2012.....	24
<b>Figura 13.</b> Porcentaje de municipios de acuerdo a los rangos de cobertura,2012.....	25
<b>Figura 14.</b> Ubicación geográfica del Departamento de Santa Cruz, Bolivia.....	25
<b>Figura 15.</b> Población de Santa Cruz, de acuerdo a la provincia, proyecciones 2021.....	26
<b>Figura 16.</b> Estructura de la población de Santa Cruz, por sexo y edad, proyecciones 2021.....	26
<b>Figura 17.</b> Distribución geográfica de pueblos originarios de Santa Cruz.....	27
<b>Figura 18.</b> Unidades hidrográficas - Santa Cruz, Metodología Pfafstetter. ....	30
<b>Figura 19.</b> % Población de Santa Cruz abastecida, según el tipo de fuente de agua, 2016.....	31
<b>Figura 20.</b> Cobertura de fuentes mejoradas de agua en Santa Cruz, por municipio, 2012.....	31
<b>Figura 21.</b> Tasas de incidencia en Bolivia y sus departamentos / 100000 habitantes. ....	33
<b>Figura 22.</b> Tasa de mortalidad según organismo / 100000 habitantes, en Bolivia, 2015. ....	33
<b>Figura 23.</b> Categorización de EPSA según Población. ....	39
<b>Figura 24.</b> Estructura general del Equipo multidisciplinario de Vigilancia Sanitaria. ....	42
<b>Figura 25.</b> Ubicación referencial de puntos de muestreo dentro de la organización de la EPSA .....	46
<b>Figura 26.</b> Actores relacionados en la vigilancia y garantía de la calidad del agua. ....	49
<b>Figura 27.</b> Calendario de actividades: Fase I y II (2023). ....	51
<b>Figura 28.</b> Organigrama del equipo técnico del programa de vigilancia sanitaria.....	56

## Tabla de Cuadros

<b>Cuadro 1.</b> Bacterias transmitidas por el agua, causante de infecciones en el hombre. ....	11
<b>Cuadro 2.</b> Parásitos transmitidos por el agua, causante de enfermedades en el hombre. ....	12
<b>Cuadro 3.</b> Virus transmitidos por el agua, causante de infecciones en el hombre. ....	12
<b>Cuadro 4.</b> Agentes patógenos transmitidos a través del agua potable según la OMS.....	14
<b>Cuadro 5.</b> Lista de microorganismos patógenos, más comunes, causante de EDA.....	15
<b>Cuadro 6.</b> Población nacional de Bolivia por Departamento y año. ....	17
<b>Cuadro 7.</b> Marco institucional y sus competencias en el PNCAC.....	19
<b>Cuadro 8.</b> Normativas nacionales y su jerarquía.....	21
<b>Cuadro 9.</b> Características del Pueblo Ayoreo en Santa Cruz, Bolivia – 2012. ....	28
<b>Cuadro 10.</b> Características del Pueblo Guarayo en Santa Cruz, Bolivia – 2012.....	28
<b>Cuadro 11.</b> Características del Pueblo Mojeño en Santa Cruz, Bolivia – 2012.....	28
<b>Cuadro 12.</b> Características del Pueblo Guaraní en Santa Cruz, Bolivia - 2012.....	29
<b>Cuadro 13.</b> Características del Pueblo Chiquitano en Santa Cruz, Bolivia - 2012.....	29
<b>Cuadro 14.</b> Características del Pueblo Yuracaré en Santa Cruz, Bolivia - 2012.....	29
<b>Cuadro 15.</b> Número de casos de EDA registrados por departamento, según año.....	32
<b>Cuadro 16.</b> Proyecciones Poblacionales de Santa Cruz 2020-2022.....	37
<b>Cuadro 17.</b> EPSA en el Departamento de Santa Cruz. ....	40
<b>Cuadro 18.</b> Numero de muestreo recomendado para control mínimo, según población.....	46
<b>Cuadro 19.</b> Numero de muestreos para cada EPSA, según el punto de control.....	47
<b>Cuadro 20.</b> Requisitos de controles mínimos y complementario "microbiológicos". ....	48
<b>Cuadro 21.</b> Diagrama de Gantt del proyecto.....	52
<b>Cuadro 22.</b> Cargos operativos, perfiles profesionales y funciones del personal.....	56
<b>Cuadro 23.</b> Presupuesto general del proyecto. ....	59
<b>Cuadro 24.</b> Evaluación de la estructura y proceso del programa. ....	61
<b>Cuadro 25.</b> Evaluación de riesgos y acciones preventivas.....	66

## Tabla de Anexos

<b>Anexo 1.</b> Concentración Poblacional en Bolivia, 2020. ....	1
<b>Anexo 2.</b> Grado de amenazas naturales en Bolivia.....	1
<b>Anexo 3.</b> Unidades hidrográficas de Bolivia (Nivel 1 al 5), Metodología Pfafstetter. ....	2
<b>Anexo 4.</b> Amenaza de inundaciones por municipio en Bolivia. ....	2
<b>Anexo 5.</b> Amenaza de sequías por municipio en Bolivia. ....	3
<b>Anexo 6.</b> EPSA en Bolivia, según categoría.....	3
<b>Anexo 7.</b> Frecuencia mínima de muestreo al año y parámetros control .....	4
<b>Anexo 8.</b> Parámetros de control básico, NB-512.....	4
<b>Anexo 9.</b> Parámetros de control complementario, NB-512. ....	5
<b>Anexo 10.</b> Parámetros de control especial, NB-512. ....	5
<b>Anexo 11.</b> Protocolo para la toma de muestra .....	6
<b>Anexo 12.</b> Protocolo para la toma de muestra .....	8
<b>Anexo 13.</b> Memorándum del programa, para los directores de las EPSA .....	9
<b>Anexo 14.</b> Infografía del Programa, para la población de Santa Cruz.....	10
<b>Anexo 15.</b> Instalaciones del Centro de Educación Ambiental en Santa Cruz.....	11
<b>Anexo 16.</b> Ubicación del LIMAB, en los predios norte de la FCA-UAGRM.....	11
<b>Anexo 17.</b> Plano general del LIMAB e instalaciones requeridas para el diagnóstico molecular	12
<b>Anexo 18.</b> Método de evaluación de riesgo .....	12
<b>Anexo 19.</b> Acción y temporización según el tipo de riesgo.....	12

## Abreviaturas

**AAPS:** Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico

**ATCC:** American Type Culture Collection

**AVAD:** Años de Vida Ajustados por Discapacidad

**CENETROP:** Centro Nacional de Enfermedades Tropicales

**CPE:** Constitución Política del Estado

**DIVISA:** Dirección de Vigilancia Sanitaria del Agua

**EDA:** Enfermedades Diarreicas Aguda

**EPSA:** Entidades Prestadoras de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario

**ETA:** Enfermedad Transmitida por los Alimentos

**GAD:** Gobierno Autónomo Departamental

**GAM:** Gobierno Autónomo Municipal

**GBD:** Estudio de la Carga Global de las Enfermedades

**GIOCA:** Gobiernos Indígena Originarios Campesinos Autónomos

**IBNORCA:** Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

**INE:** Instituto Nacional de Estadística

**INLASA:** Instituto Nacional de Laboratorios de Salud

**LIMAB:** Laboratorio de investigación en Microbiología Ambiental y Biotecnología

**MMAyA:** Ministerio De Medio Ambiente y Agua

**MPD:** Ministerio de Planificación y Desarrollo

**MSyD:** Ministerio de Salud y Deporte

**NB:** Norma Boliviana

**NMP:** Numero Más Probable

**OMS:** Organización Mundial de la salud

**OPS:** Organización Panamericana de la Salud

**PCR:** Reacción en Cadena de la Polimerasa

**PECC:** Programa de Evaluación Externa de Calidad

**PNT:** Procedimiento normalizado de trabajo

**PSA:** Plan de Seguridad del Agua

**SEDES:** Servicio Departamental de Salud

**SENASBA:** Servicio Nacional para la Sostenibilidad de Servicios en Saneamiento Básico

**UAGRM:** Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno

**UCV:** Unidad de color verdadero

**UFC:** Unidad Formadora de Colonias

**UNICEF:** Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia

**UNT:** Unidades Nefelométricas de Turbiedad

**VAPSB:** Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico

**WASH:** Marco para el Agua, el Saneamiento y la Higiene.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Agua de Consumo Humano o Agua Potable

#### 1.1.1. Definición

Se considera segura, es decir que no ocasiona, ni supone un ningún riesgo significativo para la salud humana, cuando esta es consumida o utilizadas por el hombre en sus distintas actividades diarias (1). Teniendo en cuenta las diferentes situaciones o etapas en las que se desarrolla la vida, se puede definir, como agua de consumo a:

- Aquella que, por sus características organolépticas, físico-químicas, radiológicas y microbiológicas, se considera apta para el consumo humano (2)
- Todas las aguas, que, en su estado original, o después de un tratamiento, se utilizan para beber, cocinar, en la preparación alimentos, en la higiene personal, así como en otros usos domésticos (3).
- La suministrada mediante una actividad comercial o pública, independientemente de su volumen, el origen y el tipo de distribución con la que llegan al consumidor.
- El agua utilizada en la industria alimentaria, en los procesos fabricación, tratamiento, conservación o comercialización de productos o sustancias destinadas al consumo humano. Así como la que es utilizada en la limpieza de las superficies, objetos y materiales que puedan estar en contacto con los alimentos (4).

#### 1.1.2. Fuentes de agua

En la naturaleza existen distintos tipos de fuentes de agua, sin embargo el agua subterránea, presenta una mejor calidad, en comparación con el agua superficial o el agua de lluvia. Pese a ello, la calidad de esta agua, podrá verse influida por el tipo de extracción por la que se obtiene, el lugar donde se encuentre, las condiciones geológicas o su cercanía con fuentes de contaminación (5).

De acuerdo al programa de Monitoreo del Abastecimiento del Agua, el Saneamiento y la Higiene de la OMS/UNICEF (2019), *“Una fuente de agua mejorada es aquella que, por la naturaleza de su diseño y construcción, protege adecuadamente la fuente de la contaminación exterior y presenta el potencial de proporcionar agua para consumo humano”* (6).

En este sentido las fuentes de agua, destinada al consumo humano, según su disposición natural, su forma de extracción y su disponibilidad, se puede clasificar en:

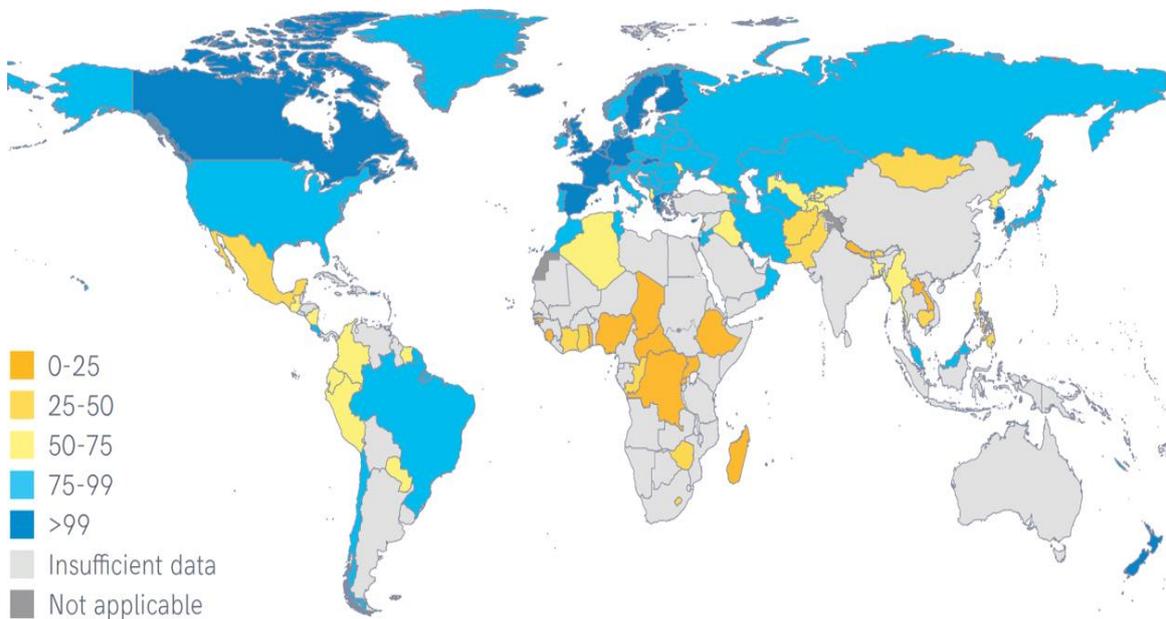
**a) Fuentes de agua no mejorada:**

- ❖ Aguas superficiales (captación del agua de mar, captación de ríos y arroyos y captación de agua de lagos y embalses).
- ❖ Agua subterránea (pozos excavados sin protección).

**b) Fuentes de agua mejorada:**

- ❖ Aguas subterráneas (captaciones de manantiales, pozos perforados, pozos excavados y protegidos).
- ❖ Agua de lluvia (Captación de agua de lluvia).

De acuerdo al informe de "Programa conjunto de vigilancia del abastecimiento de agua, el saneamiento y la higiene de la OMS/UNICEF" para el 2020, de los 234 países, zonas y territorios miembros de las Naciones Unidas, solo 138 contaban con estimaciones de los servicios de fuente de agua mejorada (**Fig. 1**), lo que representa el 45% de la población mundial (7).



**Figura 1.** % Población que utiliza servicios de agua potable gestionados de forma segura -2020.  
**Fuente:** OMS & UNICEF 2021 (7).

En este sentido, más de 2.000 millones de personas carecían de servicios gestionados de forma segura, donde se incluyen a 1.200 millones de personas con servicios básicos, 282

millones con servicios limitados, 367 millones que utilizaban fuentes no mejoradas y 122 millones que bebían agua superficial.

Este informe también menciona que, las personas que viven en contextos vulnerabilidad, riesgo y exclusión, presentan el doble de probabilidades de carecer de servicios gestionados de forma segura, en comparación con las que viven en contextos más estables. Y que ocho de cada diez personas que seguían careciendo incluso de servicios básicos vivían en zonas rurales. Y que alrededor del 50% de ellas vivían en Países Menos adelantados.

Además de prevé, que, siguiendo el ritmo actual de progreso, que para el 2030 solo se alcanzará una cobertura del 81%, lo que implica que alrededor 1.600 millones de personas no dispondrán de un sistema de abastecimiento de agua, gestionados de forma segura.

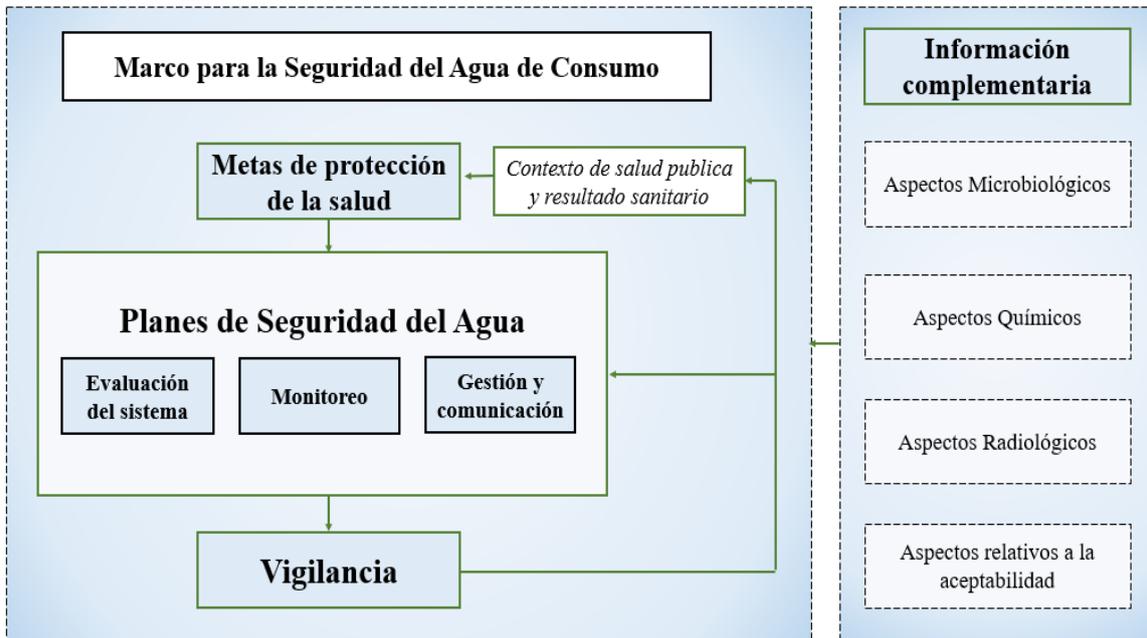
Es debido al papel fundamental y la importancia de una fuente de agua mejorada, en el establecimiento o ampliación de un sistema de abastecimiento de agua, es preciso tener en cuenta las siguientes consideraciones para una adecuada selección de la misma (8).

- La cantidad de agua disponible durante el año.
- La calidad del agua: variaciones previas al tratamiento.
- Los recursos tecnológicos disponibles para la obtención del agua.
- Los recursos energéticos y su disponibilidad a la hora de la obtención del agua.
- Las necesidades tecnológicas empleadas en el tratamiento del agua.
- La accesibilidad a la fuente.
- La normativa vigente para el uso correspondiente.
- La receptividad de los usuarios.
- Los impactos medioambientales a corto y largo plazo.
- El uso sostenible de esa fuente de agua.

## **1.2. Marco para la seguridad del Agua de Consumo Humano – OMS**

Es un requisito básico y esencial para garantizar la seguridad del agua de consumo humano. Este marco cuenta con respaldo de normas nacionales, reglamentos o directrices, así como de políticas y programas pertinentes, se enfoca en la prevención, basados en los riesgos que pudiesen afectar la calidad del agua (**Fig. 2**). Para ello, este marco contempla

las metas de protección de la salud, un sistema de gestión adecuado y eficiente (Programa de seguridad de Agua), así como un sistema de vigilancia independiente (1) (9).



**Figura 2.** Diagrama de la OMS orientado a garantizar la seguridad del agua.

### 1.2.1. Metas para la protección de salud

Estas metas son fundamentales en el marco para la seguridad del agua, ya que establecen la política general sanitaria e hidrológica, la cual garantiza el acceso al agua, sobre todo, a quienes más la necesitan. Son establecidas por la autoridad competente, tras consulta a los diferentes actores y niveles (1). Se basan en la situación general de salud pública y la contribución calidad de agua de consumo, como vehículo de enfermedades transmitidas por el agua y sus efectos adversos para salud (10).

Debido la variedad de componentes presentes en el agua, su modo de acción y la naturaleza de las fluctuaciones en su concentración. Existen cuatro metas de protección de la salud que determinan los requisitos de inocuidad.

*Metas sanitarias.* Orientada a reducir la morbilidad general que puede generar una enfermedad transmitida por el agua, para ello, se intenta disminuir la exposición a estos riesgos.

*Metas relativas a la calidad del agua.* Se presentan como valores de referencias de las sustancias o determinados componentes del agua que pudiesen representar un riesgo para la salud.

*Metas relacionadas con el desempeño de las medidas adoptadas.* Suelen expresarse en términos de reducciones de la concentración de sustancias. Mismas que proceden del uso de determinada tecnología aplicada, como medidas de prevención de la contaminación.

*Metas relacionadas con tecnologías específicas.* Son recomendaciones establecidas por los entes reguladores y están orientadas a identificar dispositivos o procedimientos que deben emplear los sistemas de abastecimiento de agua, frente a situaciones concretas.

### **1.2.2. Plan de Seguridad del Agua**

La Organización Mundial de la Salud "OMS" en sus "Guías para la calidad del agua de consumo humano - 2018"; resalta la necesidad de ejecutar programas de evaluación de la calidad del agua de consumo humano, con la finalidad de determinar los componentes presentes en esta, que pueden llegar a significar un problema para la salud pública. Por ello, presta vital importancia a la gestión de la calidad de las fuentes de agua de consumo, así como a los sistemas que operan en un país y las formas de suministro (1).

Bajo estos mismos lineamientos, la Organización Panamericana de la Salud "OPS", establece que la seguridad del agua de consumo humano, debe ser garantizada mediante la aplicación de un Plan de Seguridad del Agua "PSA". El cual debería incluir un planteamiento integral de evaluación de los riesgos y gestión de los riesgos que abarque todas las etapas del sistema de abastecimiento, desde la cuenca de captación hasta su distribución al consumidor (8).

El PSA, constituye un poderoso instrumento destinado a garantizar de forma organizada, la seguridad de un sistema de abastecimiento de agua de consumo humano. El cual es más eficaz y sostenible cuando se aborda como un plan de gestión integral, que se mantiene actualizado y pertinente o que se evalúa después de un incidente que pudiese haber afectado al sistema de abastecimiento o a su estructura administrativa (9).

Por esta razón, es muy importante identificar que un PSA se estructura en la evaluación y diseño del sistema, el monitoreo operacional y en los planes de gestión, documentación y comunicación.

#### **1.2.2.1. Evaluación y diseño del sistema**

La variabilidad de la calidad del agua de consumo humano, a lo largo de un sistema, es un factor determinante a la hora de establecer metas para la protección de la salud (1).

Por ello la evaluación a los sistemas de distribución, se debe realizar a diferentes niveles de las infraestructuras ya existentes, así como a las ampliaciones o mejoras y a las nuevas red abastecimientos (11). Esto con la finalidad de identificar y documentar los peligros reales y potenciales, así también, las situaciones que puedan afectar la calidad del agua (8).

En este sentido, el diseño del sistema centrará sus máximos esfuerzos en suministrar agua de la máxima calidad posible, para ello tiene creadas medidas adicionales en el caso de existir un riesgo (1). Las cuales están orientadas a la notificación e información sobre medidas compensatorias (hervir, desinfectar, decantar, etc.), así como la información de abastecimientos alternativos y de emergencias (6). Y en el caso de que estas no pudieran ejecutarse, debe iniciarse un programa de mejora, que incluya una inversión de capital y/o capacitación (5).

#### **1.2.2.2. Monitoreo operacional**

El monitoreo operacional está orientado a determinar sí el desempeño del sistema de abastecimiento de agua, cumple los estándares y objetivos estipulados en las metas de protección de la salud o si es necesario modificar y volver a validar el PSA (12). Por esta razón, existen medidas de control que suelen comprobar, de forma rápida y periódica, la integridad estructural de las instalaciones, basándose en la observación y ejecución de controles básicos. Siendo la finalidad de este monitorio operacional el prevenir, reducir o eliminar la contaminación a diferentes niveles y de forma temprana (13).

#### **1.2.2.3. Planes de gestión, documentación y comunicación**

El plan de gestión es el encargado de definir los procedimientos y programas complementarios, encaminados a garantizar un buen sistema de abastecimiento de agua de consumo. Para ello sistematiza la información de la evaluación y diseño del sistema, los planes de monitoreo operacional y la verificación. Además, se encarga de desarrollar medidas de control necesarias para el correcto funcionamiento o que pudiesen necesitarse durante un incidente que afecte al control del sistema (14).

Toda esta información documentada permite coordinar y planificar la gestión del sistema, con la participación de todos los actores. En esta, se describen las actividades realizadas y forma en la que se ejecutan. Además, se definen roles, responsabilidades y se establece un proceso de redición de cuentas (1).

Un punto muy clave, es el flujo de información entre los diferentes actores, ya que, permite concientizar, comprender y colaborar en la toma de decisiones a la hora de crear leyes que regulen el abastecimiento, el uso y protección de los espacios donde se encuentran las fuentes de aguas. Por ello es imprescindible conocer los diferentes puntos de vistas y realidades, de aquellos que intervienen de una u otra forma en el desarrollo de un PSA (15) (16).

### **1.2.3. Vigilancia**

Es el conjunto de políticas establecidas para proteger la salud pública, a través de la promoción de mejoras en los sistemas de abastecimiento de agua de consumo, además incluye el control en el cumplimiento de las mismas. Atendiendo estas normativas, la autoridad competente efectuará revisiones independientes (externa) y periódicas a los aspectos de la calidad, la cantidad, la accesibilidad, así también, a la cobertura, la asequibilidad y la continuidad del abastecimiento (9).

Toda esta información, le permite investigar y generar acciones en situaciones que pudiesen representar una amenaza para la salud pública. Para ello este sistema de vigilancia emplea un programa sistemático de recolección de datos y encuestas, análisis, interpretación y comunicación de resultados a los diferentes niveles y actores.

### **1.3. Verificación de la calidad del agua de consumo humano**

La verificación de la seguridad del agua de consumo humano puede ser realizada por el proveedor, los entes reguladores o una combinación de ambos. Es garantizada mediante la aplicación de un PSA y consiste en el uso de métodos, procedimientos o pruebas, adicionales a los utilizados en el monitoreo operacional y que además requiere una verificación final (17) (18).

Esta verificación está direccionada a determinar sí el desempeño del sistema de abastecimiento de agua, cumple los estándares y objetivos estipulados en las metas de protección de la salud o si es necesario modificar y volver a validar el PSA (1) (19). Por ello, centra su evaluación en la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua (**Fig. 3**), ambas estandarizadas en reglamentos que establecen los parámetros, su monitoreo, frecuencias y niveles permitidos.



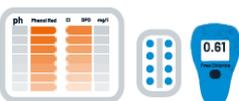
**Figura 3.** Parámetros clave en la vigilancia de la calidad de agua.

Fuente: WHAS PRESS; OPS - 2021(7).

### 1.3.1. Calidad química del agua

La evaluación de una apta calidad química del agua de consumo humano, se centra en la comparación de los resultados de los análisis con los valores de referencia, es decir la concentración de un componente que no ocasiona un riesgo para la salud, cuando se consume durante toda una vida (17).

Estos valores de referencias se establecen para proteger la salud de grupos vulnerables y de la población en general y resaltando la importancia de analizar los componentes adicionados durante el tratamiento (**Fig. 4**). Aunque, en el agua de consumo humano la mayoría de los productos químicos presentes, solo constituyen un peligro para la salud, tras múltiples exposiciones.

<p><b>Turbidez</b></p> 	<p>La turbidez mide el grado en el que el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión, como la arena, el limo y la arcilla, que flotan en el agua. Es un indicador de la calidad del agua así como un parámetro clave para su tratamiento. La turbidez en el agua para consumo humano no debe superar los 5 NTU, e idealmente debe estar por debajo de 1 NTU. Se puede determinar con varios instrumentos. Los más utilizados son el <b>tubo de turbidez</b> y el <b>turbidímetro digital</b>.</p>
<p><b>pH</b></p> 	<p>El pH mide el grado de acidez o alcalinidad de un compuesto. Es un factor muy importante porque algunos procesos químicos solo se pueden producir cuando el agua presenta un determinado valor de pH. Por ejemplo, las reacciones del cloro solo se producen cuando el pH tiene un valor entre 6,5 y 8. <b>Existen diferentes medidores de pH. Se deben usar reactivos de pH para su medición.</b></p>
<p><b>Cloro libre residual</b></p> 	<p>El CLR es el cloro activo que permanece en el agua tras desinfectarla, a fin de asegurar la desinfección posterior durante un tiempo determinado. Se puede determinar a través de <i>pool testers</i>. Hay varios tipos: <b>de presencia o ausencia (P/A); medidores digitales; ruedas de color o kits comparadores</b>. En el caso del <i>pool tester</i> se usan pastillas de dietil-p-fenilendiamina (DPD).</p>
<p><b>Otros parámetros químicos</b></p> 	<p>Hay muchos tipos de kits portátiles de análisis disponibles para medir diversos parámetros químicos del agua de consumo (arsénico, fluoruro, hierro, salinidad, etc.). En general, se usan para comprobar el cumplimiento de los valores de referencia. La exactitud analítica es en general inferior a los métodos de laboratorio. Los métodos portátiles más conocidos son: <b>tiras reactivas, comparadores de color, colorímetros y fotómetros, medidores digitales.</b></p>

**Figura 4.** Descripción de parámetros Físicoquímicos.

Fuente: WHAS PRESS; OPS - 2021(7).

Es por ello que, antes de iniciar una evaluación química analítica se deben elegir opciones apropiadas para el seguimiento y la vigilancia de la calidad química del agua, teniendo en cuenta las técnicas disponibles para controlar, eliminar o reducir la concentración del contaminante hasta el nivel deseado.

### 1.3.2. Calidad microbiológica del agua

Por su parte la verificación de la calidad microbiológica del agua se centra en el análisis de microorganismos indicadores de contaminación fecal, utilizando como base a *Escherichia coli* o, alternativamente, coliformes termotolerantes (**Fig. 5**). Aunque existen otros indicadores de contaminación, como la presencia de *Clostridium perfringens* y *Pseudomonas aeruginosa*. También se utilizan como indicadores de calidad microbiológica el análisis de parásitos en agua (17).

<p><b>Coliformes</b></p> 	<p><i>E. coli</i> y los coliformes termotolerantes son los dos indicadores bacterianos principales que se usan en el análisis de la calidad del agua. Se pueden determinar por varios métodos.</p>
<p><b>Filtración por membrana</b></p> 	<p>Es el método más exacto para determinar la cantidad de bacterias indicadoras en una muestra de agua. Es un método reconocido internacionalmente como un estándar para el análisis de la calidad del agua. Obtiene resultados rápidos y se pueden llevar a cabo acciones correctivas rápidamente.</p>
<p><b>Número más probable de coliformes</b></p> 	<p>Se fundamenta en la determinación del número de coliformes mediante la siembra de distintos volúmenes del agua para analizar en series de tubos incubando a temperaturas adecuadas. Se realiza un cálculo aproximado de la cantidad de bacterias indicadoras que es más probable que haya en la muestra de agua.</p>

**Figura 5.** Descripción de parámetros Microbiológicos: bacteriológicos.

Fuente: WHAS PRESS; OPS - 2021(7).

Sin embargo, la calidad microbiológica del agua puede variar rápidamente y algunos sistemas de vigilancia pueden presentar fallas ocasionales. Por eso es importante tener en cuenta todas las circunstancias que afectan a la calidad microbiológica, a la hora de interpretar los resultados de estos análisis (20).

#### **1.4. Problemas microbiológicos relacionados el agua de consumo humano.**

Los riesgos y problemas relacionados con la alteración de la calidad o escasez del agua de consumo humano, pueden clasificarse en:

*Enfermedades con base en el agua.* Son aquellas causadas por parásitos o patógenos que pasan parte de su ciclo biológico en el agua y otra como parásitos en animales. Para poder infectar al hombre, suelen hacerlo a través de vectores, hospederos intermediarios o directamente a través de la piel o la ingesta. A este grupo pertenecen la ascariasis, dracunculosis, paraginimiasis, clonorquiasis y esquistosomiasis (21,22).

*Enfermedades Vectoriales relacionadas con el agua.* Son aquellas que se transmiten por vectores que se desarrollan en el agua, como los mosquitos y las mocas, responsables de la transmisión del paludismo, fiebre amarilla, dengue, enfermedad del sueño y filariasis (23).

*Enfermedades transmitidas por el agua.* Son el riesgo más común para la salud asociado al agua de consumo humano. Estas infecciones por lo general son consecuencia de la exposición y consumo de agua con contaminación fecal (24). En otras ocasiones la falta de seguridad en el abastecimiento de agua (ya sea en la fuente, en el tratamiento o en la distribución), durante situaciones inesperadas, han desencadenado una contaminación a gran escala, provocando brotes de enfermedades detectables (25).

Todas estas enfermedades generan impactos negativos sobre la salud pública, mismos que son determinados por la gravedad y la incidencia de las enfermedades asociadas con agentes patógenos, su infectividad y la población expuesta. En subpoblaciones vulnerables, las consecuencias de las enfermedades pueden ser más graves (21).

##### **1.4.1 Infecciones transmitidas por el agua**

Si bien el agua hace posible un medio ambiente saludable, paradójicamente, esta también puede ser el principal medio o vehículo de transmisión de enfermedades para el hombre.

De manera que, cuando esta agua contaminada es ingerida o entra contacto con nuestros alimentos, pueden provocarnos infecciones conocidas como enfermedades o infecciones transmitidas por el agua (26). Donde la complejidad de esta infección dependerá de la dosis, la invasión y la virulencia del microorganismo presente en el agua, así como el estado inmunológico de la persona expuesta al agua contaminada. Son causadas por bacterias, virus y parásitos patógenos (protozoos y helmintos) mismos que se describen en los Cuadros 1, 2 y 3 (27).

Las enfermedades diarreicas, son las principales infecciones transmitidas por el agua, anualmente se registran 4000 millones de casos de enfermedades diarreicas y casi la mitad de ellos se dan en niños. Estas enfermedades son la segunda causa de muerte infantil a nivel mundial, con más de 525.000 muerte en menores de 5 años, pese a ser prevenible y tratables. Además, se estima que alrededor de 1.200 millones de personas están en riesgo porque carecen de acceso a agua de consumo humano salubre (27,28).

**Cuadro 1.** Bacterias transmitidas por el agua, causante de infecciones en el hombre.

**Fuente:** Mondaca & Campos, 2003(29).

Bacterias	Fuente	Periodo de incubación	Duración	Síntomas clínicos
<i>Salmonella typhi</i>	Heces, orina	7 - 28 días	5 - 7 días (semanas – meses)	Fiebre, tos, náusea, dolor de cabeza, vómito, diarrea
<i>Salmonella sp.</i>	Heces	8 - 48 h	3 - 5 días	Diarrea acuosa con sangre
<i>Shigellae sp.</i>	Heces	1 - 7 días	4 - 7 días	Disentería (diarrea con sangre), fiebres altas, síntomas tóxicos, retortijones, pujos intensos e incluso convulsiones.
<i>Vibrio cholerae</i>	Heces	9 - 72 h	3 - 4 días	Diarrea acuosa, vómito, deshidratación
<i>V. cholerae</i> No.-01	Heces	1 - 5 días	3 - 4 días	Diarrea acuosa.
<i>Eschericia coli</i> Enterohemorrágica O157:H7	Heces	3 - 9 días	1 - 9 días	Diarrea acuosa con sangre y moco, dolor abdominal agudo, vómitos, no hay fiebre.
<i>Eschericia coli</i> Enteroinasiva	Heces	8 - 24 h	1 - 2 semanas	Diarrea, fiebre, cefalea, mialgias, dolor abdominal, a veces las heces son mucosas y con sangre.
<i>Eschericia coli</i> Enterotoxigénica	Heces	5 - 48 h	3 - 19 días	Dolores abdominales, diarrea acuosa, fiebre con escalofríos, náusea, mialgia
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Heces, orina	1- 11 días (24 – 48 h)	1 - 21 días	Dolor abdominal, diarrea con moco, sangre, fiebre, vómito
<i>Campylobacter jejuni</i>	Heces	2 - 5 días (42 – 72 h)	7 - 10 días	Diarrea, dolores abdominales, fiebre y algunas veces heces fecales con sangre, dolor de cabeza.
<i>Plesiomonas shigelloides</i>	Heces	20 - 24 h	1 - 2 días	Fiebre, escalofríos, dolor abdominal, náusea, diarrea o vómito.
<i>Aeromonas sp.</i>	Heces	Desconocido	1 - 7 días	Diarrea, dolor abdominal, náuseas, dolor de cabeza y colitis, las heces son acuosas y no son sanguinolentas.

**Cuadro 2.** Parásitos transmitidos por el agua, causante de enfermedades en el hombre.**Fuente:** Mondaca & Campos, 2003(29).

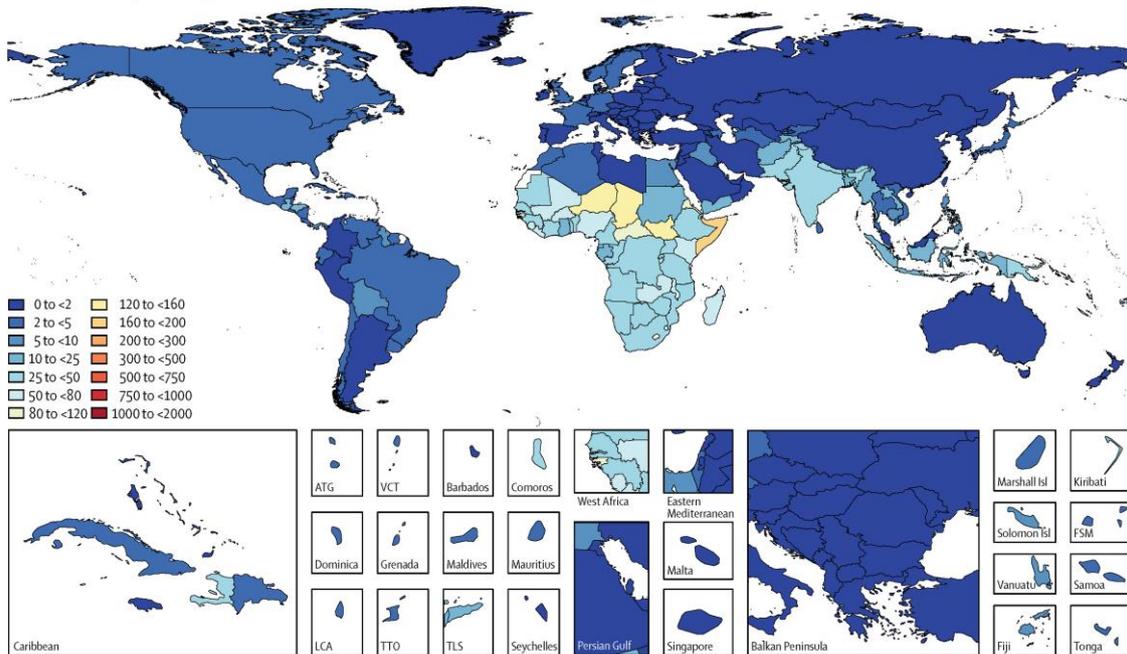
Parásitos	Fuente	Periodo de incubación	Duración	Síntomas clínicos
<i>Giardia lamblia</i>	Heces	5 - 25 días	Meses - años	Puede ser asintomática (hasta un 50%) o provocar una diarrea leve. También puede ser responsable de diarreas crónicas con mala absorción y distensión abdominal.
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Heces	1 - 2 semanas	4 - 21 días	Provoca diarrea acuosa, con dolor abdominal y pérdida de peso. Es un cuadro grave en un huésped comprometido y una infección oportunista en otros pacientes.
<i>Entamoeba histolytica</i> /Amebiasis	Heces	2 - 4 semanas	Semanas - meses	Dolor abdominal, estreñimiento, diarrea con moco y sangre.
<i>Cyclospora var. cayetanensis</i>	Heces (oocistes)	3 - 7 días	Semanas - meses	Diarrea acuosa con frecuentes deposiciones, náuseas, anorexia, dolor abdominal, fatiga, pérdida de peso, dolores musculares, meteorismo, y escasa fiebre.
<i>Balantidium coli</i>	Heces	Desconocido	Desconocido	Dolor abdominal, diarrea con moco y sangre, pujo y tenesmo.
<i>Dracunculus medinensis</i>	Larva	8 - 14 meses	Meses	El parásito eventualmente emerge (del pie en el 90% de los casos), causando edema intenso y doloroso al igual que úlcera. La perforación de la piel se ve acompañada de fiebre, náuseas y vómitos.

**Cuadro 3.** Virus transmitidos por el agua, causante de infecciones en el hombre.**Fuente:** Mondaca & Campos, 2003(29).

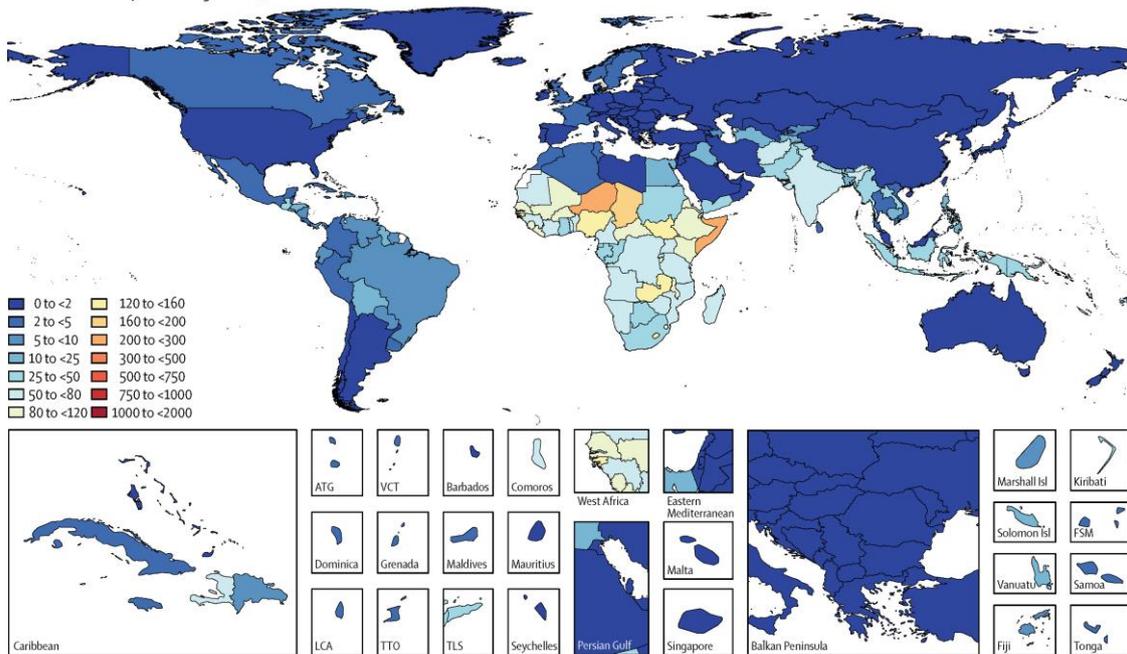
Virus	Fuente	Periodo de incubación	Duración	Síntomas clínicos
Enterovirus (Poliovirus 1, 2, 3, Coxsackie A y B, Echovirus).	Heces	3 - 14 días (5 - 10)	Variable	Gastrointestinales (vómitos, diarrea, dolor abdominal y hepatitis). encefalitis, enfermedades respiratorias, meningitis, hiperangina, conjuntivitis
Astrovirus	Heces	1 - 4 días	2 - 3 días	Nausea, vómito, diarrea, dolor abdominal, fiebre
Virus de la Hepatitis A (VHA)	Heces	15 - 50 días (25 - 30)	1 - 2 semanas hasta meses	Cansancio, debilidad muscular, síntomas gastrointestinales como pérdida de apetito, diarrea y vomito, o síntomas parecidos a la gripe como dolor de cabeza, escalofríos y fiebre, sin embargo, los síntomas más llamativos de esta enfermedad son la ictericia, es decir, el cambio que se produce en el color de los ojos y la piel hacia un tono amarillo (a veces intenso), las heces pálidas y la coloración intensa de la orina. A diferencia de los adultos, en niños se presentan signos más atípicos y síntomas gastrointestinales como náusea, vómito, dolores abdominales y diarrea.
Virus de la Hepatitis E (VHE)	Heces	15 - 65 días (35 - 40)	Similar a VHA	Similar a lo descrito para VHA
Rotavirus (Grupo A)	Heces	1 - 3 días	5 - 7 días	Gastroenteritis con náusea y vómito
Rotavirus (Grupo B)	Heces	2 - 3 días	3 - 7 días	Gastroenteritis
Calicivirus	Heces	1 - 3 días	1 - 3 días	Gastroenteritis
Virus Norwalk-like	Heces	1 - 2 días	1 - 4 días	Diarrea, nausea, vómito, dolor de cabeza, dolor abdominal

Para el año 2015, las EDA representaron la 9º causa principal de muerte, siendo responsable de 1.31 millones de defunciones, de las cuales casi medio millón se dieron en niños menores de 5 años, es decir, representan el 8,6 % de los 5,82 millones de muertes en esta edad grupo (cuarta causa, después las complicaciones del parto prematuro, la encefalopatía neonatal y las infecciones de las vías respiratorias bajas). En la Figura 6 se observa la tasa de mortalidad, en todas las edades, por geografía, misma que ha disminuido en 20.8% a nivel mundial (28).

A Diarrhoea mortality rate at all ages in 2015



B Diarrhoea mortality rate at all ages in 2005



**Figura 6.** Tasa de mortalidad por diarrea para todas las edades/100 000 habitantes.  
**Fuente:** GBD (28)

En el Cuadro 4, se muestra la información general sobre los agentes patógenos relevantes en la gestión de sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano. Resaltando que la transmisión por el agua, ha sido confirmada por estudios epidemiológicos e historias de caso.

**Cuadro 4.** Agentes patógenos transmitidos a través del agua potable según la OMS.

Agente patógeno	Tipo de especie/género/grupo <sup>b</sup>	Importancia para la salud <sup>c</sup>	Persistencia en el suministro de agua <sup>d</sup>	Resistencia al cloro <sup>e</sup>	Infectividad relativa <sup>f</sup>	Fuente animal importante
<b>Bacterias</b>						
<i>Burkholderia</i>	<i>B. pseudomallei</i>	Alta	Puede multiplicarse	Baja	Baja	No
<i>Campylobacter</i>	<i>C. coli</i> <i>C. jejuni</i>	Alta	Moderada	Baja	Moderada	Sí
<i>Escherichia coli</i> – diarrogénica <sup>g</sup>		Alta	Moderada	Baja	Baja	Sí
<i>E. coli</i> – enterohemorrágica	<i>E. coli</i> O157	Alta	Moderada	Baja	Alta	Sí
<i>Francisella</i>	<i>F. tularensis</i>	Alta	Larga	Moderada	Alta	Sí
<i>Legionella</i>	<i>L. pneumophila</i>	Alta	Puede multiplicarse	Baja	Moderada	No
Micobacteria (no tuberculosa)	<i>Mycobacterium avium complex</i>	Baja	Puede multiplicarse	Alta	Baja	No
<i>Salmonella typhi</i>		Alta	Moderada	Baja	Baja	No
Otras <i>Salmonellas</i>	<i>S. enterica</i> <i>S. bongori</i>	Alta	Puede multiplicarse	Baja	Baja	Sí
<i>Shigella</i>	<i>S. dysenteriae</i>	Alta	Corta	Baja	Alta	No
<i>Vibrio</i>	<i>V. cholerae</i> O1 y O139	Alta	Corta a larga <sup>h</sup>	Baja	Baja	No
<b>Virus</b>						
Adenoviridae	Adenovirus	Moderada	Larga	Moderada	Alta	No
Astroviridae	Astrovirus	Moderada	Larga	Moderada	Alta	No
Caliciviridae	Norovirus, Sapovirus	Alta	Larga	Moderada	Alta	Potencialmente
Hepeviridae	Virus de la hepatitis E	Alta	Larga	Moderada	Alta	Potencialmente
Picornaviridae	Enterovirus, Parvovirus, Virus de la hepatitis A	Alta	Larga	Moderada	Alta	No
Reoviridae	Rotavirus	Alta	Larga	Moderada	Alta	No
<b>Protozoos</b>						
<i>Acanthamoeba</i>	<i>A. culbertsoni</i>	Alta	Puede multiplicarse	Alta	Alta	No
<i>Cryptosporidium</i>	<i>C. hominis/parvum</i>	Alta	Larga	Alta	Alta	Sí
<i>Cyclospora</i>	<i>C. cayetanensis</i>	Alta	Larga	Alta	Alta	No
<i>Entamoeba</i>	<i>E. histolytica</i>	Alta	Moderada	Alta	Alta	No
<i>Giardia</i>	<i>G. intestinalis</i>	Alta	Moderada	Alta	Alta	Sí
<i>Naegleria</i>	<i>N. fowleri</i>	Alta	Puede multiplicarse	Baja	Moderada	No
<b>Helmitos</b>						
<i>Dracunculus</i>	<i>D. medinensis</i>	Alta	Moderada	Moderada	Alta	No

**a** Este cuadro presenta agentes patógenos para los cuales hay algunas pruebas de su importancia para la salud, debido a su ocurrencia en el abastecimiento de agua potable

**b** Las especies más comunes relacionadas con las enfermedades transmitidas por el agua

**c** La importancia para la salud se relaciona con la incidencia y la gravedad de la enfermedad, incluida la asociación con brotes.

**d** Persistencia y detección en la fase infecciosa en el agua a 20 °C: corta, hasta 1 semana; moderada, de 1 semana a 1 mes; larga, más de 1 mes.

**e** La resistencia se basa en una inactivación del 99% a 20 °C, en la que, generalmente, baja representa un Ct99 de < 1 min.mg/L, moderada de 1-30 min.mg/L y alta > 30 min.mg/L (donde C = la concentración de cloro libre en mg/L y t = tiempo de contacto en minutos) en las siguientes condiciones: en la etapa infecciosa los agentes patógenos están suspendidos libremente en el agua tratada con dosis y tiempos de contacto convencionales y pH entre 7 y 8. Cabe señalar que los organismos que sobreviven y crecen en biopelículas, como *Legionella* y micobacterias, no serán eliminados con la cloración.

**f** Basado en experimentos con personas voluntarias, evidencia epidemiológica y estudios experimentales con animales. Alta significa que la dosis infecciosa puede tener 1-102 organismos o partículas; moderada, 102-104 y baja > 104.

**g** Incluye enteropatógena, enterotoxigena, enteroinvasiva, de adherencia difusa y enteroagregativas.

A nivel mundial, según la GDB, se ha establecido que 13 agentes patógenos (Cuadro 5), son los responsables del 96% de las EDA y sus muertes en menores de 5 años y el 72% en todas las edades. Los tres agentes etiológicos más comunes en las EDA entre niños menores de 5 años son; rotavirus, *Cryptosporidium* spp. y *Shigella* spp., los cuales combinados representan más del 50% de las muertes por diarrea en este grupo de edad para el 2015 (28).

**Cuadro 5.** Lista de microorganismos patógenos, más comunes, causante de EDA

**Fuente:** GBD (28). Elaboración propia.

<b>Bacterias</b>		
<b>Nº</b>	<b>código</b>	<b>Especie</b>
1	Shigella	<i>Shigella</i> spp.
2	Salm	<i>Salmonella</i> spp.
3	Campy	<i>Campylobacter</i> spp.
4	Cholera	<i>Vibrio cholerae</i>
5	ETEC	<i>Escherichia coli</i> Enterotoxigénica.
6	tEPEC	<i>Escherichia coli</i> Enteropatógena típica.
7	Aero	<i>Aeromonas</i> spp.
8	C diff	<i>Clostridium difficile</i>
<b>Protozoos</b>		
9	Crypto	<i>Cryptosporidium</i> spp.
10	Ehist	<i>Entamoeba histolytica</i>
<b>Virus</b>		
11	Rota	Rotavirus
12	Adeno	Adenovirus
13	Noro	Norovirus

Resaltar también que, adenovirus es la causa importante de muerte en niños menores de 5 años, representando el 9,2% de las muertes por diarrea en niños menores de 5 años. Por su parte *V. cholerae* es la principal causa de muertes entre las edades de 5 a 14 años. Mientras que, *Shigella* spp. es la principal causa de muerte entre los adultos 15–99 años.

Si bien entre 2005 y el 2015 los casos de EDA y su mortalidad, en la mayoría de los países han disminuido, los factores de riesgo no han cambiado, donde en el agua no potable, es la principal causa de 61,1 millones de AVAD y mientras que el saneamiento fue responsable de 40,0 millones de AVAD.

Aunque en los países desarrollados las diarreas infecciosas tienen un curso benigno, representa una causa importante de consulta médica, pérdida de días de trabajo, procedimientos invasivos y hospitalización. Sin embargo, en países en vías de desarrollo, representan la causa más importante de morbilidad y mortalidad en áreas desfavorecidas debido al alto riesgo de deshidratación, pérdida de peso y perpetuación de un círculo

vicioso con desnutrición. Los niños a menudo desarrollan retraso en el crecimiento y desnutrición, lo que provoca diarrea crónica y viceversa (30).

### 1.5. Bolivia – Contexto Nacional

Bolivia se encuentra en el centro-oeste de América del Sur, presenta una superficie total de 1.098.581 km<sup>2</sup>, la cual se extiende por la zona andina, subandina y los llanos orientales (**Fig. 7**). Limita al norte y al este con la República Federativa de Brasil, al este y sureste con la República del Paraguay, al sur con la República Argentina, al suroeste con la República de Chile, al oeste con la República del Perú.

De acuerdo La Constitución Política del Estado "CPE", la capital de la nación es la ciudad de Sucre, mientras que la ciudad de La Paz, es la sede de Gobierno. Administrativamente se organiza en 9 departamentos, 112 provincias y 339 municipios, con 36 naciones (pueblos indígenas-originarios) reconocidos constitucionalmente (31).



**Figura 7.** Mapa Político de Bolivia.

Fuente: Naciones Unidas (32).

Con base a las proyecciones del Instituto Nacional de Estadística "INE" en Bolivia para el 2021 la población nacional fue de 11.841.955 habitantes, y se estima que aumente hasta 12 millones y medio aproximadamente, para el 2025 (**Cuadro 6**). Cabe resaltar que la población de Bolivia no tiene una distribución homogénea entre los nueve departamentos

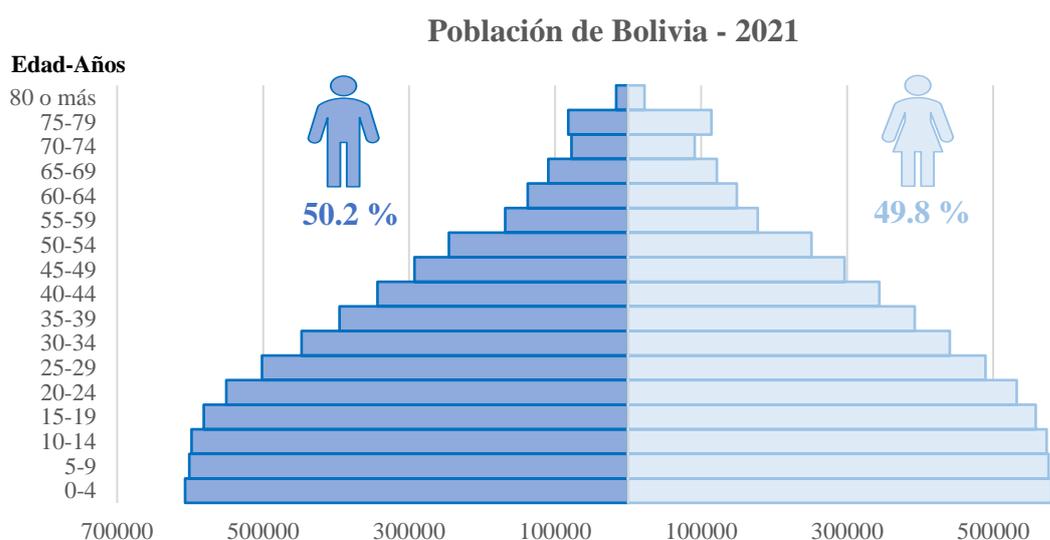
del país, prueba de ello son los núcleos poblacionales presente en Santa Cruz, La Paz y Cochabamba (**Anexo 1**). Además, de acuerdo al Banco Mundial, casi el 30% de su población se encuentra distribuida en áreas rurales (33,34).

**Cuadro 6.** Población nacional de Bolivia por Departamento y año.

Fuente: INE 2020 (35), Elaboración propia.

Departamentos		Año			
		2012	2017	2021	2025
1	<b>Chuquisaca</b>	596.825	627.098	654.035	683.060
2	<b>La Paz</b>	2.767.504	2.910.267	3.023.791	3.135.635
3	<b>Cochabamba</b>	1.816.452	1.966.018	2.086.930	2.207.021
4	<b>Oruro</b>	502.048	529.115	548.537	566.122
5	<b>Potosí</b>	846.017	877.120	907.686	942.877
6	<b>Tarija</b>	503.886	553.471	591.828	628.956
7	<b>Santa Cruz</b>	2.779.271	3.108.498	3.363.377	3.606.680
8	<b>Beni</b>	430.812	471.641	507.095	544.940
9	<b>Pando</b>	114.163	138.633	158.676	178.890
<b>Total</b>		<b>10.356.978</b>	<b>11.181.861</b>	<b>11.841.955</b>	<b>12.494.181</b>

Como se muestra en la Figura 8, la estructura poblacional de Bolivia para el 2021, según el *Índice de Sundborg* (IS): es de carácter "Progresiva", además, de acuerdo al significativo porcentaje de personas menores de 15 años y el menor porcentaje de personas de 65 y más años, con relación al *Índice de Friz* (IF): la población de Bolivia continúa aún "Joven" (36).



**Figura 8.** Estructura de la población de Bolivia, por sexo y edad, proyecciones 2021.

Fuente: INE 2020(37), Elaboración propia.

En Bolivia, la Constitución Política del Estado "CPE" establece la división de poderes en los Órganos Ejecutivo, Legislativo, Judicial y Electoral. Por otra parte, la CPE en conjunto con la Ley Marco de Autonomías y Descentralización, regulan la transferencia y distribución de competencias directas y compartidas entre el nivel central y las entidades territoriales descentralizadas y autónomas en: Gobiernos Departamentales, Municipales, Regionales e Indígena Originario Campesino (38).

Esta autonomía y descentralización de funciones a nivel nacional, ha permitido al Estado y todos sus niveles de organización, desarrollar una política nacional destinada a asegurar la calidad del agua abastecida. Es por esto que el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, mediante Resolución Ministerial 272/2015, crea la Política nacional de la calidad del agua de consumo (16).

### **1.5.1. Política Nacional de la Calidad del Agua de Consumo**

De acuerdo al Artículo 297 de la Constitución Política del Estado "CPE", en Bolivia, las responsabilidades de los niveles y entidades del Estado, dentro del marco de la Política Nacional de la Calidad del Agua para Consumo Humano, se establecen según cuatro tipos de competencias (16) (39).

*Competencias privativas:* Son realizadas por el estado y centran en la legislación, reglamentación y ejecución, por lo que estas no se transfieren, ni delegan.

*Competencias exclusivas:* algunas facultades pueden ser trasferidas o delegadas, pero deberán ser realizadas por un nivel del Estado.

*Competencias concurrentes:* Son aquellas cuya legislación le corresponde al nivel central del Estado y los otros niveles tienen facultades reglamentarias y ejecutivas. Estas competencias requieren un trabajo coordinado.

*Competencias compartidas:* Son aquellas que se basan en una legislación básica que se realiza en la Asamblea Legislativa Plurinacional. La legislación de desarrollo que la explica, específica y complementa, corresponde a las Entidades Territoriales Autónomas (ETA), de acuerdo a su característica y naturaleza. La reglamentación y ejecución corresponde también a las ETA.

De acuerdo a las competencias exclusivas (CE) y concurrentes (CC), en el Cuadro 7, se describen las funciones de cada uno de las entidades del Estado, que intervienen en el marco institucional de la Política nacional de la calidad del agua de consumo (40).

**Cuadro 7.** Marco institucional y sus competencias en el PNCAC.

**Fuente:** Reglamento NB-512 (3), Elaboración propia.

<b>ENTIDAD</b>	<b>COMPETENCIAS DENTRO DEL PNCAC</b>
<b>Ministerio De Medio Ambiente Y Agua (MMAyA)</b>	A nivel central, formula y ejecuta la política integral de los recursos hídricos, gestionando, protegiendo, garantizando y priorizando el uso adecuado y sustentable de los recursos hídricos, asegurando de esta forma, el garantizar el agua para consumo humano (Art. 95, D.S. 29894) (41).
<b>Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico (VAPSB)</b>	Es la cabeza del sector en el marco nacional, por ello coadyuva en la formulación e implementación de normas sectoriales, impulsa y ejecuta políticas, planes, programas y proyectos. Además, difunde y vigila la aplicación de políticas y normas técnicas (16).
<b>Ministerio de Salud (MS)</b>	Es el Ente Rector de las políticas de salud, está encargado de vigilar el cumplimiento y primacía de las normas relativas a la salud pública, como también desarrollar la vigilancia sanitaria del agua de consumo humano, la vigilancia epidemiológica de las enfermedades transmitidas por el agua y el declarar Emergencia Sanitaria en casos de desastres y/o riesgos a la salud pública (39).
<b>Gobierno Autónomo Departamental (GAD)</b>	A nivel departamental, ejecuta la política general de conservación y protección de cuencas, elabora, financia y ejecuta subsidiariamente proyectos de agua potable y alcantarillado de manera concurrente y coordinada con los otros niveles del Estado. Además, coadyuva en la asistencia técnica y planificación de los servicios básicos de agua potable y alcantarillado sanitario, de acuerdo a la Ley N° 031 (38), y las normas sectoriales.
<b>Servicio Departamental de Salud (SEDES)</b>	Presentes en cada uno de los 9 departamentos, son los encargados de las labores de vigilancia de la calidad del agua suministrada por las EPSA. Les corresponde llevar a cabo la vigilancia sanitaria del agua de consumo humano y la vigilancia epidemiológica de las enfermedades transmitidas por el agua. Coordinan con las autoridades competentes las acciones necesarias a ejecutar para el cumplimiento de sus atribuciones y para controlar cualquier aspecto referente a la calidad del agua de consumo humano, que en sus labores de vigilancia se haya identificado como un riesgo a la salud e incumplimiento del presente Reglamento (40).

<b>Gobierno Autónomo Municipal (GAM)</b>	A nivel local/municipal, es el encargado de elaborar, financiar, ejecutar programas y proyectos de los servicios de agua potable y alcantarillado. Proveer los servicios de agua potable y alcantarillado a través de entidades públicas, cooperativas, comunitarias o mixtas sin fines de lucro. Aprobar las tasas de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado, cuando estos presten el servicio de forma directa de acuerdo a Ley N° 031 (38).
<b>Gobiernos Indígena Originarios Campesinos Autónomos (GIOCA)</b>	Los gobiernos indígenas originario campesinos, en el ámbito de su jurisdicción, podrán ejecutar las competencias municipales, de acuerdo con la Ley N.º 031 (38).
<b>Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico (AAPS)</b>	Institución que fiscaliza, supervisa y regula la prestación de servicios de agua potable y alcantarillado, en el marco de las atribuciones y obligaciones delimitadas (42).
<b>Servicio Nacional para la Sostenibilidad de Servicios en Saneamiento Básico (SENASBA)</b>	Entidad de desarrollo de capacidades de las EPSA, mediante asistencia técnica y fortalecimiento institucional. Coadyuva a los procesos de fortalecimiento y sostenibilidad de las entidades operadoras y prestadoras de servicio de agua potable y saneamiento básico en el país, de acuerdo al D.S. 29741 (43).
<b>Entidades Prestadoras de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (EPSA)</b>	Persona jurídica, pública, cooperativa, comunitaria o asociación de instituciones, que presta servicios de agua potable y/o alcantarillado sanitario (40).

### 1.5.2. Normativa nacional

Dentro del marco de la Política Nacional de la Calidad del Agua para Consumo Humano, promulgada mediante Resolución Ministerial 272/2015 del Ministerio de Medio Ambiente y Agua se han descrito las metas que el estado desea conseguir (16).

Esta política se centra en la importancia de la protección de las fuentes de agua destinadas al consumo humano, así como el mejoramiento continuo de los indicadores de calidad, y así reducir de forma sustancial los riesgos a la salud pública, que implicaría la contaminación de las mismas (2).

Siendo el objetivo principal el garantizar un suministro de agua en condiciones aptas para el consumo humano. Por ello se plantea un control estricto en la prestación de los

servicios, además de una adecuada gestión de los recursos hídricos y la protección de los recursos naturales y el medio ambiente (39).

Con el fin de asegurar la calidad del agua, abastecida por las fuentes mejoradas, a nivel nacional, existe un conjunto de leyes y normas nacionales, destinadas a garantizar y cuidar la calidad del agua, las cuales se sistematizan en el Cuadro 8.

**Cuadro 8.** Normativas nacionales y su jerarquía

Fuente: MMAyA 2016 (39), Elaboración propia.

Jerarquía	Normativa
<b>1° Constitución política del estado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Art. 20: Toda persona tiene derecho al acceso universal y equitativo a los servicios básicos de agua potable.</li> <li>• Art. 373: El Estado promoverá el uso y acceso al agua sobre la base de principios de solidaridad, complementariedad, reciprocidad, equidad, diversidad y sustentabilidad.</li> <li>• Art. 374: El Estado protegerá y garantizará el uso prioritario del agua para la vida.</li> </ul>
<b>2° Leyes nacionales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley 2066, Ley de servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, modificatoria de la Ley 2029.</li> <li>• Ley 031, Ley Marco de Autonomías y Descentralización “Andrés Ibáñez”.</li> <li>• Ley 300, Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien.</li> <li>• Ley 1333, Ley del Medio Ambiente, abril de 1992.</li> <li>• Ley 071, Ley de los Derechos de la Madre Tierra</li> <li>• Código de Salud, Decreto Ley 15629 de 1978.</li> </ul>
<b>3° Decretos supremos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Decreto Supremo 29894, que define la estructura organizativa del órgano ejecutivo del Estado Plurinacional de Bolivia.</li> </ul>
<b>4° Reglamentos y normas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NB 512 - Agua Potable - Requisitos.</li> <li>• Reglamento Nacional para el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.</li> <li>• NB 495- Agua Potable- Definiciones y Terminología.</li> <li>• NB 496-Agua Potable-Toma de Muestras,</li> <li>• NB 689 Instalaciones de agua - Reglamentos Técnicos de Diseño para Sistemas de Agua Potable.</li> <li>• Reglamento Nacional de Prestación de Servicios de Agua Potable.</li> </ul>

### 1.5.3 Hidrografía de Bolivia – Fuentes Naturales de Agua.

Bolivia se encuentra constituida por tres grandes cuencas hidrográficas, denominadas cuenca del Amazonas, cuenca del Rio de la Plata y cuenca Endorreica o del Altiplano (44). Estas macrocuencas a su vez están constituidas por 10 subcuencas, 270 ríos

principales, 184 lagos y lagunas, unos 260 humedales, pequeños y medianos, y seis salares (**Fig. 9**). Estas diferencias geográficas influyen también en el riesgo de desastres naturales, que se presentan cada año y que generan un impacto negativo sobre la calidad de sus aguas y en la salud de las personas que habitan dichas regiones (**Anexo 2**).

La cuenca del Amazonas, es la más grande en Bolivia, representa el 65% del territorio nacional, con una extensión de 720.792 Km<sup>2</sup>, seguido de la cuenca de la Plata, con una extensión de 225.492 Km<sup>2</sup> (20,53% de superficie), mientras que la cuenca del Altiplano solo representa el 13,81% de la superficie, con una extensión de 151.722 Km<sup>2</sup> (44).



**Figura 9.** Cuenas hidrográficas de Bolivia.

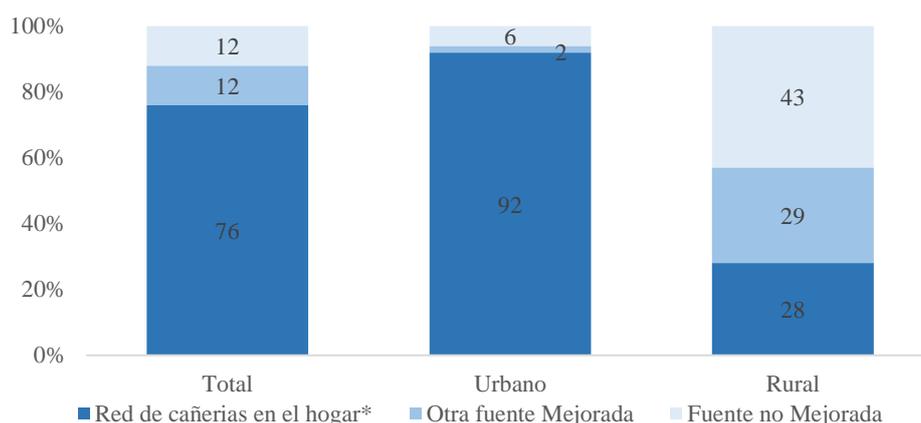
Fuente: MMAyA, 2010 (44).

La disponibilidad de agua en Bolivia está directamente relacionada con su posición geográfica en la zona ecuatorial septentrional y con las condiciones climáticas características para cada cuenca (45). Estas unidades hidrográficas (**Anexo 3**), presentan distintas precipitaciones anuales, siendo la cuenca del Amazona la que tiene el mayor registro con 1.814 mm/año, seguido la cuenca de la Plata 854 mm/año y con solo 421 mm/año, es la del Altiplano la que menor registro de precipitación a nivel nacional (39).

### 1.5.3.1 Disponibilidad de agua potable en Bolivia

Cabe resaltar que en Bolivia la clasificación de fuentes de agua mejoradas, tanto el área urbana y área rural, está constituida por la cañería de red dentro de la vivienda o fuera de ella, pero dentro del terreno, además de las piletas públicas y los pozos perforados y entubados. En área rural, también se incluye como una fuente mejorada, el agua que proviene de los pozos excavados protegidos y de las vertientes protegidas.

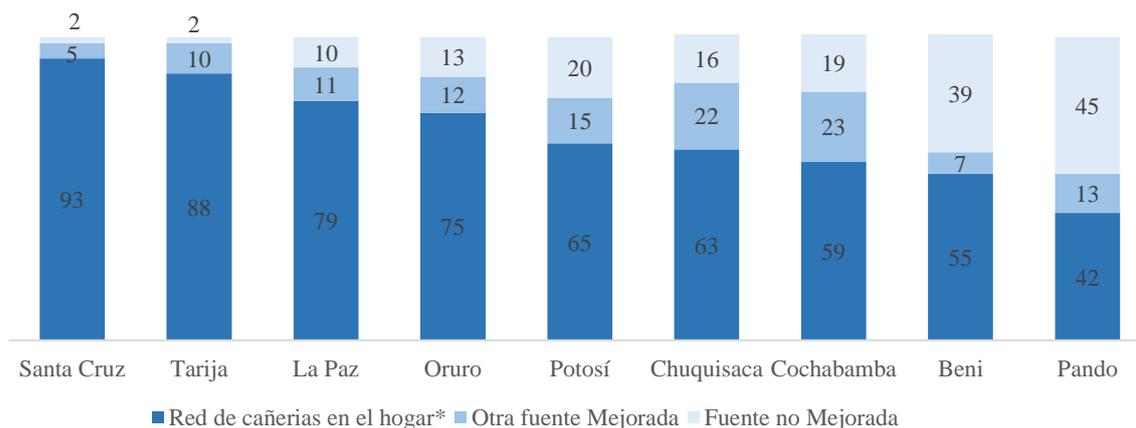
En Bolivia, la oferta de agua dulce, por habitante es aproximadamente de 50.000 m<sup>3</sup>/habitante/año; sin embargo, el problema radica en que esta cantidad de agua está mal distribuida (46). Sin embargo, gracias esfuerzos conjuntos a nivel, nacional, departamental y local han logrado avances significativos en acceso de la población al agua potable, prueba de ello es 76% de la población tiene acceso a una conexión de red de cañería dentro de la vivienda o del terreno, y otro 12 % tiene acceso al agua, mediante otras fuentes mejoradas (**Fig. 10**). Pese a ello, al comprar los datos, diferenciando el área rural y urbana, se puede evidenciar una gran disparidad en cuanto al acceso a las fuentes mejoras. Así, por ejemplo, en el área urbana el 94 % de la población, se abastece por a algún tipo de fuente de agua mejorada, y el área rural lo hace el 57 %. Pero el dato que más resalta y cual sugiere y necesita mejoras a nivel nacional, es el 43 % de la población vive en zonas rurales, la cual no cuenta con un abastecimiento de agua a partir de una fuente mejorada (47).



**Figura 10.** % Población abastecida, según el tipo de fuente de agua, 2016.

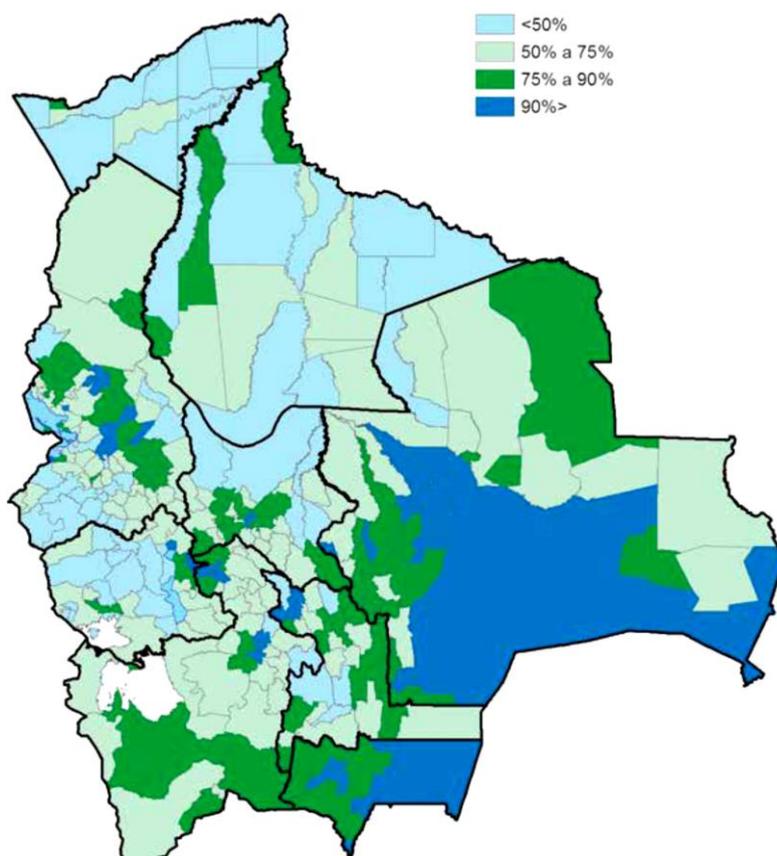
**Fuente:** UDAPE 2017 (47), Elaboración propia.

A pesar del notable avance en el acceso a fuentes mejoradas de agua (**Fig. 11**), en el ámbito nacional, solo Santa Cruz, Tarija y La Paz se encuentran por encima de la media nacional (88%), quedando 6 departamento por debajo de ella. Situación que nuevamente refleja una desigualdad a nivel departamental, en el acceso de agua en Bolivia (47).



**Figura 11.** % Población abastecida, según Departamento y el tipo de fuente de agua, 2016.  
**Fuente:** UDAPE 2017 (47), Elaboración propia.

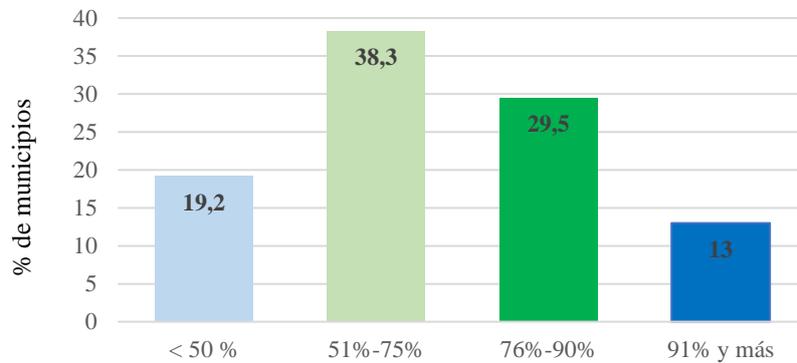
Así mismo, al analizar la cobertura de acceso a fuentes mejoradas de agua, por desagregación municipal, nuevamente se evidencia disparidades abrumadoras, mostrando que el acceso es mayor en municipios capitales de departamento (**Fig. 12**).



**Figura 12.** Cobertura de fuentes mejoradas de agua por municipio, 2012.  
**Fuente:** UDAPE 2017 (47).

Prueba de ello, es que, a nivel nacional, más del 42 % de los municipios tienen una población con una cobertura mayor del 75 %, por otro lado, el 19,2% de los municipios no llega ni al 50% de cobertura (**Fig. 13**). Esta realidad sugiere la necesidad de políticas,

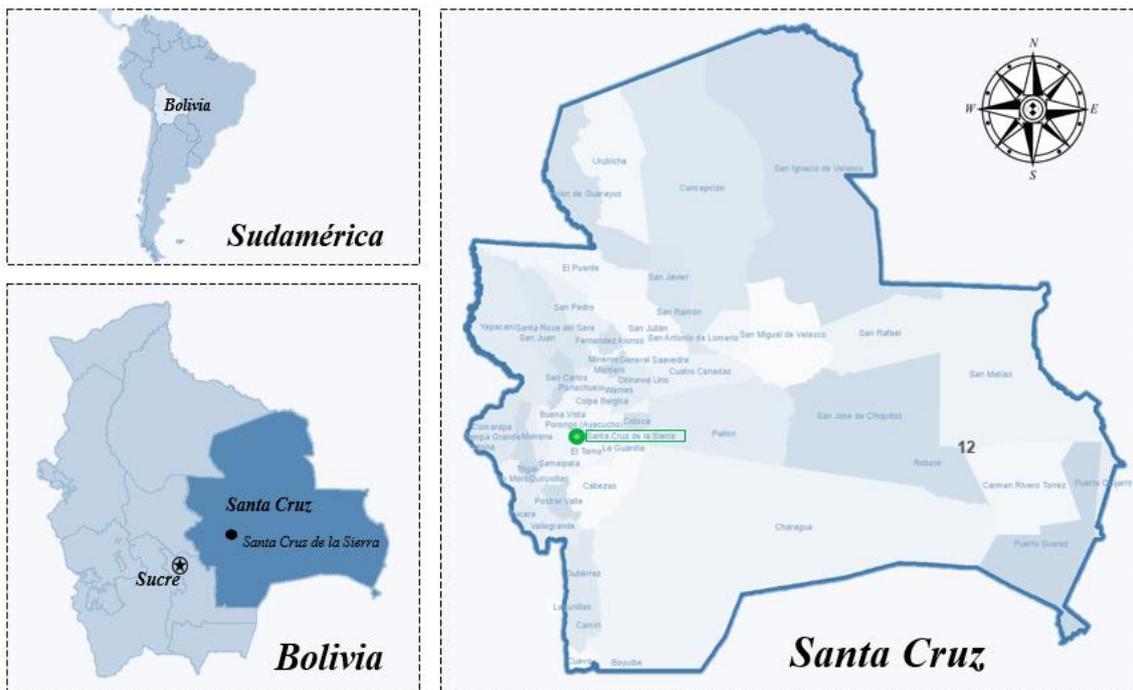
programas y proyectos locales, que permitan fortalecer las capacidades municipales y responder a sus necesidades de manera más efectiva, sobre todo en los municipios que son más afectados por las amenazas naturales (**Anexos 4 y 5**).



**Figura 13.** Porcentaje de municipios de acuerdo a los rangos de cobertura, 2012.  
**Fuente:** UDAPE 2017 (47), Elaboración propia.

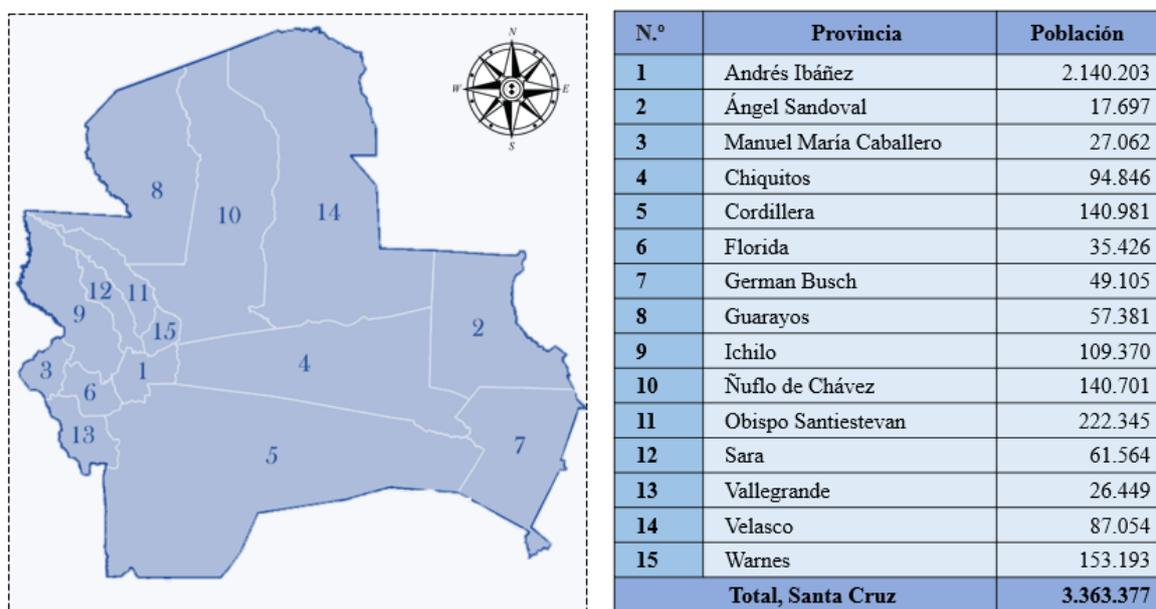
### 1.6. Santa Cruz – Contexto Departamental

Santa Cruz es el departamento más grande de los 9 que conforman Bolivia, está ubicado al este del país, ocupa un tercio del territorio nacional (33.74%), con una extensión 370.621 km<sup>2</sup>. Limita al norte y este con la República Federativa de Brasil, al sur con República de Paraguay, al suroeste con el departamento de Chuquisaca, al oeste con el departamento de Cochabamba y al noroeste con el departamento del Beni (**Fig. 14**). Este departamento presenta 15 provincias y es la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, ubicada en la Provincia Adres Ibáñez.



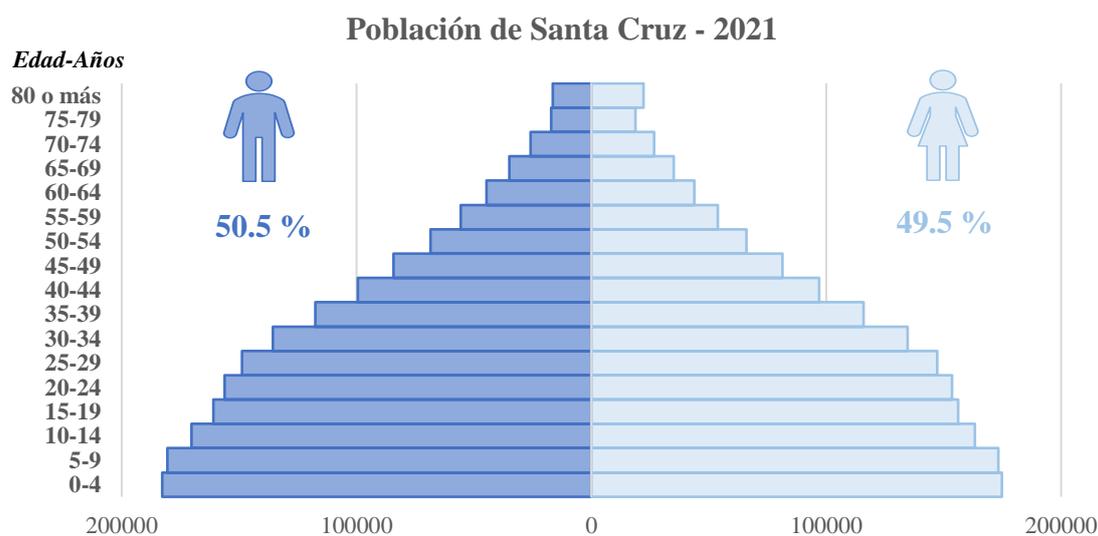
**Figura 14.** Ubicación geográfica del Departamento de Santa Cruz, Bolivia.

Santa Cruz es también, el departamento más poblado de Bolivia, con 3.363.377 habitante (**Fig. 15**), es decir alberga a más de un tercio de la población nacional y se estima que esta sobrepase los 3 millones y medio aproximadamente, para el 2025 (35).



**Figura 15.** Población de Santa Cruz, de acuerdo a la provincia, proyecciones 2021.  
Fuente: INE 2020 (48), Elaboración propia.

Al igual que Bolivia, La estructura poblacional de Santa cruz, para el 2021, según el *Índice de Sundbarg* (IS): es de carácter "Progresiva" y de acuerdo al *Índice de Friz* (IF): esta población continúa aún "Joven" (**Fig. 16**).



**Figura 16.** Estructura de la población de Santa Cruz, por sexo y edad, proyecciones 2021.  
Fuente: INE 2020 (49), Elaboración propia.

El índice de desarrollo humano en Santa Cruz (0,821), es más alto que el promedio nacional (0,675) y se estima que para el 2025, este se mantenga como líder. Esta situación

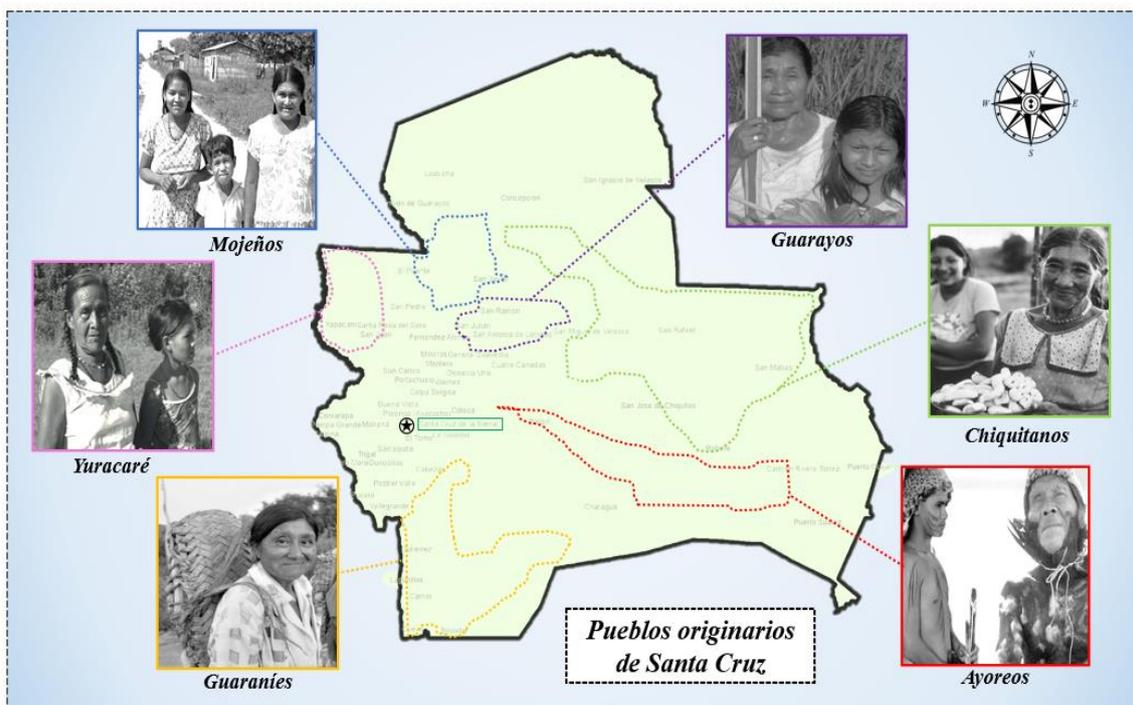
puede ser explicada por un mayor ingreso económico, mejores condiciones de salud, educación y servicios básicos, con respecto a los otros departamentos del país (50).

Todas estas estas condiciones socioeconómicas han sido fundamental a la hora de convertir a Santa Cruz como el motor de la economía nacional y por consiguiente ha favorecido a la migración interna y con ello la diversidad cultural.

Actualmente en Santa Cruz, uno de cada cuatro habitantes, ha nacido fuera del departamento, es por ello que la población Cruceña (gentilicio), se constituye por mestizos, extranjeros y pueblos originarios. Es importante resaltar que en Santa Cruz los pueblos originarios, juegan un papel importante en la permanente construcción de la identidad cruceña y los objetivos de desarrollo socio-económicos del departamento.

### 1.6.1 Pueblos originarios de Santa Cruz

De acuerdo a la Confederación de Pueblos Indígenas de Bolivia – CIDOB y el Apoyo Para el Campesino-Indígena del Oriente Boliviano APCOB, en Santa Cruz, se encuentran 6 de los 36 grupos étnicos reconocidos a nivel nacional (**Fig. 17**). Según el censo nacional del 2012 y APCOB en Santa Cruz, la población indígena fue aproximadamente 250.000, distribuidos en los grupos originarios Ayoreo, Guaraní, Guarayo, Chiquitano, Mojeño y Yuracaré, cuyas características se detallan en los Cuadros 9 al 14 (51).



**Figura 17.** Distribución geográfica de pueblos originarios de Santa Cruz.

**Cuadro 9.** Características del Pueblo Ayoreo en Santa Cruz, Bolivia – 2012.

Fuente: INE 2020, Elaboración propia.

Ayoreos	
<b>Población</b>	1.944
<b>Comunidades</b>	33
<b>Familia lingüística</b>	Zamuco
<b>Idioma</b>	Ayoreo
<b>Utilización del idioma nativo</b>	Muy alta
<b>Ecosistema</b>	Bosque Semidecidual Chiquitano Campos Cerrados y Sabanas Húmedas
<b>Territorios titulados</b>	Territorio Ayoreo Rincón del Tigre, Territorio Ayoreo Santa Teresita, Territorio Ayoreo Tobité y Territorio Ayoreo de Zapocó
<b>Provincia</b>	Andrés Ibáñez, Chiquitos, German Bush y Ñuflo de Chávez
<b>Municipios</b>	Santa Cruz de la Sierra, PAILON, Roboré, San José, Puerto Quijarro, puerto Suarez, concepción y cuatro cañadas
<b>Organización</b>	Central Ayorea Nativa del Oriente Boliviano (CANOB)

**Cuadro 10.** Características del Pueblo Guarayo en Santa Cruz, Bolivia – 2012.

Fuente: INE 2020, Elaboración propia.

Guarayo	
<b>Población</b>	22.888
<b>Comunidades</b>	21
<b>Familia lingüística</b>	Tupí-guaraní
<b>Idioma</b>	Gwarayú
<b>Utilización del idioma nativo</b>	Alta-Mediana
<b>Ecosistema</b>	Bosque Húmedo de Llanura y Sábanas Húmedas
<b>Territorios titulados</b>	Territorio Indígena del Pueblo Guarayo
<b>Provincia</b>	Guarayos y Andrés Ibáñez
<b>Municipios</b>	Ascensión de Guarayos, El Puente, Urubichá y Santa Cruz de la Sierra.
<b>Organización</b>	11 capitanías de Zonas afiliadas a la Asamblea del Pueblo Guaraní (APG)

**Cuadro 11.** Características del Pueblo Mojeño en Santa Cruz, Bolivia – 2012.

Fuente: INE 2020, Elaboración propia.

Mojeño	
<b>Población</b>	5.107
<b>Comunidades</b>	7
<b>Familia lingüística</b>	Arawak
<b>Idioma</b>	Mojeño
<b>Utilización del idioma nativo</b>	Baja
<b>Ecosistema</b>	Bosque húmedo de llanura
<b>Territorios titulados</b>	Territorio Yuracaré y Trinitaria El Pallar
<b>Provincia</b>	Yapacaní y Santa Cruz de la Sierra
<b>Municipios</b>	Ichilo y Andrés Ibáñez
<b>Organización</b>	Consejo Indígena del Pueblo Yuracaré-Mojeño (CIPYM) Asociación Mojeña de Santa Cruz de la Sierra (AMOSCS)

**Cuadro 12.** Características del Pueblo Guaraní en Santa Cruz, Bolivia - 2012

Fuente: INE 2020, Elaboración propia.

<b>Guaraníes</b>	
<b>Población</b>	71.101
<b>Comunidades</b>	253
<b>Familia lingüística</b>	Tupí-guaraní
<b>Idioma</b>	Guaraní
<b>Utilización del idioma nativo</b>	Alta-Mediana
<b>Ecosistema</b>	Bosque Seco Chaqueño, Bosque Serrano Chaqueño y Bosque Tucumano-Boliviano.
<b>Territorios titulados</b>	Alto Parapetí, Charagua Norte, Charagua Sur o Parapitiguazu, Isoso, Lupaguazu, Kaaguazu, Kaaami, Kaipependi Kaarovaicho y Takovo Mora
<b>Provincia</b>	Cordillera, Andrés Ibáñez, Warnes, Sara, Ichilo, Obispo Santiestevan y Nuflo de Chávez.
<b>Municipios</b>	Boyube, Cabezas, Camiri, Charagua, Cuevo, Gutiérrez, lagunillas, Warnes, Colpa Bélgica y Santa cruz de la Sierra
<b>Organización</b>	11 capitanías de Zonas afiliadas a la Asamblea del Pueblo Guaraní (APG)

**Cuadro 13.** Características del Pueblo Chiquitano en Santa Cruz, Bolivia - 2012

Fuente: INE 2020, Elaboración propia.

<b>Chiquitano</b>	
<b>Población</b>	142.822
<b>Comunidades</b>	465
<b>Familia lingüística</b>	Aislada
<b>Idioma</b>	Chiquitano o Bésiro
<b>Utilización del idioma nativo</b>	baja
<b>Ecosistema</b>	Bosque Semideciduo Chiquitano, Bosque Húmedo del Escudo Precámbrico, Campos Cerrados y Sabanas Húmedas
<b>Territorios titulados</b>	Territorio Guarasawe Chiquitano de Bajo Paragua, Territorio Chiquitano de Lomerio, Territorio Chiquitano de Monte Verde, Territorio Chiquitano pantanal, Territorio Chiquitano Turubó Este
<b>Provincia</b>	Chiquitos, German Bush, Nuflo de Chávez, Sandoval, Velasco y Andrés Ibáñez
<b>Municipios</b>	Ascensión de Guarayos, El Puente, Urubichá y Santa Cruz de la Sierra.
<b>Organización</b>	11 capitanías de Zonas afiliadas a la Asamblea del Pueblo Guaraní (APG)

**Cuadro 14.** Características del Pueblo Yuracaré en Santa Cruz, Bolivia - 2012

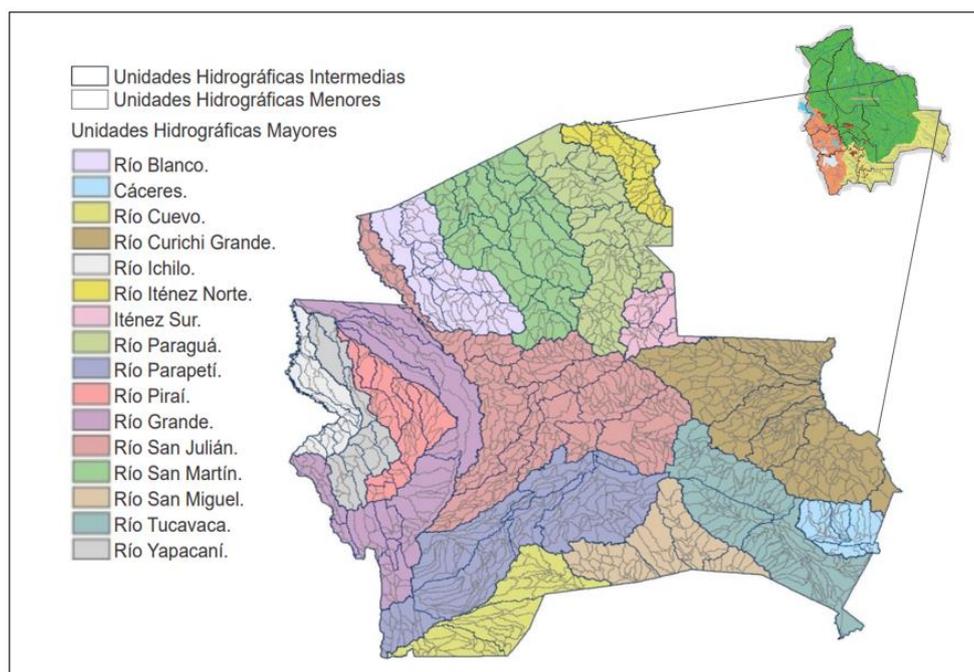
Fuente: INE 2020, Elaboración propia.

<b>Yuracaré</b>	
<b>Población</b>	520
<b>Comunidades</b>	7
<b>Familia lingüística</b>	Aislada
<b>Idioma</b>	Yuracaré
<b>Utilización del idioma nativo</b>	Baja
<b>Ecosistema</b>	Bosque Húmedo de Llanura Bosque Montano húmedo
<b>Territorios titulados</b>	Territorio Yuracaré y Trinitaria El Pallar
<b>Provincia</b>	Ichilo, Andrés Ibáñez y Warnes
<b>Municipios</b>	Yapacaní, Santa Cruz de la Sierra y Warnes
<b>Organización</b>	Consejo Indígena del Pueblo Yuracaré-Mojeño (CIPYM)

## 1.6.2 Hidrografía de Santa Cruz

Si bien en Santa Cruz la disponibilidad del agua no es escasa, es preciso plantear un uso sostenible de este recurso. Para a ello, también es importante, proteger los recursos de cobertura boscosa, ya que estos, guardan una relación estrecha de dependencia, que alimentan y mantienen la calidad del agua superficial y subterránea. Ambos imprescindibles para el sustento de más de 3 millones de personas que habitan el departamento (52).

Las aguas superficiales que discurren por departamento, formando ríos, lagos, lagunas, pantanos, curichis, humedales, y otros similares, pertenecen en la mayor parte a la cuenca del Amazonas y en menor proporción a la cuenca de la Plata. De acuerdo a la MMAyA y Dirección de Manejo de Cuencas – SEARPI, utilizando la Metodología Pfafstetter, a nivel 4, los sistemas acuáticos superficiales en Santa Cruz se pueden delimitar y codificar en 16 unidades hidrográficas mayores (**Fig. 18**), 110 Unidades hidrográficas intermedias. 1717 unidades hidrográficas menores (44,53).



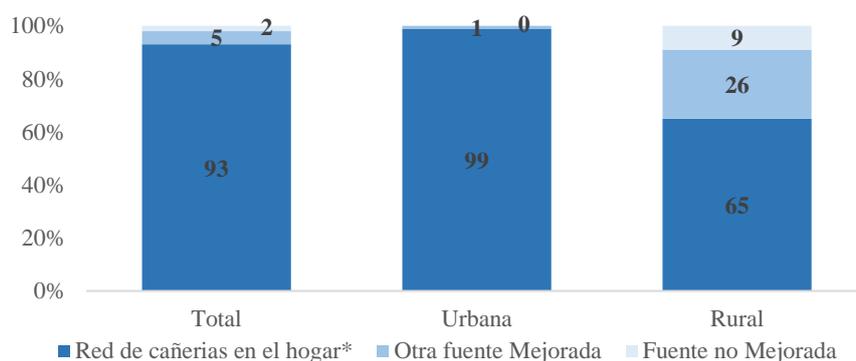
**Figura 18.** Unidades hidrográficas - Santa Cruz, Metodología Pfafstetter.

**Fuente:** GAD Santa Cruz, 2011 (53). Elaboración propia.

Por otra parte, las aguas subterráneas, cumplen un importante papel en la naturaleza y la funcionalidad de los ecosistemas. Estas son esenciales para mantener el caudal de base de muchos ríos y la humedad del suelo en las riberas y en las tierras bajas, llegando a constituir de esta forma, la principal fuente de agua para abastecer el departamento (52).

### 1.6.3 Accesibilidad del agua en Santa Cruz

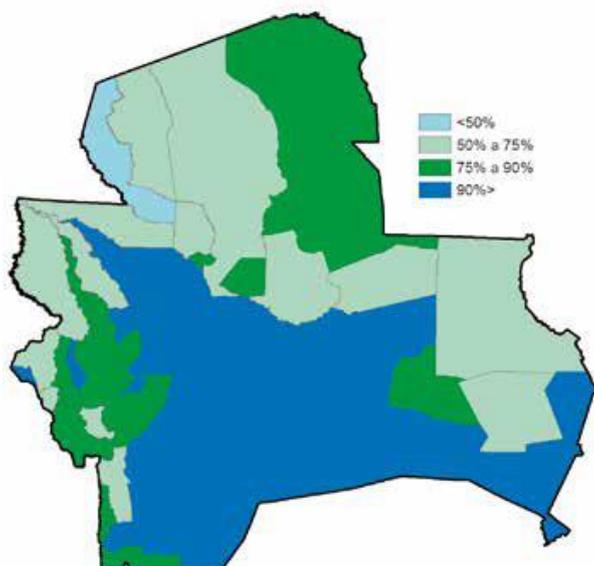
Si bien Santa Cruz, a nivel nacional, es el departamento cuya población de forma general, presenta los mayores índices de acceso a fuentes agua mejoradas (98 %), cuando se analizan estos accesos de acuerdo a las zonas, se puede observar ciertas diferencias. En la Gráfica 19, se puede evidenciar que el 100% de la población del área urbana, tiene acceso a fuentes de aguas mejoradas, mientras que, en el área rural, este se reduce al 91% de la población, lo que significa que el 9 % de la población de esta área, el abastecimiento de agua, no es se realiza por una fuente mejorada.



**Figura 19.** % Población de Santa Cruz abastecida, según el tipo de fuente de agua, 2016.

**Fuente:** UDAPE 2017 (47), Elaboración propia.

De acuerdo UDAPE a nivel nacional, 8 de los 10 municipios con mayor porcentaje de población abastecida con fuentes de agua mejoradas, se encuentran en el departamento de Santa Cruz (47). Sin embargo, al analizar todos los municipios que componen el departamento, se puede evidenciar una heterogeneidad entre sus municipios (**Fig. 20**).



**Figura 20.** Cobertura de fuentes mejoradas de agua en Santa Cruz, por municipio, 2012.

**Fuente:** UDAPE 2017 (47).

## 1.7. Enfermedades Diarreicas Agudas en Bolivia

De acuerdo al Ministerio de Salud, más del 90% de las EDA en Bolivia son transmitidas o están relacionadas con el agua. Además, un gran porcentaje de las enfermedades transmitidas por los alimentos “ETA” se debe a la contaminación directa de estos, con agua contaminada previamente, convirtiendo así, el acceso al agua de calidad, en un factor determinante de la salud. Por ello las EDA, en conjunto con las infecciones respiratoria “IRA”, son el origen principal de la desnutrición, la cual representa la causa más importante de mortalidad infantil en el país (54,55).

A nivel nacional, para el año 2008, alrededor del 30% de los niños menores de 5 años, presentaron una EDA y estas fueron la causa de más 12.000 muertes. Pese a que, la prevalencia de estas para el año 2016 se habían disminuido hasta en 50 %, hoy en día, siguen representando un importante problema de salud pública, asociado poblaciones rurales, sin acceso a fuentes de agua mejoradas (56,57).

En Bolivia, un tercio de los casos de EDA registrados de forma anual, se concentran en los departamentos de Santa Cruz, La Paz y Cochabamba, coincidiendo de esta forma, con los tres principales núcleos poblacionales de Bolivia (**Cuadro 15**). También se observa, que a pesar de tener tendencia disminuir, en el año 2017, se han registrado un mayor número de casos, tanto a nivel departamental como nacional, datos que coinciden con un año de mayores registros de fenómenos asociados al cambio climático, como ser las sequias, inundaciones e incendios forestales (58). Situación que confirma la relación existen entre la prevalencia de enfermedades transmitidas por el agua y la alteración de la calidad de esta, provocada por desequilibrio en el medio ambiente(59).

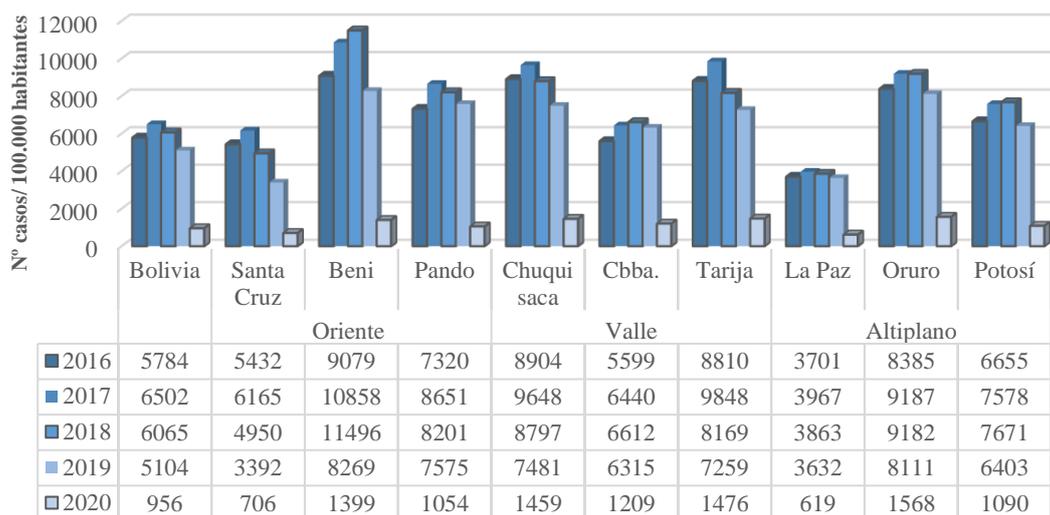
**Cuadro 15.** Número de casos de EDA registrados por departamento, según año.

Fuente: Ministerio de Salud y Deportes (60–62). Elaboración propia.

Regiones		2016	2017	2018	2019	2020*
Oriente	Santa Cruz	165315	191648	157065	109805	23297
	Beni	42054	51211	55211	40440	6967
	Pando	9784	11993	11778	11258	1619
Valle	Chuquisaca	55273	60501	55741	47900	9444
	Cochabamba	108389	126603	131981	127976	24866
	Tarija	47900	54505	46008	41579	8596
Altiplano	La Paz	106663	115451	113511	107773	18548
	Oruro	43930	48611	49048	43723	8527
	Potosí	57921	66470	67837	57096	9801
<b>Bolivia</b>		<b>637228</b>	<b>726993</b>	<b>688179</b>	<b>587550</b>	<b>111665</b>

\* Primer bimestre del año

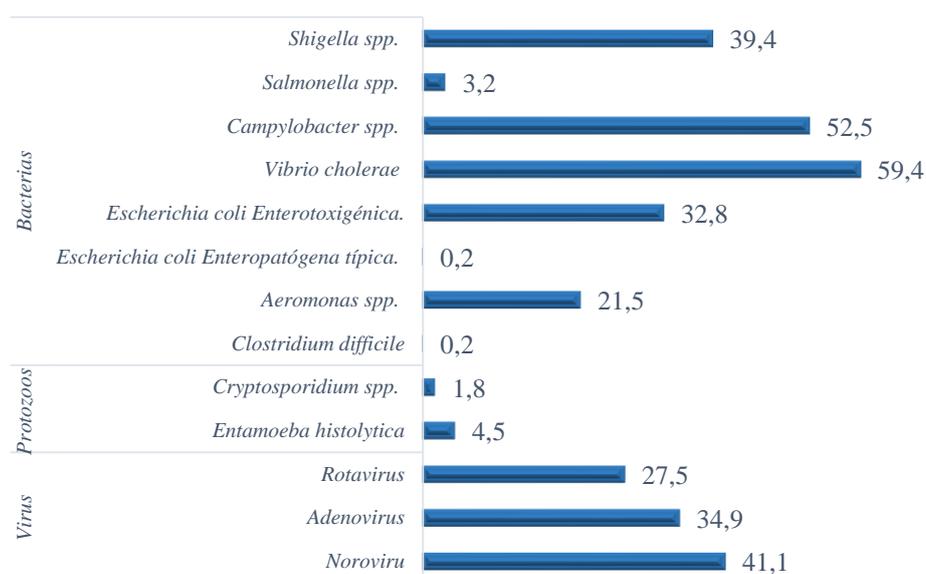
Del año 2016 al 2019, Bolivia ha registrado una tasa de incidencia mayor de 5000 casos por cada 100000 habitantes, situación que, es superada por 7 departamentos, donde el Beni presenta las mayores tasas de incidencia a nivel nacional. Mientras que los departamentos de Santa Cruz y La Paz, son los únicos cuyas tasas, son inferiores a las nacionales (Fig. 21).



**Figura 21.** Tasas de incidencia en Bolivia y sus departamentos / 100000 habitantes.

**Fuente:** Ministerio de Salud y Deportes (60–62). Elaboración propia.

De acuerdo a GBD, en Bolivia los agentes etiológicos causante de EDA, que presentan una mayor tasa mortalidad, por cada 100.000 habitantes, son las bacterias: *V. cholerae*, *Campylobacter* spp. *Shiguella* spp, seguidas de los virus: norovirus, adenovirus, mientras que, *E. histolytica* registra la mayor tasa dentro del grupo de los protozoos (Fig. 22).



**Figura 22.** Tasa de mortalidad según organismo / 100000 habitantes, en Bolivia, 2015.

**Fuente:** GBD Diarrhoeal Diseases Collaborators (28). Elaboración propia.

## **1.8 Justificación**

El agua, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud, es esencial para la vida y todas las personas deberían disponer de un abastecimiento satisfactorio (suficiente, seguro y accesible) (1). En este sentido y conforme al 6° Objetivo de Desarrollo Sostenible "ODS", todos los esfuerzos destinados a la mejora del abastecimiento de agua de potable, proporcionan beneficios tangibles en el desarrollo de las actividades socioeconómicas y con ello en la calidad de la salud pública (63).

En este sentido un Plan de Seguridad del Agua PSA, constituye una herramienta fundamental en la evaluación sistemática de peligros, el monitoreo operacional y la mejora continua en los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano. Pese a ello, en muchos países latinoamericanos, incluido Bolivia, el abastecimiento del agua de consumo humano, es desarrollado sin tener PSA formalizados, situación que pudiese condicionar el abastecimiento seguro de este recurso (9).

A pesar de que Bolivia, se encuentra entre los 20 países con mayor disponibilidad de agua en el mundo, la distribución de este recurso no es homogénea en todo el territorio nacional. Situación que condiciona el abastecimiento de agua potable y sumado a ello la dispersión poblacional, la poca generación y canalización de proyectos, además la falta de interés de inversión del sector público y privado, han generado que más 30% de la población no tenga cobertura de agua potable.

Si bien Santa Cruz se encuentra entre los departamentos con mayor disponibilidad de agua a nivel nacional, sus recursos hídricos también presentan una distribución espacial y temporal heterogénea. No obstante, de acuerdo Plan de Desarrollo del Gobierno Departamental, en Santa Cruz el 98% de su población cuenta con acceso a fuentes de agua potable, realidad que lo convierte en el departamento con mayor cobertura a nivel nacional (50).

En Santa Cruz, el servicio de agua potable, es suministrado mediante 37 Entidades Prestadoras de Servicios de Agua Potable "EPSA", reguladas por una serie de políticas nacionales (64). Mismas que, buscan garantizar la calidad de los servicios que reciben los usuarios, además asegurar y regular los indicadores de calidad que el agua debe cumplir, para ser considerada apta para el consumo humano (39).

Dentro de los indicadores de calidad que más se tienen en cuenta, a la hora de abastecer el agua potable, son los microbiológicos, ya que estos, representan un alto riesgo para salud y están directamente asociados a la contaminación fecal (3). Es por ello que la vigilancia sanitaria del agua es una intervención de salud pública muy eficaz para la prevención de enfermedades relacionadas con el agua.

Cuando el agua está contaminada, se convierte en el vehículo más importante en la transmisión de enfermedades gastrointestinales. Estas infecciones son responsables mayoritarias (> 90%), de las enfermedades diarreicas agudas “EDA”, las cuales suelen ocurrir de forma simultánea en una alta proporción de la comunidad abastecida, con esta agua (65). Esto debido a que la mayoría de los microorganismos patógenos que pueden ser transmitidos por el agua, infectan el tracto gastrointestinal y son excretadas fácilmente, predisponiendo así, su fácil transmisión (1)(66).

De acuerdo a datos de la OMS las EDA son la primera causa morbilidad y mortalidad en países en vías de desarrollo a nivel global y uno de los principales determinantes del retardo en el crecimiento y mal nutrición infantil (67). Anualmente se registran 4000 millones de casos de enfermedades diarreicas y el 50% se dan en niños, llegando a provocar más de 525.000 muertes anuales en menores de 5 años.

Esta Situación no es ajena a Santa Cruz, según Ministerio de Salud de Bolivia, durante el 2019 en Santa Cruz, se registraron 109.805 casos de EDA y para el primer bimestre del año 2020, ya se habían reportado 23.297 casos (media semanal >2500 casos) de las cuales la mayoría tuvieron un origen hídrico (62) (61). Según la OMS, el 94% de los casos de diarreas infecciosas causada por bacterias, virus y parásitos, podrían evitarse mediante intervenciones tales como el aumento de la disponibilidad de agua potable y el acceso a servicios de saneamiento, además de educación para la salud (68).

Es así que, el garantizar el acceso y la calidad del agua de consumo humano, es la principal medida de prevención de las EDA. Por ello, atendiendo a la problemática que aqueja a Santa Cruz, este proyecto tiene como objetivo principal, reducir la incidencia de la morbilidad de infecciones gastrointestinales transmitidas por el agua de consumo en el departamento de Santa Cruz – Bolivia, para ello se estructurará un programa de vigilancia de infecciones gastrointestinales transmitidas por el agua de consumo, distribuidas por las 37 EPSA en Santa Cruz Bolivia.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Reducir la morbilidad de infecciones gastrointestinales transmitidas por el agua de consumo en el departamento de Santa Cruz – Bolivia, mediante el control de calidad del agua distribuida por las EPSA, con la finalidad de direccionar intervenciones oportunas a diferentes niveles.

### **2.2. Objetivos específicos**

#### **Corto plazo**

Establecer un equipo multidisciplinario de vigilancia y de respuesta rápida frente a brotes de infecciones gastrointestinales transmitidas por el agua de consumo en el departamento de Santa Cruz.

Implementar un programa departamental de control de calidad microbiológica a las aguas de consumo distribuidas por las EPSA en Santa Cruz.

#### **Mediado plazo**

Garantizar el suministro de agua de consumo de calidad, mediante la implementación de un sistema de vigilancia que permita mantener y controlar su aceptabilidad.

#### **Largo plazo**

Reducir la mortalidad de infecciones gastrointestinales transmitidas por el agua de consumo en el departamento de Santa Cruz – Bolivia

Posicionar a Santa Cruz como ente de referencia, a nivel nacional, en la vigilancia de infecciones gastrointestinales transmitidas por el agua consumo.

## **HIPÓTESIS**

Implementando un programa departamental de vigilancia (prevención) que garantice un el acceso y la calidad del agua de consumo, permitirá disminuir la morbilidad de infecciones gastrointestinales transmitidas por el agua de consumo en Santa Cruz, Bolivia.

### III. DESARROLLO DEL PROGRAMA DE SALUD

#### 3.1. Población de referencia y selección de la población de intervención

##### 3.1.1 Población de Santa Cruz

De acuerdo a las estimaciones del INE, la población actual de Santa Cruz es 3.363.377 habitantes, situación que posiciona a este departamento, como el más poblado de Bolivia (35). Resaltando que su capital, la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, concentra más del 50% de la población departamental, con 1.867.673 habitantes (Cuadro 16).

**Cuadro 16.** Proyecciones Poblacionales de Santa Cruz 2020-2022

Fuente: INE 2020 (48), Elaboración propia.

Proyección poblacional 2020-2022				
POBLACIÓN		2020	2021	2022
BOLIVIA		11.677.406	11.841.955	12.006.031
SANTA CRUZ		3.300.603	3.363.377	3.425.399
PROVINCIAS Y MUNICIPIOS				
<b>1</b>	<b>Andrés Ibáñez</b>			
	Santa Cruz de la Sierra	1.831.434	1.867.673	1.903.398
	Cotoca	73.893	76.922	80.023
	Porongo	14.298	14.401	14.496
	La Guardia	108.731	111.525	114.318
	El Torno	67.506	69.682	71.884
<b>2</b>	<b>Warnes</b>			
	Warnes	134.482	139.297	144.193
	Okinawa Uno	13.784	13.896	14.001
<b>3</b>	<b>Velasco</b>			
	San Ignacio de Velasco	66.585	67.594	68.575
	San Miguel de Velasco	12.877	12.973	13.060
	San Rafael	6.457	6.487	6.512
<b>4</b>	<b>Ichilo</b>			
	Buena Vista	14.591	14.764	14.929
	San Carlos	24.240	24.426	24.598
	Yapacaní	59.367	60.091	60.784
	San Juan de Yapacaní	10.019	10.089	10.152
<b>5</b>	<b>Chiquitos</b>			
	San José de Chiquitos	31.607	32.043	32.465
	Pailón	43.461	43.867	44.248
	Roboré	18.639	18.936	19.224
<b>6</b>	<b>Sara</b>			
	Portachuelo	33.363	35.521	37.793
	Santa Rosa del Sara	19.131	19.163	19.182
	Colpa Bélgica	6.808	6.880	6.947

<b>7</b>	<b>Cordillera</b>			
	Lagunillas	6.391	6.478	6.563
	Charagua	36.469	36.651	36.810
	Cabezas	29.422	29.641	29.843
	Cuevo	5.004	5.015	5.022
	Gutiérrez	15.589	15.759	15.921
	Camiri	41.692	42.164	42.613
	Boyuibe	5.220	5.273	5.324
<b>8</b>	<b>Vallegrande</b>			
	Vallegrande	18.316	18.418	18.510
	Trigal	1.611	1.593	1.575
	Moro Moro	2.613	2.599	2.583
	Postrer Valle	2.100	2.086	2.071
	Pucara	1.758	1.753	1.747
<b>9</b>	<b>Florida</b>			
	Samaipata	10.573	10.616	10.653
	Pampa Grande	9.726	9.811	9.889
	Mairana	12.635	12.823	13.006
	Quirusillas	2.192	2.176	2.158
<b>10</b>	<b>Obispo Santiesteban</b>			
	Montero	142.112	144.620	147.078
	Gral. Saavedra	17.180	17.372	17.556
	Mineros	27.710	28.103	28.483
	Fernández Alonso	14.740	14.745	14.742
	San Pedro	17.559	17.505	17.441
<b>11</b>	<b>Ñuflo de Chávez</b>			
	Concepción	25.284	25.863	26.438
	San Javier	17.202	17.406	17.600
	San Ramón	9.536	9.671	9.803
	San Julián	54.460	54.814	55.136
	San Antonio de Lomerío	6.945	6.976	7.004
	Cuatro Cañadas	25.673	25.971	26.256
<b>12</b>	<b>Ángel Sandoval</b>			
	San Matías	17.456	17.697	17.929
<b>13</b>	<b>Manuel María Caballero</b>			
	Comarapa	19.498	19.745	19.982
	Saipina	7.318	7.317	7.310
<b>14</b>	<b>German Busch</b>			
	Puerto Suarez	22.685	22.906	23.113
	Puerto Quijarro	19.054	19.197	19.328
	Carmen Rivero Torrez	6.932	7.002	7.069
<b>15</b>	<b>Guarayos</b>			
	Ascensión de Guarayos	34.510	35.132	35.743
	Urubichá	8.007	8.068	8.122
	El Puente	14.158	14.181	14.196

### 3.1.2 Entidades Prestadoras de Servicios de Agua Potable ‘EPSA’s’ de Santa Cruz

En Bolivia de acuerdo con la NB 512 y el Reglamento de NB 512, las Entidades Prestadoras de Servicios de Agua Potable ‘EPSA’, son las responsables del control de la calidad del agua suministrada a la población (39). En Santa Cruz, este sistema de abastecimiento de agua potable es realizado por las 37 EPSA, mismas que en su totalidad serán tomadas en cuenta para la puesta en marcha de este proyecto (**Cuadro 17**).

A nivel nacional las 70 EPSA (**Anexo 6**), son reguladas, supervisadas y fiscalizadas por la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico ‘AAPS’, donde:

- *“La regulación es la función de establecer reglas, respaldadas por el uso de sanciones, que están orientadas al mejoramiento del desempeño técnico y económico de las EPSA.*
- *La supervisión es la función que permite verificar el cumplimiento de las obligaciones legales y técnicas por parte de las EPSA, así como verificar el cumplimiento de sus documentos de planificación.*
- *La fiscalización es la función de imponer medidas correctivas y sanciones a las EPSA, para el cumplimiento del control de la calidad del agua según disposiciones o regulaciones dictadas por la AAPS y de las obligaciones contenidas en la normativa vigente” (40).*

En este sentido la AAPS, otorga los derechos de uso y de aprovechamiento de fuentes de agua para consumo humano, además, de la prestación de servicios de agua potable y saneamiento básico a las EPSA bajo el régimen de Licencias y Registros, de acuerdo con los siguientes criterios de población y territorialidad, detallados en la Figura 23 (69).



**Figura 23.** Categorización de EPSA según Población.  
Fuente: MMAyA & AAPS, 2021(69)

Atendiendo esta normativa, las EPSA tienen la responsabilidad en cuanto al control de la calidad del agua para consumo humano hasta la conexión domiciliar, estando exentas del control las instalaciones internas (39). En sistemas de abastecimiento de agua que incluyen piletas públicas, cisternas o tanques públicos de distribución de agua, la responsabilidad de las EPSA llega hasta el punto de abastecimiento, siempre y cuando se encuentre bajo su administración (64).

**Cuadro 17. EPSA en el Departamento de Santa Cruz.**

Fuente: AAPS, 2020 (64), Elaboración propia.

Nº	Sigla	Nombre del operador del servicio	Cat	Provincia	Ciudad
1	6 DE OCTUBRE	Cooperativa de Servicios Públicos 6 de octubre Ltda.	C	Germán Busch	Puerto Quijarro
2	EMAPSA-AG	Empresa Municipal de Agua Potable, Servicios y Alcantarillado	D	Guarayos	Asensión de Guarayos
3	CAPCHI	Cooperativa de Agua Potable Independencia Ltda.	D	Obispo Santisteban	Fernández Alonzo
4	COOPAGUAS	Cooperativa de Servicios Públicos 1ro de Mayo Ltda.	B	Andrés Ibáñez	Santa Cruz
5	COMAYO	Cooperativa de Servicios Públicos 1º de Mayo Ltda.	C	Chiquitos	San José De Chiquitos
6	COOPAGUAB	Cooperativa de Servicios Públicos Buena Vista Ltda.	C	Ichilo	Buena Vista
7	COOPAPPI	Cooperativa de Servicios Públicos Pampa de La Isla Ltda.	B	Andrés Ibáñez	Santa Cruz
8	COOPLIM	Cooperativa de Servicios Públicos Limoncito Puerto Rico Ltda.	C	Andrés Ibáñez	El Torno
9	COOPLAN	Cooperativa de Servicios Públicos De Agua Potable y Alcantarillado Plan Tres Mil Ltda.	B	Andrés Ibáñez	Santa Cruz
10	COOSIV	Cooperativa de Servicios Públicos San Ignacio de Velasco Ltda.	C	Velasco	San Ignacio De Velasco
11	COOSPELCAR	Cooperativa de Servicios Públicos El Carmen Ltda.	C	Andrés Ibáñez	Santa Cruz
12	COSAJU	Cooperativa de Servicios De Agua Potable San Julian Ltda.	C	Ñuflo De Chávez	San Julián
13	COSMOL	Cooperativa de Servicios Públicos Montero Ltda.	B	Obispo Santisteban	Montero
14	COSAP	Cooperativa de Servicios De Agua Potable COSAP Ltda.	C	Andrés Ibáñez	Cotoca
15	COSPAIL	Cooperativa de Servicios Públicos Andrés Ibáñez Ltda.	B	Andrés Ibáñez	Santa Cruz
16	SAGUAPAC	Cooperativa de Servicios Públicos Santa Cruz R.L.	A	Andrés Ibáñez	Santa Cruz
17	COOSAJOSAM	Cooperativa de Servicios Públicos San José Santa Martha Ltda.	D	Andrés Ibáñez	La Guardia
18	COSEPFA	Cooperativa de Servicios Públicos Fernandez Alonso Ltda.	D	Obispo Santisteban	Fernández Alonso

19	COSCHAL	Cooperativa de Servicios Públicos Villa Los Chacos Ltda.	C	Andrés Ibáñez	Santa Cruz
20	COSPUS R.L.	Cooperativa de Servicios Públicos de Agua Potable Y Alcantarillado Saavedra R.L.	D	Obispo Santisteban	Saavedra
21	COSEPCO	Cooperativa de Servicios Públicos Concepción Ltda.	C	Ñuflo De Chávez	Concepción
22	COSEPUR	Cooperativa de Servicios Públicos Roboré Ltda.	C	Chiquitos	Roboré
23	COSEPW	Cooperativa de Servicios Públicos Warnes Ltda.	C	Warnes	Warnes
24	COSFAL	Cooperativa de Servicios Públicos Nuestra Señora De Fátima Ltda.	C	Chiquitos	Pailón
25	COSIMBO	Cooperativa de Servicios Públicos Libertador Simón Bolívar Ltda.	C	Andrés Ibáñez	La Guardia
26	COSMIN	Cooperativa de Servicios Públicos Minero Ltda.	C	Obispo Santisteban	Mineros
27	COSMON	Cooperativa de Servicios Públicos Montes Claros Ltda.	C	Vallegrande	Vallegrande
28	COSPHUL	Cooperativa de Servicios Públicos Humberto Leigue Ltda.	C	Andrés Ibáñez	Santa Cruz
29	COSPOL	Cooperativa de Servicios Públicos Portachuelo Ltda.	C	Sara	Portachuelo
30	COSPUGEBUL	Cooperativa de Servicios Públicos Germán Busch Ltda.	C	Ichilo	Yapacaní
31	COSSAJA	Cooperativa de Servicios Públicos San Javier Ltda.	C	Ñuflo De Chávez	San Javier
32	FLORIDA	Cooperativa de Servicios Públicos Florida Ltda.	C	Florida	Samaipata
33	LA GUARDIA	Cooperativa de Servicios Públicos La Guardia Ltda.	C	Andrés Ibáñez	La Guardia
34	LA PORTEÑA	Cooperativa de Servicios Públicos La Porteña Ltda.	C	Germán Busch	Puerto Suárez
35	SEAPAS	Cooperativa de Servicios Públicos El Torno Santa Rita Ltda.	C	Andrés Ibáñez	El Torno
36	JOROCHITO	Cooperativa de Servicios Públicos San Juan Ltda.	D	Andrés Ibáñez	El Torno
37	SAJUBA	Cooperativa de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado San Juan Bautista Ltda.	B	Andrés Ibáñez	Santa Cruz

Ya que los gobiernos autónomos municipales o departamentales deben asumir las acciones que les correspondan, para garantizar el control de calidad del agua de consumo humano provista por las EPSA, que atienden a poblaciones menores a 2.000 habitantes (área rural) (3)

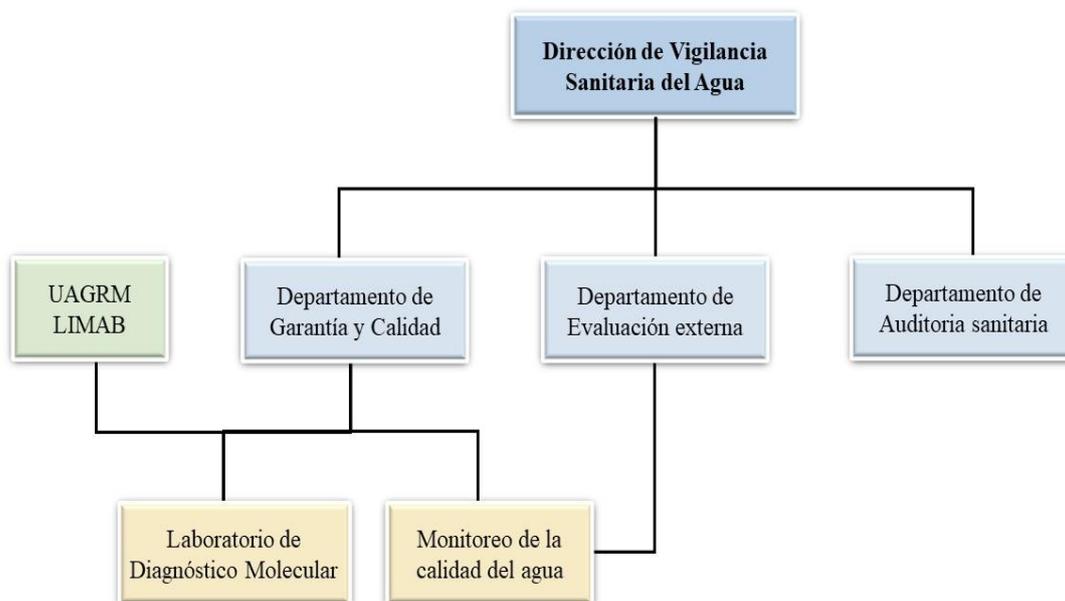
Este proyecto se ejecutará desde el GAD de Santa Cruz, haciendo énfasis en el control de calidad de agua a las EPSA que abastecen a poblaciones mayores a 2.000 habitantes dentro del departamento (3,38).

### 3.2. Relación de las actividades propuestas para alcanzar cada objetivo.

El proyecto que se presenta, consiste en la implementación de un programa de vigilancia de infecciones gastrointestinales transmitidas por el agua de consumo en Santa Cruz Bolivia. El cual se ejecutará desde el GAD de Santa Cruz y pretende llevarse a cabo en tres fases, que se desarrollarán en periodo en 1 año y medio (18 meses).

#### 3.2.1. Equipo multidisciplinario de Vigilancia Sanitaria – Fase I

Se plantea que este equipo multidisciplinario tenga una dirección administrativa, denominada Dirección de Vigilancia Sanitaria del Agua "DIVISA", la cual será dependiente de la administración del GAD de Santa Cruz, a través del Servicio Departamental de Salud "SEDES", en conjunto con la Secretaría Departamental de Medio Ambiente. Esta dirección estará conformada por tres departamentos: el Departamento de Auditoría sanitaria, el Departamento de evaluación externa y el Departamento de Garantía y Calidad que, en coordinación con el LIMAB, serán responsables del Laboratorio de Diagnóstico Molecular y del Monitoreo de Calidad del Agua de consumo (Fig. 24).



**Figura 24.** Estructura general del Equipo multidisciplinario de Vigilancia Sanitaria.

Este equipo multidisciplinario se conformará por profesionales con una perspectiva propia y distinta, que abordará todas las aristas que son necesaria, para conseguir una correcta ejecución del programa. Se piensa que al trabajar en conjunto podrán aportar y potenciar una mayor capacidad resolutive. Se espera que este grupo, se constituya y empiece con sus funciones establecidas al inicio del segundo mes de iniciado el proyecto (tras la licitación de las convocatorias públicas).

### **3.2.1.1 Departamento de Garantía y Calidad**

El departamento de garantía y calidad, será el primero en empezar funciones, en un inicio estas se centrarán en diseñar una serie de reuniones y capacitaciones, con la finalidad de socializar este programa, con cada una de las EPSA participantes del proyecto, durante los dos meses posteriores a su estructuración. Asimismo, en coordinación con el LIMAB supervisarán la implementación y puesta en marcha del Laboratorio de Diagnóstico Molecular al sexto mes y además serán responsables de iniciar las actividades monitoreo departamental de la calidad del agua. En este sentido, sus funciones también será ejecutar el muestreo sistemático, control de la calidad del agua del agua, emisión y sistematización de resultados. Estos últimos serán facilitados mediante una base de datos, a los departamentos de Evaluación Externa y Auditoría Sanitaria.

### **3.2.1.2 Departamento de Evaluación Externa**

Tras el primer trimestre del monitoreo de la calidad del agua, el departamento de evaluación externa, será el encargado de la vigilancia de los sistemas de abastecimiento de agua de las EPSA. Evento que implica que este, tendrá acceso a instalaciones donde se efectúan los análisis de la calidad del agua, para ello trabajará en conjunto con el Departamento de Garantía y Calidad.

Este departamento tendrá la capacidad de evaluar e informar los resultados, de forma trimestral, además de brindar un asesoramiento a las EPSA, el mismo que incluirá: abordajes específicos para los sistemas de abastecimiento, inspecciones sanitarias, muestreo sistemático, estandarización de métodos de diagnóstico, incluyendo también el informe de los reportes y el seguimiento de medidas correctivas.

### **3.2.1.3 Departamento de Auditoría Sanitaria**

Este departamento se encargará de la auditoría externa a las EPSA, iniciará actividades paralelo al monitoreo de la calidad del agua, con actividades de forma bimestral. Tendrá como funciones el analizar los registros, para garantizar que el sistema se esté gestionando según lo descrito programa de vigilancia. También, comprobará que los parámetros de monitoreo operacional se mantienen dentro de los límites establecidos. Además, evaluará los programas de apoyo y las estrategias para mejorar y actualizar el sistema de control de calidad interno de las EPSA. Por último, también comprobará que las EPSA implementen los programas de verificación sugeridos.

### **3.2.2. Sistema de monitoreo de la calidad microbiológica del Agua – Fase II**

Para poner en marcha el sistema de control de calidad microbiológica del agua, primeramente, se deberá tener establecido el laboratorio de diagnóstico molecular y estandarizados los protocolos de diagnóstico, posteriormente se ejecutará el screening microbiológico sistemático para las 37 EPSA, que participarán del proyecto.

#### **3.2.2.1 Laboratorio de Diagnóstico Molecular**

El Laboratorio el diagnóstico Molecular se implementará dentro de las instalaciones del Laboratorio de Investigación en Microbiología Ambiental "LIMAB - UAGRM". Tendrá como eje central el diagnóstico microbiológico mediante la técnica de PCR en Tiempo Real, y estará orientado a evaluar la calidad microbiológica del agua distribuida en el departamento de Santa Cruz.

Para poder en marcha este laboratorio, se han identificado, como puntos claves la capacitación del personal, la optimización de los protocolos de diagnóstico, el control de calidad interno y externo del laboratorio.

##### **a) Capacitación del personal**

Para el desarrollo del diagnóstico molecular es imprescindible capacitar al personal encargado de realizarlo. Esta capacitación se desarrollará en 10 días; los primeros tres recibirán contenido teórico y los siete restantes entrenamiento práctico. La parte correspondiente a la teoría la recibirá de forma online por especialistas del Instituto Nacional de Laboratorio en Salud "INLASA" y Centro Nacional de Enfermedades Tropicales "CENETROP", mientras que la práctica se realizará en las instalaciones del Laboratorio de Investigación en Microbiología Ambiental "LIMAB".

##### **b) Estandarización del diagnóstico molecular**

La confiabilidad en los resultados del diagnóstico molecular mediante la PCR en tiempo real dependerá de la correcta estandarización en el laboratorio. Este procedimiento permite establecer la especificidad, sensibilidad, eficiencia y reproducibilidad de la reacción de PCR. Por ello se optimizarán las mezclas maestras de reactivos, la concentración de todos los cebadores específicos para cada género o especie, la concentración de los marcadores fluorescentes y la concentración de la muestra.

Los valores óptimos de concentraciones de reactivos se observan en términos de la curva de fusión y de la eficiencia de la amplificación, en reacciones que utilizan controles positivos o calibradores. Además, se realizará electroforesis en gel de agarosa para relacionar la longitud del producto con los picos del análisis de la curva de fusión.

#### **c) Control de calidad interno del laboratorio**

El laboratorio dispondrá de un Programa de Control de Calidad Interno en el que se detallarán las actividades que se van a realizar, la frecuencia de estas y las responsabilidades del personal. Una vez al mes se usarán cepas ATCC para ser analizadas y comprobar la especificidad y sensibilidad de la PCR en Tiempo Real.

Si durante este procedimiento de control de calidad se detecta algún resultado anómalo se investigarán las causas y se realizarán las acciones correctoras necesarias para eliminar la fuente de error y tomar medidas preventivas para que no vuelva a ocurrir. Las actividades de control de calidad y sus resultados, así como las posibles acciones correctivas realizadas, se registran indicando la persona que las ha llevado a cabo.

#### **d) Control de calidad externo del laboratorio**

El laboratorio será supervisado mediante visitas del Instituto Boliviano de Normalización y Calidad IBNORCA, durante la ejecución del proyecto, de forma trimestral, teniendo como referencia los meses de enero, abril, julio y octubre, tras el segundo año, se realizará una inspección anualizada. Durante la visita de supervisión se chequeará infraestructura, ambiente, presencia de personal calificado, correcto procesamiento de las muestras, correcto manejo de los sistemas de bioseguridad y análisis, y registro de los resultados.

Por otra parte, al menos una vez al año el Encargado/a de Supervisión del INLASA, mediante el Programa de Evaluación Externa de Calidad PEEC, enviará al laboratorio muestras ciegas para su análisis, una vez procesadas las muestras, se deberá enviar en un plazo no mayor a 15 días corridos los resultados obtenidos, para confrontar y validar los resultados obtenidos.

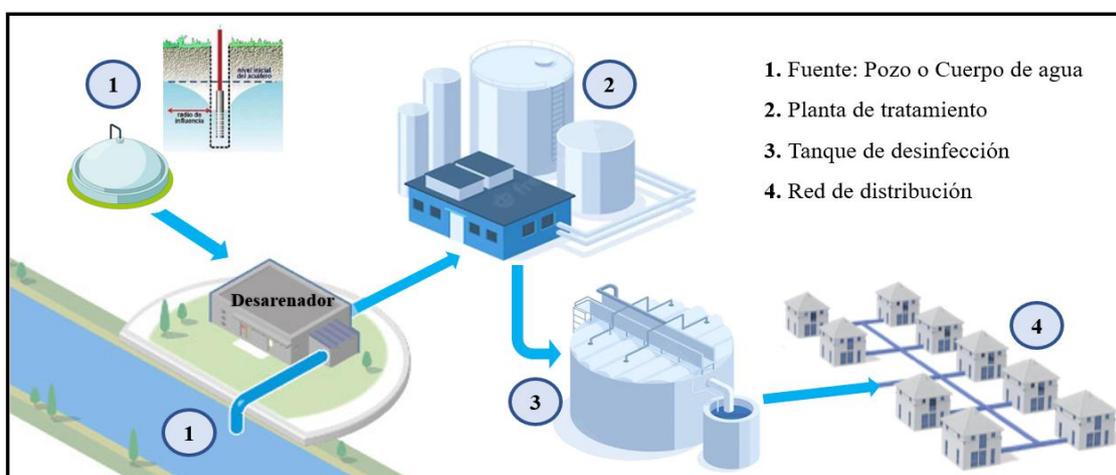
Este control de calidad externo, permite obtener beneficios adicionales, como la detección de errores o inconsistencias atribuibles a determinadas metodologías o sistemas, comerciales o no, que son el punto de partida de investigaciones más profundas y concluyentes.

### 3.2.2.2 Sistema de monitoreo de la calidad del agua

La planificación sistemática del control de la calidad del agua se basa en los aspectos establecidos en la NB-512 y el Reglamento Nacional para el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano, NB-496 y NB-689 (3). Por lo tanto, para la determinación de la frecuencia y el número de muestras que serán analizadas para cada EPSA, se tendrá en cuenta la población abastecida (**Cuadro 18**), el tipo de control y los puntos de muestreos identificados dentro de la estructura y organización con la que cuentan las EPSA participantes (**Fig. 25** y **Anexos 7** al **10**).

**Cuadro 18.** Numero de muestreo recomendado para control mínimo, según población  
Fuente: MMAyA & AAPS, 2017 (70)

Población Abastecida (hab.)	Número de Muestras / frecuencia
≤ 1.000	1/semestre
1001 a 2000	1/cuatrimestre
2001 a 5000	1/bimestre
5001 a 10000	(1c/5,000 hab.) /mes
10001 a 20000	(1c/5,000 hab.) /mes
20001 a 30000	(1c/5,000 hab.) /mes
30001 a 50000	(1c/5,000 hab.) /mes
50001 a 100000	(1c/5,000 hab.) /mes
100001 a 500000	(10 + 1c/10,000 hab.) /mes
> 500,000	(10 + 1c/10,000 hab.) /mes



**Figura 25.** Ubicación referencial de puntos de muestreo dentro de la organización de la EPSA  
Fuente: IBNORCA, 2018 (2,3)

Entonces, con base a dichas normativas, el análisis se enfatizará en puntos claves dentro del sistema de abastecimiento. Para ello se han seleccionado los tanques de almacenamiento o las salidas de planta (si la EPSA no tuviese el primero) y la red de distribución (**Cuadro 19**), siguiendo el protocolo de toma de muestra (**Anexo 11**), asegurando de esta forma, una correcta planificación y control de la calidad del agua (70).

**Cuadro 19.** Numero de muestreos para cada EPSA, según el punto de control.

EPSA´s según Categoría		Población abastecida	Punto 3	Punto 4			Total Recomendada
			Subtotal	Mensual	Bimestral	Subtotal	
<b>A</b>		<b>1381622</b>					
1	SAGUAPAC	1381622	1482	148		1776	3258
<b>B</b>		<b>805318</b>					
2	COOPAGUAS	178789	12	27		324	336
3	COOPAPPI	84543	24	16		192	216
4	COOPLAN	179804	274	27		324	598
5	COSMOL	152976	216	25		300	516
6	COSPAIL	90960	24	18		216	240
7	SAJUBA	118246	12	21		252	264
8	COOSPELCAR	61422	0	12		144	144
<b>C</b>		<b>566417</b>					
9	6 DE OCTUBRE	19533	24	3		36	60
10	COMAYO	17153	88	3		36	124
11	COOPAGUAB	13306	24	2		24	48
12	COOPLIM	16810	24	3		36	60
13	COOSIV	26636	132	5		60	192
14	COSAJU	24983	48	4		48	96
15	COSAP-CO	42346	109	8		96	205
16	COSCHAL	25204	36	5		60	96
17	COSEPCO	20177	49	4		48	97
18	COSEPUR	15960	61	3		36	97
19	COSEPW	36708	12	7		84	96
20	COSFAL	11700	24	2		24	48
21	COSIMBO	23946	12	4		48	60
22	COSMIN	23401	48	4		48	96
23	COSMON	11452	73	2		24	97
24	COSPHUL	23361	48	4		48	96
25	COSPOL	16211	49	3		36	85
26	COSPUGEBUL	46070	146	9		108	254
27	COSSAJA	10949	36	2		24	60
28	LA GUARDIA	23165	36	4		48	84
29	LA PORTEÑA	24030	58	4		48	106
30	SEAPAS	31894	133	6		72	205
<b>D</b>		<b>43068</b>					
31	CAPCHI	4414	6		1	6	12
32	COOSAJOSAM	4431	6		1	6	12
33	COSEPFA	8835	36	1		12	48
34	COSPUS R.L.	5825	24	1		12	36
35	EMAPSA -AG	7885	97	1		12	109
36	FLORIDA	6670	48	1		12	60
37	JOROCHITO	5008	6	1		12	18
<b>Muestra totales anuales</b>			<b>3537</b>	<b>4692</b>			<b>8229</b>

Atendiendo a esta planificación se plantea que, en un año de vigilancia de la calidad del agua, en el laboratorio se analicen un total de 8229 muestras, de las cuales 4692 provendrán de los sistemas de red y 3537 de los tanques de almacenamientos o de la salida de planta de las EPSA. Estimándose que, en el laboratorio de diagnóstico molecular se recepcionen aproximadamente 50 muestras de forma diaria. Mismas que vendrán con toda la información detallada en los Anexo 12.

Para determinar los parámetros a analizar se tomarán en cuenta los requisitos de controles mínimos de la calidad del agua, establecidos en la NB-512 y descritos en el Cuadro 20. A ello, se sumarán los requisitos de los controles complementarios microbiológicos “bacterias y protozoos” (2,17).

**Cuadro 20.** Requisitos de controles mínimos y complementario “microbiológicos”.

Fuente: IBNORCA, 2018 (2,3), Edición propia.

Perfil	Parámetro	Técnica	Valor máximo aceptable
<b>Físico – Químico</b>	pH	Electrométrico	6,5 – 9,0
	Conductividad	Electrométrico	1.500 $\mu\text{S}/\text{cm}^{\text{E}}$
	Turbiedad	Nefelométrico	5 UNT
	Cloro residual	Espectrofotométrico, Colorimétrico DPD o fotométrico.	0,2 – 1,0 mg/L
<b>Bacteriológico</b>	Coliformes totales	Filtración en membrana – ISO 9308	0 UFC/ 100 ml
		Número Más Probable <sup>A</sup>	< 2NMP / 100 ml
	Coliformes termorresistentes <sup>B</sup>	Filtración en membrana – ISO 9308	0 UFC/ 100 ml
	<i>Escherichia coli</i>	Número Más Probable <sup>A</sup>	< 2NMP/ 100 ml
		Filtración en membrana, Colilert – ISO 9308	0 UFC/ 100 ml
	Heterotróficas totales <sup>D</sup>	Filtración en membrana	500 UFC/ 100 ml
	<i>Clostridium perfringens</i>	Filtración de membrana Cultivo anaeróbico	0 UFC/ 100 ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> <sup>C</sup>	Filtración en membrana	0 UFC/ 100 ml	
<b>Parasitológico</b>	<i>Cryptosporidium</i> sp. <sup>D</sup>	Concentración e identificación microscópica – EPA 1623	Ausencia
	<i>Giardia</i> sp. <sup>D</sup>	Concentración e identificación microscópica – EPA 1623	Ausencia
	Amebas <sup>D</sup>	Concentración e identificación microscópica	Ausencia

(A) 95 % de las muestras, con la serie de cinco (5) tubos.

(B) El análisis de coliformes termorresistentes, solo se debe realizar cuando la concentración de cloro residual es  $\leq 0,2$  mg/l (denominados incorrectamente como coliformes fecales).

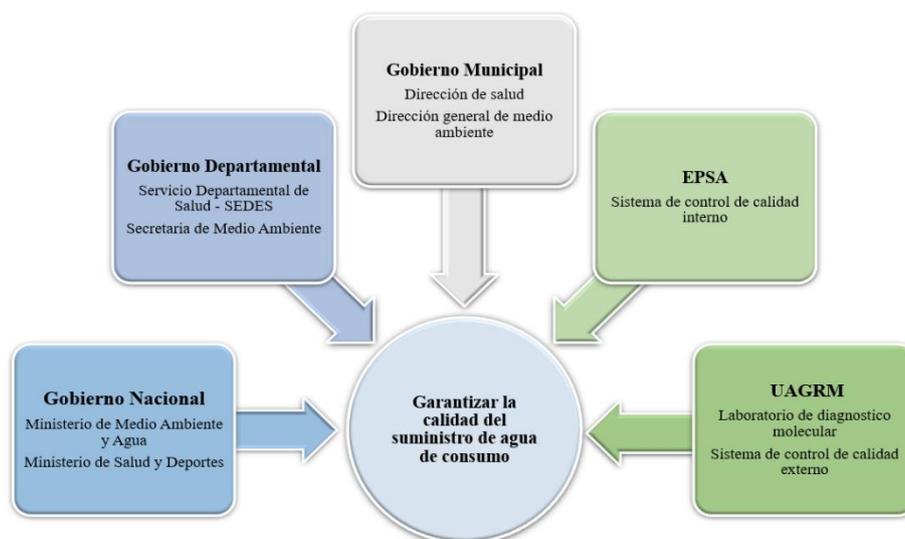
(C) Son organismos que resisten a la desinfección.

(D) Son organismos de alta persistencia en el agua.

(E) El valor máximo aceptable de la conductividad se puede expresar también como 1.000 mg STD/L.

### 3.2.3. Sistema de vigilancia y garantía de la calidad del agua – Fase III

Este sistema de vigilancia sanitaria del agua estará dirigido a todas las posibles fuentes de agua a ser utilizadas, por lo que es importante la participación de las diferentes instancias relacionadas con el sector de agua potable y saneamiento (Fig. 26). En tal sentido, se proponen diferentes intervenciones con un enfoque integral, las cuales se apoyarán en el sistema de monitoreo de la calidad del agua de consumo.



**Figura 26.** Actores relacionados en la vigilancia y garantía de la calidad del agua.

Este equipo de vigilancia sanitaria será un instrumento de evaluación y colaboración entre los organismos de salud pública, institutos de investigación y las EPSA, con la finalidad de mejorar el sistema de abastecimiento y gestionar el cumplimiento de las regulaciones establecidas. Por lo tanto, sus funciones generales abarcarán 4 áreas específicas (1).

- 1) La supervisión de los sistemas de abastecimiento organizados con una visión de salud pública.
- 2) La supervisión en materia de salud pública y asistencia informativa a las poblaciones sin acceso a sistemas de abastecimiento organizados, incluidas las comunidades y los hogares.
- 3) La consolidación de la información de diversas fuentes para comprender la situación general de los sistemas de abastecimiento de agua en el departamento, como un insumo para el desarrollo de políticas y prácticas coherentes focalizadas en la salud.
- 4) La participación en la investigación, preparación de informes y compilación de brotes de enfermedades transmitidas por el agua.

Para atender a estas funciones, se realizarán capacitaciones, reuniones intersectoriales y un sistema de seguimiento a las medidas correctivas.

### **3.2.3.1 Capacitaciones y actualización**

Esta es quizás una de las funciones más importantes del equipo de vigilancia, ya que en primera instancia (agosto) se encargará de capacitar de forma teórica, en coordinación con el INLASA, al personal que ejecutará las tareas técnicas del laboratorio de diagnóstico molecular. También será responsable de la socialización del programa con las EPSA participantes. Además, dentro sus funciones está la actualización continua con relación al estudio y puesta en marcha, a futuro, de un PSA, propuesto por OMS.

### **3.2.3.2 Reuniones intersectoriales**

La vigilancia será el elemento más importante en el desarrollo de estrategias para la mejora gradual de la calidad de los servicios de abastecimiento de agua de consumo humano. Para ello se realizarán reuniones trimestrales, posterior a los resultados arrojados tras cada auditoria sanitaria, entre los representantes de cada uno de los sectores que participan en el programa de vigilancia.

En estas reuniones se pretende recopilar, analizar y resumir los datos, notificar y disseminar los hallazgos, aportados mediante el sistema de monitoreo de la calidad del agua de consumo, además se plantearán las estrategias que vendrán acompañadas de recomendaciones sobre medidas correctivas. Todas estas intervenciones, tendrán la finalidad de asegurar que, cualquier alteración en la calidad del agua abastecida, se investigue de forma oportuna y apropiada, se determine y corrija la causa del evento, así mismo, documentar el incidente y las medidas correctivas de manera oportuna.

### **3.2.3.3 Seguimiento de medidas correctivas**

Ya que es necesario instaurar un sistema de seguimiento, este estará constituido por los organismos de salud pública y las EPSA, se encargará de asegurar que se apliquen las medidas correctivas en forma oportuna. Estos seguimientos iniciarán tras la primera reunión intersectorial y se mantendrá constante hasta la finalización del proyecto.

Este sistema de seguimiento deberá contar con los representantes de los Departamentos de Evaluación Externa y el de Auditoria Sanitaria. Los cuales realizarán revisiones de la evaluación del sistema, la identificación de medidas de correctivas implementadas, y los planes de acción y gestión frente a los resultados arrojados por las EPSA.

Siguiendo las recomendaciones de la OMS, para aprovechar de forma óptima los recursos, este programa de vigilancia aplicará un programa básico, que a posteriori podrá ser ampliado, siguiendo la estructura de un PSA. Además, se espera que las actividades en las etapas iniciales generen suficientes datos útiles que demuestren la importancia de extrapolar esta metodología de vigilancia a nivel nacional. A partir de entonces, el objetivo deberá ser: evolucionar hacia una vigilancia más avanzada según lo permitan los recursos y las condiciones.

#### IV. CRONOGRAMA

Atendiendo a las actividades planificadas para la ejecución de este proyecto, en este calendario se muestran las fechas exactas en las primeras dos fases del programa. Iniciando por la presentación del proyecto al GAD Santa Cruz, a la UAGRM – LIMAB y a la Autoridad de Fiscalización AAPS en Santa Cruz, ya que serán las principales entidades ejecutoras y colaboradoras, dando inicio al proyecto el 12 mayo, tras su aprobación (Fig. 27, Cuadro 21).



**Figura 27.** Calendario de actividades: Fase I y II (2023).

Cabe resaltar que las fechas de compras y adecuaciones, se adaptan a los plazos establecidos para las licitaciones públicas (Obligatorias en entidades públicas en Bolivia, para compras mayores a 50.000\$ dólares americanos). Las mismas que en una primera instancia atienden a la compra de enceres y material de oficinas. Mientras que, en el mes de Julio, se destinará a compras de equipos y adecuación de las instalaciones del Laboratorio de Diagnóstico Molecular.



## **V. INFORMACIÓN Y DIVULGACIÓN**

Debido a la importancia y el papel esencial que cumple la divulgación y la información de resultados en el éxito de un programa de vigilancia, se establecerá un sistema de divulgación y comunicación de los resultados dirigidos a los diferentes niveles y actores.

### **5.1 Información**

#### **5.1.1 EPSA's**

Desde la DIVISA en conjunto con el SEDES y la Secretaría Departamental de Medio Ambiente, durante el mes julio se enviará el memorándum del proyecto (**Anexo 13**), acompañado de la información de participación en el programa, amparados en la Ley N.º 031 (3) (38). Esta será dirigida a los directores de cada una de las EPSA, mismos que deberán asistir la reunión de socialización del programa de vigilancia o designar a un representante.

#### **5.1.2 Población de Santa Cruz**

La población de Santa Cruz, será notificada mediante un boletín informativo, ya que su colaboración será determinante a la hora de ejecutar los nuestros sistemáticos, en las de redes de distribución domiciliaria. Para ello la DIVISA en conjunto con las EPSA, enviará este boletín, acompañando al aviso de cobranza (**Anexo 14**), de forma mensual durante dos meses previos al inicio del monitoreo (agosto y septiembre).

### **5.2 Socialización**

#### **5.2.1 EPSA's**

Esta actividad de socialización será realizada por el Departamento de Garantía y Calidad, durante la primera semana de agosto, en los espacios del Centro de Educación Ambiental de Santa Cruz. En ella, se presentará la metodología de trabajo, las funciones de los diferentes actores, los sistemas de reporte, archivo y comunicación, además, de las capacitaciones para el personal técnico, todo ello, previo al inicio del monitoreo sistemático en las áreas de trabajo. Posteriormente, esta socialización servirá como canal de información, reporte y retroalimentación con las EPSA, evento que permitirá de forma oportuna impulsar el desarrollo y evaluación de medidas correctivas efectivas.

## **VI. NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN IMPLICADA.**

Este programa se ejecutará desde GAD- Santa Cruz, en coordinación con los Gobiernos Municipales de donde se encuentran establecidas las 37 EPSA. Mismo que se ampara en las competencias establecidas para los Gobiernos Departamentales y Municipales, en cuanto en Materia de Agua y alcantarillado, en la Ley Marco de Autonomías y Descentralización “Andrés Ibáñez” – Ley N.º 031, en su Artículo 83 (Agua potable y Alcantarillado), Inciso II, punto 2 y 3. Es responsabilidad de los:

*“Gobiernos Departamentales Autónomos:*

*a) Elaborar, financiar y ejecutar subsidiariamente planes y proyectos de agua potable y alcantarillado de manera concurrente y coordinada con el nivel central del Estado, los gobiernos municipales e indígena originario campesinos que correspondan, pudiendo delegar su operación y mantenimiento a los operadores correspondientes, una vez concluidas las obras. Toda intervención del gobierno departamental debe coordinarse con el municipio o autonomía indígena originaria campesina beneficiaria.*

*b) Coadyuvar con el nivel central del Estado en la asistencia técnica y planificación sobre los servicios básicos de agua potable y alcantarillado.*

*Gobiernos Municipales Autónomos:*

*a) Ejecutar programas y proyectos de los servicios de agua potable y alcantarillado, conforme a la Constitución Política del Estado, en el marco del régimen hídrico y de sus servicios, y las políticas establecidas por el nivel central del Estado.*

*b) Elaborar, financiar y ejecutar proyectos de agua potable en el marco de sus competencias, y cuando corresponda de manera concurrente y coordinada con el nivel central del Estado y los otros niveles autonómicos; así como coadyuvar en la asistencia técnica y planificación. Concluidos los proyectos podrán ser transferidos al operador del servicio.*

*c) Proveer los servicios de agua potable y alcantarillado a través de entidades públicas, cooperativas, comunitarias o mixtas sin fines de lucro conforme a la Constitución Política del Estado y en el marco de las políticas establecidas en el nivel central del Estado.*

*d) Aprobar las tasas de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado, cuando estos presten el servicio de forma directa.”*

## **6.1 Normativa técnica**

El IBNORCA, establece que las normas referidas al Agua Potable son: la NB 512, NB 496 y NB 495, y el Reglamento para el Control de Calidad del Agua, siendo todas de cumplimiento obligatorio para las EPSA.

### **6.1.1 NB 512 “Agua Potable - Requisitos” y Reglamento Nacional para el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano**

El objetivo de la NB 512 es definir y determinar parámetros de calidad del agua, para ello establece sus valores máximos (**Anexos 8 al 10**), con la finalidad de proteger la salud de la población.

Por su parte el Reglamento Nacional de Calidad es el encargado de regular a la NB-512, estableciendo el cumplimiento obligatorio de la misma y definiendo los parámetros de control, criterios d en relación al número y los puntos de muestreos. Además, presenta las referencias de métodos analíticos que se emplean en los controles de calidad del agua. Resaltando la importancia de contar con un laboratorio externo de referencia y las acciones que deben adoptar las EPSA en caso de pérdidas de requisitos de calidad, riesgos de salud de los consumidores, y registro de información (70).

### **6.1.2 NB 495 “Agua Potable – Definiciones y Terminología”**

La NB 495 establece las definiciones y términos empleados en las normas sobre agua potable, sistemas de abastecimiento de agua, muestreo y análisis de laboratorio.

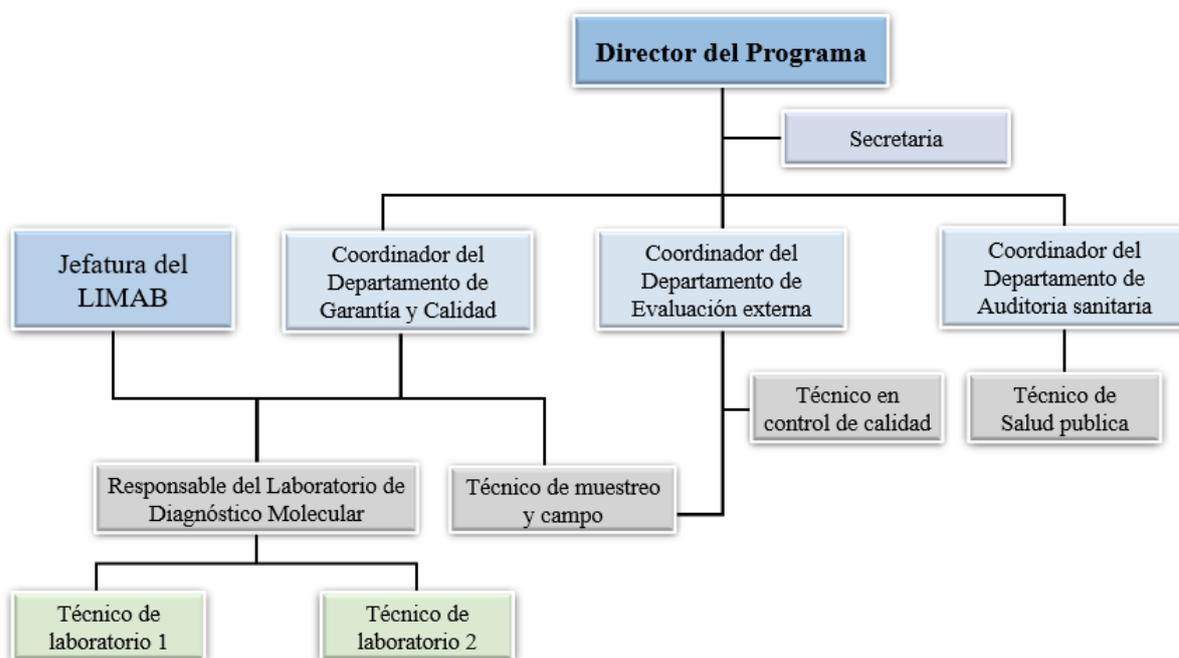
### **6.1.3 NB 496: “Agua Potable -Toma de Muestras”**

La toma de muestras, la preservación y su transporte constituyen elementos importantes para garantizar la representatividad de las muestras de agua y contribuyen a que los resultados de los análisis reflejen la verdadera calidad del agua para consumo humano. Es por esto, que la NB 496 establece la metodología para la toma de muestras representativas de agua (lugar, origen, frecuencia y numero), con el fin de someterla a análisis físicos, químicos, bacteriológicos y/o radiológicos y determinar su calidad.

## VII. RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES

### 7.1 Equipo profesional del Programa

El equipo del programa de vigilancia sanitaria estará compuesto por 12 profesionales con conocimientos sólidos en el ámbito jurídico, administrativo y de la comunicación, los cuales trabajarán de forma directa con un equipo de expertos de la salud, medio ambiente y agua (**Fig. 28**), sus funciones serán las establecidas en el Cuadro 22 y deberán poseer títulos profesionales otorgados por una entidad reconocida por el Estado.



**Figura 28.** Organigrama del equipo técnico del programa de vigilancia sanitaria

**Cuadro 22.** Cargos operativos, perfiles profesionales y funciones del personal.

CARGO	PERFIL PROFESIONAL Y FUNCIONES
<b>Director del programa</b>	Profesional de la salud, con especialización en administración y gestión en salud. Responsable de la ejecución del programa, gestionar la información de los diferentes departamentos, comunicar los avances del proyecto a las entidades superiores. Además de supervisar la administración de los recursos económicos y humanos del proyecto.
<b>Secretaria de dirección</b>	Secretaria ejecutiva. Colaborar estrechamente con la dirección del programa, ser responsable de la agenda de trabajo de la dirección, asistir a reuniones y redactar informes o actas. Así mismo, realizar tareas ejecutivas y facilitar información por delegación del director.

<b>Coordinador del Departamento de Auditoría Sanitaria</b>	<p>Profesional de medio ambiente con especialidad en sistema de gestión de calidad y legislación ambiental.</p> <p>Tendrá por funciones, revisar y aprobar protocolos de calidad, actividades programadas del departamento, supervisar las auditorias de implementación de controles. También será responsable de responder, investigar y brindar asesoría, posterior a los resultados de las auditorias.</p>
<b>Técnico de salud publica</b>	<p>Profesional de la salud, con especialidad en salud pública.</p> <p>Será el encargado de sistematizar la información resultante de las auditorías, generar respuesta de manejo a los problemas encontrados. De igual forma, colaborará en la estructuración y mejora continua de los sistemas de prevención de riesgos.</p>
<b>Coordinador del Departamento de Evaluación de Calidad</b>	<p>Profesional de la salud o medio ambiente, con especialidad en el control de calidad.</p> <p>Se delegarán las inspecciones sanitarias, gestión de los muestreo y análisis a los programas de control de calidad interno de las EPSA. De igual manera colaborará en el reporte, manejo y el seguimiento de los resultados de los monitoreos de calidad.</p>
<b>Técnico en control de calidad</b>	<p>Técnico en control de calidad</p> <p>Responsable del apoyo en la ejecución de inspecciones sanitaria a las EPSA, controlar los sistematización y plazos establecidos para el monitoreo de la calidad del agua.</p>
<b>Coordinador del Departamento de Garantía de Calidad</b>	<p>Profesional de la salud o medio ambiente, con especialidad en el control de calidad.</p> <p>Será encargado del análisis de los registros del monitoreo del control de calidad, comprobar que los parámetros de monitoreo operacional se mantienen dentro de los límites de operación, además de controlar que las EPSA ejecuten o implementen programas de verificación de calidad.</p>
<b>Técnico de muestreo y campo</b>	<p>Profesional del medio ambiente.</p> <p>Responsable de ejecutar los muestreos sistemáticos dentro del monitoreo de la calidad del agua y asegurar el correcto transporte de las muestras hasta el laboratorio.</p>
<b>Responsable de laboratorio de diagnóstico molecular</b>	<p>Biólogo, bioquímico, tecnólogo médico o biotecnólogo.</p> <p>Responsable de ejecutar los análisis de control de la calidad (PCR en tiempo real) del agua, supervisar el cumplimiento de los instructivos internos y supervisar los procedimientos de emisión resultados.</p>
<b>Técnico de laboratorio 1</b>	<p>Técnico de laboratorio clínico o medio ambiente.</p> <p>Este se encargará de realizar la recepción de las muestras y sistematización de los datos pre y post analíticos.</p>
<b>Técnico de laboratorio 2</b>	<p>Técnico de laboratorio clínico o medio ambiente.</p> <p>Será el encargado de preparar las mezclas de reacción y la extracción y purificación del ADN.</p>

## **7.2. Recursos e infraestructuras**

### **7.2.1 SEDES - Santa Cruz**

Es la instancia encargada de cumplir con las actividades de Salud a nivel Departamental, contribuyendo en al bienestar social, además, coordinar operaciones que garanticen el completo ejercicio de la salud. Apoyados en el grupo profesional que este presenta, se coordinarán las acciones de trabajo conjunto con la Dirección de Vigilancia Sanitaria a través de la Unidad de Salud Ambiental, Control Sanitario e Inocuidad Alimentaria.

### **7.2.2 Centro de Educación Ambiental “CEA”**

Dependiente de la Secretaría Departamental de Medio Ambiente, el CEA un centro de educación integral en temas de medio ambiente y biodiversidad (71). Cuenta con una infraestructura moderna y funcionarios que trabajan por el desarrollo sostenible, dentro de sus instalaciones se adecuaran las oficinas administrativas de la Dirección de Vigilancia Sanitaria. Además, sus salas de conferencias y de reuniones, serán utilizadas para la socialización del programa con las EPSA y las posteriores reuniones intersectoriales (**Anexo 15**).

### **7.2.3 Laboratorio de Investigación en Microbiología Ambiental y Biotecnología “LIMAB”**

Es un centro perteneciente a la carrera de Biología, en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Se encuentra ubicado en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, en los predios Norte (Km 91/2 al norte, Av. Banzer) (**Anexo 16**). Administrativamente, se encuentra bajo la dirección de la Jefatura de Laboratorio, tiene como misión proporcionar a la sociedad y comunidad universitaria, un conjunto de servicios y análisis medioambientales y microbiológicos, que cumplen con las normativas requeridas para los laboratorios acreditados con la norma ISO-17025.

Este presenta instalaciones, conseguidas en proyectos anteriores, que son las adecuadas para la implementación del Laboratorio de Diagnóstico Molecular (**Anexo 17**), y que están disponibles para la adecuación y una posterior ejecución del diagnóstico molecular. Además, al contar con metodologías estandarizadas, experiencia y equipos de diagnóstico de microbiología clásica, será de respaldo para la exitosa puesta en marcha del monitoreo.

### 7.3 Presupuesto

Teniendo en cuenta los aspectos de acondicionamiento de espacios, contratación de personal y las compras que precisan hacerse, en el Cuadro 23 se detalla el presupuesto aproximado requerido para la puesta en marcha del Programa de Vigilancia Sanitaria.

**Cuadro 23.** Presupuesto general del proyecto.

Presupuesto						
Equipos de oficinas						
Ítems	Cantidad	Precio (€)	Precio total (€)	Marca	Proveedor	
Escritorio de estudio SIMMA	4	250	1000	Colección París		
Escritorio doble en L	5	400	2000	Colección París		
Bibliotecas altas URBAN	3	150	450	Colección París	Roho	
Biblioteca SIMMA 2 cajones	4	100	400	Colección París	Home	
Sillas de escritorio	5	120	600	Colección París	Center	
Sillas rotatorias Office	4	170	680	Colección París		
Mesas y 10 sillas de reuniones	1	670	670	Behome	Behome Scz	
Ordenadores 15.6" 8GB RAM, 1TB HDD	4	750	1900	HP Inc.		
Ordenadores One HP Pavilion 24-ca0005ns	5	880	4400	HP Inc.	HP store	
Impresora HP Office Jet 8012e Multi.	2	160	320	HP Inc.		
Impresora HP Color LaserJet Pro M479	1	642	642	HP Inc.		
<b>Subtotal</b>			<b>13062</b>			
Infraestructura del Laboratorio						
Ítems	Cantidad	Precio (€)	Precio total (€)	Marca	Proveedor	
Centros de trabajo móviles con cabina suspendida	6	12970	<b>77820</b>	Metro™ Centros de trabajo móviles Starsys™	Fisher Scientific	
Equipos de laboratorio						
Ítems	Cantidad	Precio (€)	Precio total (€)	Marca	Proveedor	
Termociclador qPCR con PC	2	15060	30120	Applied Biosystems™		
Centrífuga refrigerada	1	2080	2080	Eppendorf™		
Cabina de seguridad Biológica Tipo II	3	11516,9	34550,7	Thermo Scientific™		
Sistema de agua ultrapura (SAU)	1	8190	8190	Sartorius™ SAU arium™ pro	Fisher Scientific	
Vortex	1	250	250	Fisherbrand™		
Bloque de calentamiento	1	591,48	591,48	Thermo Scientific™		
Ultracongelador de - 86°C	1	12306,6	12306,6	Thermo Scientific™		
Congelador vertical de - 20°C	1	7827,04	7827,04	Thermo Scientific™		
Refrigerador de - 2°C ~ - 8°C	1	5209,9	5209,9	Thermo Scientific™		
Termómetro digital para congeladores	3	66,36	199,08	Fisherbrand™		
Autoclave	1	12591,91	12591,91	Raypa™		
<b>Subtotal</b>			<b>113916,71</b>			
Misceláneas de laboratorio						
Ítems	Cantidad	Precio (€)	Precio total (€)	Marca	Proveedor	
Guantes de nitrilo libres de polvo	Pequeño	40	32,6	326	Fisherbrand™	
	Mediano	40	32,6	1304	Fisherbrand™	
	Grande	40	32,6	1304	Fisherbrand™	
Tubos de PCR de calidad óptica	1,5 ml	40	56,05	2242	Eppendorf™	Fisher Scientific
	0,2 ml	40	16,65	666	Eppendorf™	
	0,5 -10 µl	2	376,3	752,6	Eppendorf™	
Micropipetas de alta precisión	2 -20 µl	2	376,3	752,6	Eppendorf™	
	20 - 200 µl	2	355	710	Eppendorf™	
	100 µl y 1000 µl	2	376,3	752,6	Eppendorf™	
Puntas estériles con gradilla	1 - 200 µl	40	70,29	2811,6	Corning™	Corning
	100 - 1000 µl	40	75,44	3017,6	Corning™	
Gradilla para tubos de PCR	20	75,05	1501	Fisherbrand™	Fisher Scientific	

Recipientes de eliminación puntas y Bandejas para hielo isotérmicas	4	10,06	40,24	Sharpsafe™	
Solución desinfectante	4	62,25	249	Fisherbrand™	
Etanol al 70%	30	14,64	439,2	Fisherbrand™	
Solución clorada	30	23	690	Fisherbrand™	
Contenedores de basura	3	72,19	216,57	Amazon Basics™	Amazon
<b>Subtotal</b>			<b>1775,1</b>		
<b>Reactivos</b>					
<b>Kit de detección qPCR</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio (€)</b>	<b>Precio total (€)</b>	<b>Marca</b>	<b>Proveedor</b>
<i>Escherichia coli</i>	50	716	35800	Techne™	Fisher
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	50	716	35800	Techne™	
<i>Clostridium perfringens</i>	50	909	45450	Techne™	Scientific
<i>Enterococcus faecalis</i>	50	909	45450	Techne™	
<i>Campylobacter</i>	50	716	35800	Techne™	
<i>Legionella</i>	50	731	36550	Techne™	
<i>Shigella</i>	50	716	35800	Techne™	
<i>Vibrio</i>	50	716	35800	Techne™	
<i>Klebsiella</i>	50	930	46500	Techne™	
<i>Aeromona</i>	50	716	35800	Techne™	
<i>Giardia intestinalis</i>	50	716	35800	Techne™	
<i>Cryptosporidium</i>	50	716	35800	Techne™	
<i>Entamoeba histolitica</i>	50	716	35800	Techne™	
Mezcla maestra	25	3810	95250	Applied Biosystems™	Mezcla maestra universal TaqMan™ II
<b>Subtotal</b>			<b>591400</b>		
<b>Cepas ATCC</b>					
<b>Identificación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio (€)</b>	<b>Precio total (€)</b>	<b>Marca</b>	<b>Proveedor</b>
<i>Escherichia coli</i>	1	480	480		ATCC
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1	575	575		ATCC
<i>Clostridium perfringens</i>	1	112	112		ATCC
<i>Campylobacter</i>	1	480	480		ATCC
<i>Enterococcus faecalis</i>	1	480	480		ATCC
<i>Legionella</i>	1	112	112		ATCC
<i>Shigella</i>	1	112	112		ATCC
<i>Vibrio</i>	1	112	112		ATCC
<i>Klebsiella</i>	1	480	480		ATCC
<i>Aeromona</i>	1	112	112		ATCC
<i>Giardia intestinalis</i>	1	478	478		ATCC
<i>Cryptosporidium</i>	1	480	480		ATCC
<i>Entamoeba histolitica</i>	1	404	404		ATCC
<b>Subtotal</b>			<b>4417</b>		
<b>Misceláneas de oficina</b>					
<b>Ítems</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio (€)</b>	<b>Precio total (€)</b>	<b>Marca</b>	<b>Proveedor</b>
Caja de 10 resma de Folios 80gr	4	62,40	124,8	Hp home office	Hp store
Bolígrafos 100 unidades, 1.0 mm,	2	21	42	Bic cristal exact	Imprenta Pardo
Material infográfico	2000	5	10000	Imprenta Pardo	Imprenta Pardo
<b>Subtotal</b>			<b>10166,8</b>		
<b>Salarios</b>					
<b>Personal</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio (€)</b>	<b>Precio total (€)</b>	<b>Contratación</b>	
Director del programa	18	2000	36000	Designación del GAD-SC	
Secretaria de dirección	18	800	14400		
Coordinadores x 3	18	1500	81000		
Técnico de salud publica	12	1200	14400		
Técnico en control de calidad	12	1100	13200	Convocatoria publica	
Técnico de muestreo y campo	12	1200	14400		
Responsable de laboratorio	18	1500	27000		
Técnicos de laboratorio x 2	18	1100	39600		
<b>Subtotal</b>			<b>240000</b>		
<b>Coste general</b>			<b>1.068.557,52 €</b>	<b>COSTE TOTAL</b>	
<b>Fondo de emergencia (10 %)</b>			<b>106.855,75 €</b>	<b>1.175.413,27 €</b>	

## VIII. EVALUACIÓN DEL PROGRAMA

### 8.1 Evaluación de la estructura y proceso

La evaluación de la estructura y proceso de la implementación del programa, se basará en análisis de los recursos humanos, materiales y financieros, además de las actividades programadas, medidas de forma cualitativa (realización, adecuación, cumplimiento y seguimiento de las actividades) y cuantitativa (N.º de actividades, análisis ejecutados). Para ello, se parte de los objetivos planteados para cada fase, describiendo sus indicadores y los instrumentos de verificación del cumplimiento de estos (**Cuadro 24**).

**Cuadro 24.** Evaluación de la estructura y proceso del programa.

Meta	Indicador		Evaluación
<b>Fase I</b> <b>Crear el equipo de vigilancia</b>	Equipo multidisciplinario de trabajo, establecido durante el primer trimestre de iniciado el programa.	Director del programa. Secretaría de dirección.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de personal.</li> <li>• Fichas de datos personales.</li> <li>• Resoluciones de designación.</li> <li>• Contratos.</li> <li>• Nóminas de salarios.</li> <li>• Control de asistencia.</li> </ul>
		Personal del Departamento de Garantía y Calidad.	
Personal del Departamento de Evaluación Externa.			
Personal del Departamento de Auditoría Sanitaria.			
	Instalaciones de la Dirección de Vigilancia Sanitaria DIVISA adecuadas en los espacios del Centro de Educación Ambiental – GAD-SCZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oficinas en el CEA</li> <li>• Recibos de compras de equipos y enceres.</li> <li>• Inventario de equipos y enseres de las oficinas.</li> </ul>	
<b>Fase II</b> <b>Instaurar un sistema de monitoreo de la calidad microbiológica del Agua</b>	Compromisos de coordinación con los diferentes actores implicados en la implementación del programa.	GAD-SCZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acuerdos firmados.</li> <li>• Compromisos.</li> <li>• Resoluciones departamentales.</li> <li>• Resoluciones municipales.</li> <li>• Resoluciones ministeriales.</li> </ul>
		GAM-Gobiernos Autónomos Municipales	
		MMAyA	
		UAGRM	
		EPSAS	
	Laboratorio de Diagnóstico Molecular implementado.	Adecuación de los ambientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planos del laboratorio.</li> <li>• Recibos de compras de equipos y enceres.</li> <li>• Inventario de equipos y enseres del laboratorio.</li> </ul>
		Capacitación del personal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listas de asistencias</li> <li>• Certificados de formación</li> <li>• Encuestas de satisfacción</li> </ul>
Estandarización del diagnóstico molecular		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimientos Normalizado de Trabajo – PNT.</li> </ul>	
Control de calidad interno del laboratorio		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de controles internos de equipos.</li> <li>• Registro de controles internos de identificación de cepas de control.</li> </ul>	

		Control de calidad externo del laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de controles externos de identificación de muestras a ciegas.</li> <li>• Certificados de aprobación de INLASA – PEEC.</li> </ul>
	Sistema de monitoreo de la calidad del agua implementado.	Muestreo sistemático	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planillas de muestreo.</li> <li>• Fichas de datos de las muestras.</li> <li>• Registro de envío de muestras</li> </ul>
		Recepción de Muestras en su totalidad durante el tiempo indicado de entrega de las muestras.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registros de muestras recepcionadas.</li> <li>• Fichas de datos de las muestras.</li> <li>• Informes de recepción de muestras adecuadas.</li> <li>• Informes de recepción de muestras inadecuadas.</li> </ul>
		100% de las muestras analizadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de resultados en la base de datos.</li> <li>• Registros de informes</li> </ul>
		Control del stock del laboratorio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inventarios de los kits de identificación.</li> <li>• Inventarios de los reactivos del laboratorio.</li> </ul>
<b>Fase III</b> <b>Sistema de vigilancia y garantía de la calidad del agua.</b>	Vigilancia y seguimiento a las EPSA	N.º de capacitaciones y actualización.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listas de asistencias.</li> <li>• Certificados de formación.</li> <li>• Encuestas de satisfacción.</li> </ul>
		N.º Reuniones intersectoriales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listas de asistencias</li> <li>• Informe del análisis de los resultados.</li> <li>• Registro de incidencias.</li> </ul>
		Seguimiento de medidas correctivas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe de auditorías a las EPSA.</li> <li>• Informe de controles internos de las EPSA</li> <li>• Sistema y bases de datos, de los resultados de calidad.</li> </ul>
	Calidad del agua garantizada	Entrega de resultados en un plazo máximo de 24 h, desde la entrega de las muestras.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informes de resultados.</li> <li>• Registros de resultados por muestra.</li> <li>• Sistematización de resultados en base de datos.</li> </ul>
		Resultados sistematizados de las muestras analizadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Base de datos</li> <li>• Informe general de la situación de la calidad del agua del total de muestras.</li> </ul>
		Procedimientos técnicos a seguir en caso de identificar alteraciones en la calidad del agua.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protocolos de actuación.</li> <li>• Informes técnicos del brote.</li> <li>• Folletos informativos.</li> <li>• Protocolos de prevención.</li> </ul>

Para evaluar la adherencia de las EPSA y la ejecución de los controles de calidad del agua dentro del programa de vigilancia, se analizará:

**Tasa de participación de las EPSA:** Es el porcentaje de las EPSA, en las cuales se ejecutan los monitoreos sistemáticos, para determinar a calidad microbiológica del agua que se distribuye a su población abastecida.

$$\frac{N^{\circ} \text{ de EPSA que participan en el monitoreo sistemático}}{N^{\circ} \text{ total de EPSA establecidas en Santa Cruz}} \times 100$$

- El objetivo inicial es  $\geq 90\%$  de las EPSA establecidas en Santa Cruz, participen en el programa vigilancia.

**Tasa de ejecución de muestreo por EPSA:** es el porcentaje de muestras obtenidas mediante el monitoreo sistemático, dentro de territorio de ejecución de cada EPSA destinadas a los análisis de calidad.

$$\frac{N^{\circ} \text{ de muestras derivadas en el monitoreo sistemático de la EPSA}}{N^{\circ} \text{ total de muestras esperadas para cada EPSA}} \times 100$$

- Al finalizar el proyecto se espera que  $\geq 80\%$  del monitoreo sistemático para cada EPSA, sea ejecutado.

**Tasa global de ejecución de muestreo:** es el porcentaje de muestras obtenidas mediante el monitoreo sistemático, destinadas a los análisis de calidad.

$$\frac{N^{\circ} \text{ de muestras derivadas en el monitoreo sistemático}}{N^{\circ} \text{ total de muestras esperadas en el monitoreo sistemático}} \times 100$$

- Al finalizar el proyecto se espera que  $\geq 80\%$  del monitoreo sistemático global sea ejecutado.

**Tasa global de análisis de las muestras:** es el porcentaje de muestras analizadas, mismas que fueron obtenidas mediante el monitoreo sistemático.

$$\frac{N^{\circ} \text{ de muestras analizadas}}{N^{\circ} \text{ total de muestras obtenidas en el monitoreo sistemático}} \times 100$$

- Al finalizar el proyecto se espera que el 100% de las muestras obtenidas en monitoreo sistemático global sean analizadas en el laboratorio.

## 8.2 Evaluación de los resultados.

Atendiendo a los objetivos propuestos, la evaluación del programa se centrará en la efectividad (corto y mediano plazo), el impacto (largo plazo) y la eficiencia, tomando como base las estadísticas (propias y de colaboradores) obtenidas al finalizar el proyecto. Los datos que se analizarán son los resultantes del sistema de monitoreo y vigilancia de calidad del agua abastecida por las EPSA, así mismo los indicadores epidemiológicos de las EDA y las infecciones gastrointestinales, elaborados por las autoridades en salud a nivel nacional y departamental (MSyD a través de la Dirección General de Servicios de Salud - Unidad de Epidemiología y el SEDES). Estos últimos datos (2016-2021) serán contrastados con los registrados al finalizar el programa.

**Tasa de muestras dentro de los límites permitidos, para cada EPSA:** es el porcentaje de muestras analizadas en cada EPSA, cuyos parámetros indicadores de calidad, se encuentran dentro de los límites permisibles.

Esta tasa se podrá expresar para cada uno de los 13 parámetros, que se utilizarán para evaluar la calidad del agua.

$$\frac{N^{\circ} \text{ de muestras de cada EPSA con resultados dentro de los límites permitidos}}{N^{\circ} \text{ total de muestras analizadas en cada EPSA}} \times 100$$

Con base al Numeral 31 del Reglamento Nacional de la NB 512, se espera que:

- El  $\geq 90\%$  de los valores de los parámetros fisicoquímicos, reportados en un año, no excedan los valores permitidos en guía de la NB 512.
- El  $\geq 95\%$  de los valores de los parámetros microbiológicos, reportados en un año, no excedan los valores permitidos en guía de la NB 512.

**Tasa global de muestra dentro de los límites permitidos:** es el porcentaje de muestras analizadas en el programa, cuyos parámetros indicadores de calidad, se encuentran dentro de los límites permisibles.

Esta tasa se podrá expresar para cada uno de los 13 parámetros, que se utilizarán para evaluar la calidad del agua.

$$\frac{N^{\circ} \text{ de muestras con resultados dentro de los límites permitidos}}{N^{\circ} \text{ total de muestras analizadas en todo el programa}} \times 100$$

**Tasa global de muestras fuera de los límites permitidos:** es el porcentaje de muestras analizadas en el programa, cuyos parámetros indicadores de calidad, se encuentran dentro de los límites permisibles.

Esta tasa se podrá expresar para cada uno de los 13 parámetros, que se utilizarán para evaluar la calidad del agua.

$$\frac{N^{\circ} \text{ de muestras con resultados fuera de los límites permitidos}}{N^{\circ} \text{ total de muestras analizadas en todo el programa}} \times 100$$

**Tasa de muestras fuera de los límites permitidos, para cada EPSA:** es el porcentaje de muestras analizadas en cada EPSA, cuyos parámetros indicadores de calidad, se encuentran fuera de los límites permisibles.

Esta tasa se podrá expresar para cada uno de los 13 parámetros, que se utilizarán para evaluar la calidad del agua.

$$\frac{N^{\circ} \text{ de muestras de cada EPSA con resultados fuera de los límites permitidos}}{N^{\circ} \text{ de muestras esperadas en el monitoreo sistemático para cada EPSA}} \times 100$$

**Incidencia de EDA en Santa Cruz:** El número de casos nuevos de EDA en Santa Cruz registrados durante el año de ejecución del Sistema de monitoreo de la calidad del agua.

$$\frac{N^{\circ} \text{ de casos nuevos de EDA en Santa Cruz}}{N^{\circ} \text{ de muestras esperadas en el monitoreo sistemático para cada EPSA}} \times 100$$

- A corto plazo (al finalizar el proyecto) se espera que la incidencia de EDA en Santa Cruz, disminuyan en 30%, misma que irá en aumento, con la continuidad del programa.

**Incidencia de la morbilidad de infecciones gastrointestinales transmitidas por el agua de consumo en Santa Cruz:** El número de casos nuevos de infecciones gastrointestinales transmitidas por el agua de consumo en Santa Cruz, registrados durante el año de ejecución del Sistema de monitoreo de la calidad del agua, dentro del programa de vigilancia.

**Incidencia de la mortalidad de infecciones gastrointestinales transmitidas por el agua de consumo en Santa Cruz:** El número de muertes cuya etiología sea infecciones gastrointestinales transmitidas por el agua de consumo en Santa Cruz, registrados durante el año de ejecución del proyecto.

### 8.3 Evaluación de riesgos

Dentro del programa de vigilancia, esta evaluación, se centró en identificar los riesgos y evaluarlos según su probabilidad de ocurrencia y el impacto de estos sobre la continuidad de las actividades programadas (**Anexo 18 y 19**). Posteriormente, para cada uno de los riesgos (fuente interna y externa), se programaron las acciones preventivas destinadas a evitar su ocurrencia o la protección contra estos (72). En el Cuadro 25 se detallan los riesgos identificados, su evaluación y las posibles acciones preventivas.

**Cuadro 25.** Evaluación de riesgos y acciones preventivas.

Riesgos	Evaluación						Valoración del riesgo	Acciones preventivas
	Probabilidad			Impacto				
	Baja	Medio	Alta	Débil	Medio	Fuerte		
<b>Fuente externa</b>								
Procedimientos burocráticos que retrasen el inicio del programa en el tiempo previsto.		x			x		Moderado	Se contará con acuerdos y resoluciones de los diferentes niveles de gobierno, los cuales garantizaran y facilitarían el cumplimiento del programa en los tiempos previstos.
Reducida participación de las EPSA en programa	x				x		Tolerable	Se cuenta con la normativa nacional que regula el funcionamiento de las EPSA y la cual contribuye al aseguramiento de participación en el programa.
Retraso en la adecuación los espacios destinados a las oficinas operativas y laboratorio de diagnóstico.	x				x		Tolerable	Tanto el CEA, como el LIMAB cuentan con espacios que pueden ser usados de forma temporal, mientras se concluye con las adecuaciones.
Fenómenos naturales (inundaciones y sequías), que puedan dificultar el muestreo sistemático y la llegada de muestras al laboratorio.		x			x		Moderado	Se contará con personal capacitado para la realización del muestreo, además del apoyo de las EPSA y GAD-SCZ para facilitar el transporte.
Manifestaciones sindicales con bloqueo de carreteras que puedan dificultar el muestreo sistemático y la llegada de muestras al laboratorio.	x				x		Moderado	Reprogramación de muestreos y/o uso de medios transporte que no se vean afectados por estos acontecimientos.
<b>Fuente interna</b>								
Inadecuada selección del personal para el programa.	x			x			Trivial	Se deberá contar con un equipo de recursos humanos, quienes garantizarán un proceso de selección de personal adecuado y cumpliendo de los requisitos técnicos ya establecidos.
Retraso en la puesta en marcha del laboratorio de diagnóstico de la calidad del agua.		x			x		Moderado	Garantizar el correcto desarrollo de las técnicas con protocolos preestablecidos. Asegurar el correcto desarrollo de los procedimientos normalizados de trabajos. Cumplimiento de las actividades programadas.

## **Agradecimientos**

Para finalizar, agradecer

- A mi director de TFM, el Dr. Nicolás Ignacio Martínez Velilla, por su ayuda y paciencia durante la elaboración de este proyecto.
- A todo el equipo profesional y técnico del Laboratorio de Investigación en Microbiología Ambiental y Biotecnología – UAGRM, por su ayuda brindada en la gestión y planificación del proyecto.
- Al equipo de profesores del Máster de Salud Pública, de la Universidad Pública de Navarra, por su contribución en mi formación profesional.
- Por último, a todas las personas “amig@s y compañer@s” que, en un momento puntual, han aportado y ayudado en la creación de este programa.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. OMS Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda [Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating first addendum] [Internet]. 4°. Ginebra, Suiza; 2018. Available from: <http://apps.who.int/>
2. IBNORCA Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. NORMA BOLIVIANA NB-512: Norma Técnica de Agua potables- Requisitos. Cuarta versión La Paz, Bolivia; 2010.
3. IBNORCA Instituto Boliviano de Normalización y Calidad, MMAyA Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Compendio Normativo sobre Calidad de Agua para Consumo Humano: NB 512 - Reglamento NB 512 - NB 495 - NB 496. La Paz, Bolivia; 2018.
4. Consejería de Sanidad y Servicios Sociales. Programa de vigilancia sanitaria del agua de consumo humano de Cantabria [Internet]. Cantabria: Gobierno de Cantabria ; 2019. Available from: <https://saludcantabria.es/uploads/pdf/ciudadania/Programa%20de%20vigilancia%20sanitaria%20del%20agua%20de%20consumo%20humano%20de%20Cantabria.pdf>
5. OMS, UNICEF. WASH en la Agenda 2030. Nuevos indicadores a nivel mundial para agua para consumo, saneamiento e higiene. Villars-sous-Yens, Switzerland; 2017.
6. UNICEF. Marco mundial para el agua, el saneamiento y la higiene en las zonas urbanas. New York, USA; 2019.
7. OMS - UNICEF. PROGRESS ON HOUSEHOLD DRINKING WATER, SANITATION AND HYGIENE. 2000-2020. FIVE YEARS INTO THE SDGs [Internet]. Ginebra; 2021. Available from: <http://apps.who.int/bookorders>.
8. OPS Organización Panamericana de la Salud. WASH PRESS: Soluciones de agua, saneamiento e higiene y medidas de prevención y control de infecciones para la preparación y respuesta de los establecimientos de salud en casos de emergencias de salud y desastres. Washington, D.C.; 2021.
9. OPS, OMS. Situación del marco para la seguridad del agua de consumo humano en América Latina y el Caribe. [Internet]. Washington, D.C. ; 2021. Available from: <https://doi.org/10.37774/9789275324554>
10. Chin James. El control de las enfermedades transmisibles. 17°. Washington, D.C. : Organización Panamericana de la Salud Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud; 2001. 748 p.
11. Wagner EG, Pinheiro RG. Upgrading water treatment plants. Guía práctica para mejorar el desempeño de las plantas de tratamiento de agua. [Internet]. 2001. Available from: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/treatplants/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/treatplants/en/)
12. Batram J, Corrales L, Davison A, Deere D, Drury D, Gordon B, et al. Water Safety Plan Manual Step-by-step risk management for drinking-water suppliers. Ginebra; 2009.
13. Dufour A et al. Assessing microbial safety of drinking water: Improving approaches and methods. Revisión de la literatura sobre los abordajes y métodos que se usan en la evaluación de la seguridad microbiana del agua de consumo humano. [Internet]. 2003.

Available from: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/assessing-microbialsafety-of-drinking-water/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/assessing-microbialsafety-of-drinking-water/en/)

14. Sawyer R, Simpson-Hébert M, Wood S. PHAST step-by-step guide: A participatory approach for the control of diarrhoeal disease [Internet]. Ginebra; 1998. Available from: WHO/EOS/98.3; [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/phastep/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/phastep/en/)
15. Simpson-Hébert M, Sawyer R, Clarke L. The Participatory Hygiene and Sanitation Transformation (PHAST) initiative: a new approach to working with communities [Internet]. Ginebra; 1996. Available from: WHO/EOS/96.11; <http://apps.who.int/iris/handle/10665/63260>
16. MMAyA - Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Resolución Ministerial 272/2015: Política Nacional de la calidad del agua para consumo humano. PERIAGUA, editor. La Paz, Bolivia ; 2016.
17. APHA - AWWA - WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21°. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, editors. Washington, D.C. ; 2005.
18. OPS Organización Panamericana de la Salud. Situación del marco para la seguridad del agua de consumo humano en América Latina y el Caribe. Washington, D.C. ; 2021.
19. OPS Organización Panamericana de la Salud. Reseña técnica sobre el agua, el saneamiento, la higiene y la gestión de aguas residuales para prevenir las infecciones y reducir la propagación de la resistencia a los antimicrobianos. Organización Panamericana de la Salud; 2020.
20. Carita MS. ESTUDIO DE CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE AGUAS RESIDUALES, PROCEDENTES DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PUCHUKOLLO –EPSAS, CIUDAD DE EL ALTO, LA PAZ – BOLIVIA, 2012 [TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO ESPECIALIDAD EN DIAGNOSTICO DE LABORATORIO EN SALUD: ESPECIALISTA ENMICROBIOLOGÍA]. [La Paz, Bolivia]: UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS; 2012.
21. Bofill-Mas S, Clemente-Casares P, Albiñana-Giménez N, Maluquer De Motes Porta C, Hundesa Gonfa A, Llop RG. EFECTOS SOBRE LA SALUD DE LA CONTAMINACIÓN DE AGUA Y ALIMENTOS POR VIRUS EMERGENTES HUMANOS. Rev Esp Salud Pública. 2005;79(2):253–69.
22. GIZ - Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. COMPENDIO INFORMATIVO SOBRE ENFERMEDADES HÍDRICAS [Internet]. La Paz, Bolivia; 2009. Available from: [www.proapac.org](http://www.proapac.org)
23. Peranovich A. Enfermedades transmitidas por el agua en Argentina y Brasil a principios del siglo XXI . Saúde Soc São Paulo [Internet]. 2019 [cited 2022 Apr 9];28(2):297–309. Available from: <https://orcid.org/0000-0002-7639-5091>
24. Reyes PN, Altamirano I del R. Conocimientos, Actitudes y Prácticas sobre el manejo seguro del agua de consumo humano y su relación con la salud en los pobladores de la Comarca La Virgen, Estelí. [Leon, Nicaragua]: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua; 2015.
25. OMS. Cólera [Internet]. 2021 [cited 2022 Mar 20]. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cholera>

26. Rodríguez Miranda JP, García-Ubaque CA, García-Ubaque JC. Enfermedades transmitidas por el agua y saneamiento básico en Colombia Waterborne diseases and basic sanitation in Colombia. *Rev salud pública* [Internet]. 2016 [cited 2022 Apr 9];18(5):738–45. Available from: <http://dx.doi.org/10.15446/rsap.v18n5.54869>
27. OMS. Enfermedades diarreicas [Internet]. 2017 [cited 2022 Mar 20]. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease>
28. GBD Diarrhoeal Diseases Collaborators. Estimates of global, regional, and national morbidity, mortality, and aetiologies of diarrhoeal diseases: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet Infect Dis* [Internet]. 2017 [cited 2022 Apr 26];17:909–48. Available from: <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S1473-3099%2817%2930276-1>
29. Briones VC. PARÁSITOS DE TRANSMISIÓN HÍDRICA EN LA POBLACIÓN ESCOLAR DEL PRIMER AÑO BÁSICO EN EL CANTÓN JARAMIJÓ DURANTE EL PERIODO SEPTIEMBRE A DICIEMBRE DEL 2009. [Maestría en Medicina Tropical]. [Manta, Ecuador]: UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ ; 2010.
30. lo Vecchio A, Conelli ML, Guarino A. Infections and Chronic Diarrhea in Children. *Pediatr Infect Dis J* [Internet]. 2021 Jul 1 [cited 2022 May 13];40(7):e255–8. Available from: [https://journals.lww.com/pidj/Fulltext/2021/07000/Infections\\_and\\_Chronic\\_Diarrhea\\_in\\_Children.19.aspx](https://journals.lww.com/pidj/Fulltext/2021/07000/Infections_and_Chronic_Diarrhea_in_Children.19.aspx)
31. Bolivia. CPE - Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia [Internet]. Sucre; Feb 9, 2009. Available from: [http://bolivia.infoleyes.com/shownorm.php?id=469\[12/28/20114:30:59PM\]](http://bolivia.infoleyes.com/shownorm.php?id=469[12/28/20114:30:59PM])
32. Organización de las Naciones Unidas. Mapa Político de Bolivia [Internet]. 2004 [cited 2022 Mar 27]. Available from: <https://www.un.org/Depts/Cartographic/map/profile/bolivia.pdf>
33. Banco Mundial. Población urbana - Bolivia | Data [Internet]. 2020 [cited 2022 Mar 27]. Available from: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.URB.TOTL?end=2020&locations=BO&start=1960>
34. Banco Mundial. Población rural - Bolivia | Data [Internet]. 2020 [cited 2022 Mar 27]. Available from: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.RUR.TOTL?end=2020&locations=BO&start=1960>
35. INE Instituto Nacional de Estadística. PC20106: BOLIVIA POBLACIÓN ESTIMADA Y PROYECTADA POR DEPARTAMENTO, SEGÚN AÑOS CALENDARIO, 2012-2025 [Internet]. 2020 [cited 2022 Mar 16]. Available from: <https://www.ine.gob.bo/index.php/censos-y-proyecciones-de-poblacion-sociales/>
36. SNIS-VE Sistema Nacional de Información en Salud - Vigilancia Epidemiológica. snis.minsalud.gob.bo - Boletín Informativo Producción de Servicios 01/2021 [Internet]. 2021 [cited 2022 Mar 26]. Available from: <https://snis.minsalud.gob.bo/37-noticias-snis-ve/noticias-principales/97-boletin-informativo-produccion-de-servicios-01-2021>

37. INE Instituto Nacional de Estadística. PC20108: BOLIVIA PROYECCIONES DE POBLACIÓN POR SEXO, SEGÚN EDAD, 2012-2022 [Internet]. 2020 [cited 2022 Mar 17]. Available from: <https://www.ine.gob.bo/index.php/censos-y-proyecciones-de-poblacion-sociales/>
38. Estado Plurinacional de Bolivia. Ley N° 031: LEY MARCO DE AUTONOMÍAS Y DESCENTRALIZACIÓN “ANDRÉS IBÁÑEZ” . Sucre: Asamblea Legislativa Plurinacional ; Jul 19, 2010.
39. MMAyA Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Política Nacional de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Cartilla de capacitación para las áreas técnica y social. Bolivia; 2016.
40. IBNORCA Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. REGLAMENTO NACIONAL DE LA NORMA BOLIVIANA NB-512: Norma Técnica de Agua potables- Requisitos. Cuarta versión La Paz, Bolivia; 2010.
41. Estado Plurinacional de Bolivia. Decreto Supremo N° 298941. La Paz, Bolivia: Órgano Ejecutivo ; Feb 7, 2009.
42. Estado Plurinacional de Bolivia. Decreto Supremo N° 071: Crea las autoridades de Fiscalización y Control Social en los Sectores Regulados [Internet]. La Paz, Bolivia: Órgano Ejecutivo ; Apr 9, 2009. Available from: <http://www.aaps.gob.bo/images/MarcoLegal/DecretoSupremo/DS071.pdf>
43. Estado Plurinacional de Bolivia. Decreto Supremo N° 29741. La Paz, Bolivia: Órgano Ejecutivo; Oct 15, 2008.
44. MMAyA - Ministerio de medio Ambiente y Agua. DELIMITACION Y CODIFICACION DE UNIDADES HIDROGRÁFICAS DE BOLIVIA: METODOLOGÍA PFAFSTETTER" 1. INTRODUCCION. Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego, UICN, editors. La Paz, Bolivia; 2010.
45. Jiménez B, Galizia J. DIAGNÓSTICO DEL AGUA EN LAS AMÉRICAS [Internet]. México; 2012 Mar [cited 2022 Apr 3]. Available from: [www.foroconsultivo.org.mx](http://www.foroconsultivo.org.mx)
46. Ledezma F. Empleo de Sistemas de Información Geográfica, Datos de Sensoramiento Remoto y Fuentes de Acceso Libre Global, como herramienta para modelar agua, energía y cambio climático en Bolivia. Revista Acta Nova, Universidad Católica Boliviana San Pablo. 2012;5(4).
47. UDAPE-UNICEF, Cardona C, Vidal C. Progresos en el acceso a fuentes mejoradas de agua e instalaciones mejoradas de saneamiento en Bolivia [Internet]. La Paz, Bolivia; 2016. Available from: [www.udape.gob.bo](http://www.udape.gob.bo)
48. INE Instituto Nacional de Estadística. PC20103: BOLIVIA PROYECCIONES DE POBLACIÓN SEGÚN DEPARTAMENTO Y MUNICIPIO, 2012-2022 [Internet]. 2020 [cited 2022 Mar 14]. Available from: <https://www.ine.gob.bo/index.php/censos-y-proyecciones-de-poblacion-sociales/>
49. INE Instituto Nacional de Estadística. PC20109 SANTA CRUZ PROYECCIONES DE POBLACIÓN POR SEXO, SEGÚN EDAD, 2012-2022 [Internet]. 2020 [cited 2022 Mar 15]. Available from: <https://www.ine.gob.bo/index.php/censos-y-proyecciones-de-poblacion-sociales/>

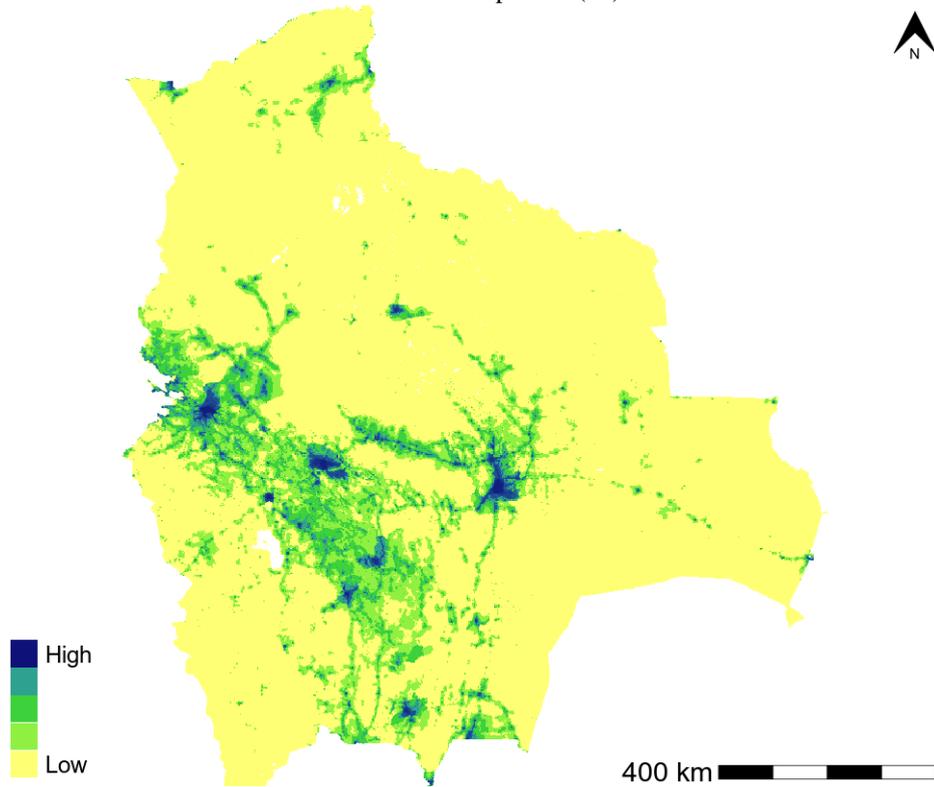
50. GAD SCZ - Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz. Plan Departamental de Desarrollo Santa Cruz 2025. Santa Cruz, Bolivia; 2014.
51. APCOB - Apoyo Para el Campesino-indígena del Oriente Boliviano. Pueblos Indígenas [Internet]. 2021 [cited 2022 Feb 3]. Available from: <http://apcob.org.bo/naciones/>
52. GAD SCZ - Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz. Acuerdo por el Agua [Internet]. Santa Cruz, Bolivia; 2018 [cited 2022 Apr 3]. Available from: [www.santacruz.gob.bo](http://www.santacruz.gob.bo)
53. Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz, Servicio de Cuencas-SEARPI. CODIFICACIÓN DE LAS UNIDADES HIDROGRÁFICAS DEL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ [Internet]. Santa Cruz, Bolivia: Edición Preliminar; 2011 [cited 2022 Apr 3]. Available from: [https://www.bivica.org/files/unidades-hidrograficas\\_santa\\_cruz.pdf](https://www.bivica.org/files/unidades-hidrograficas_santa_cruz.pdf)
54. Ministerio de Salud y Deportes. Ministerio de Salud y Deportes de Bolivia - Se Estima que en Bolivia El 70 % de Las Diarreas Son Transmitidas Por Alimentos [Internet]. 2015 [cited 2022 Apr 26]. Available from: <https://www.minsalud.gob.bo/495-se-estima-que-en-bolivia-el-70-de-las-diarreas-son-trasmitidas-por-alimentos>
55. Luyo Balcazar J, Michael Muñoz Sot Revist Cubana O, Hernandez L. Alta contaminación por enteroparásitos de hortalizas comercializadas en los mercados de la ciudad de La Paz, Bolivia. BIOFARBO. 2008;16.
56. Romero C, Mamani N, Halvorsen K, Iñiguez V, Biología L, Biología L, en Estadística L. Enfermedades diarreicas agudas asociadas a rotavirus Rotavirus associated acute gastroenteritis. Revista Sociedad Bolivia de Pediatría . 2005;44(2).
57. Danitza P, Velasco L, Antonio L, Jarro R. Incidencia de Enfermedades Diarreicas Agudas, 2010 (Enero-Junio), del Centro de Salud Lacma Correspondencia a. Revista Científica Médica [Internet]. 2010 [cited 2022 Apr 26];13(1). Available from: [www.sns.gov.bo](http://www.sns.gov.bo)
58. OXFAM Internacional. Bolivia Cambio climático, Desigualdad y Resiliencia. La Paz, Bolivia; 2020.
59. OCHA Services, Gobierno de Bolivia. El Niño causa déficit de lluvias y se agrava la sequía en Bolivia - Bolivia (Plurinational State of) | ReliefWeb [Internet]. 2016 [cited 2022 Apr 26]. Available from: <https://reliefweb.int/report/bolivia-plurinational-state/el-ni-o-causa-d-ficit-de-lluvias-y-se-agrava-la-sequ-en-bolivia>
60. Ministerio de Salud y Deportes. Parte Epidemiológico - Semana Epidemiológica 52. 2018.
61. Ministerio de Salud y Deportes. Parte Epidemiológico - Semana Epidemiológica 09. Bolivia; 2020.
62. Ministerio de Salud y Deportes. Parte Epidemiológico - Semana Epidemiológica 52. Bolivia; 2019.
63. ONU Organización de las Naciones Unidas. Objetivos de Desarrollo Sostenible - Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos [Internet]. Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible. 2015. Available from: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>

64. AAPS Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico. Memoria Institucional 2020. La Paz, Bolivia; 2020.
65. Cardona C, Vidal C. Progresos en el acceso a fuentes mejoradas de agua e instalaciones mejoradas de saneamiento en Bolivia. La Paz, Bolivia; 2016.
66. Mondaca MA, Campos V. RIESGO DE ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR EL AGUA EN ZONAS RURALES. In: Díaz C, Fall C, Quentin E, Jiménez Ma del C, Esteller MaV, Garrido S, et al., editors. Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas. México; 2003.
67. OMS Organización Mundial de la Salud. Enfermedades diarreicas [Internet]. 2017. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease>
68. Villabona MA, Vanegas MC. Propuesta para reducir enfermedades derivadas de la calidad del agua del Municipio de Cota en los años 2017 a 2018 [Internet]. [Bogotá, Colombia]; 2021 [cited 2022 Apr 9]. Available from: <https://repositorio.unbosque.edu.co/handle/20.500.12495/7395>
69. MMAyA, APPS. INDICADORES de desempeño de las EPSA reguladas categorías A,B,C y D 2019 [Internet]. La Paz, Bolivia ; 2021 [cited 2022 Apr 9]. Available from: [http://www.aaps.gob.bo/images/DER/Libro%20indicadores%20web\\_2019.pdf](http://www.aaps.gob.bo/images/DER/Libro%20indicadores%20web_2019.pdf)
70. Quiroga M, Venegas P. Título Guía para el Fortalecimiento Institucional: Control de la Calidad de Agua Autores. Primera. Bolivia; 2017.
71. la Región. Bolivia estrena primer “Centro de Educación Ambiental” - La Región [Internet]. 2014 [cited 2022 Apr 27]. Available from: <https://www.laregion.bo/bolivia-estrena-primer-centro-de-educacion-ambiental/>
72. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Evaluación de Riesgos Laborales. Madrid; 2000.
73. WorldPop (www.worldpop.org - Escuela de Geografía y Ciencias Ambientales, Universidad de Southampton; Departamento de Geografía y Geociencias, Universidad de Louisville; Departamento de Geografía U de N, Centro para la Red Internacional de Información sobre Ciencias de la Tierra (CIESIN). WorldPop: Recuentos de población. Proyecto de denominadores de población de alta resolución global: financiado por la Fundación Bill y Melinda Gates (OPP1134076) [Internet]. 2018 [cited 2022 Feb 27]. Available from: <https://www.worldpop.org/geodata/summary?id=634>
74. Ministerio de Planificación y Desarrollo, Estado Plurinacional De Bolivia. Lineamientos Metodológicos para la formulación de Planes Territoriales de Desarrollo Integral Para vivir bien. La Paz, Bolivia; 2016.

# ANEXOS

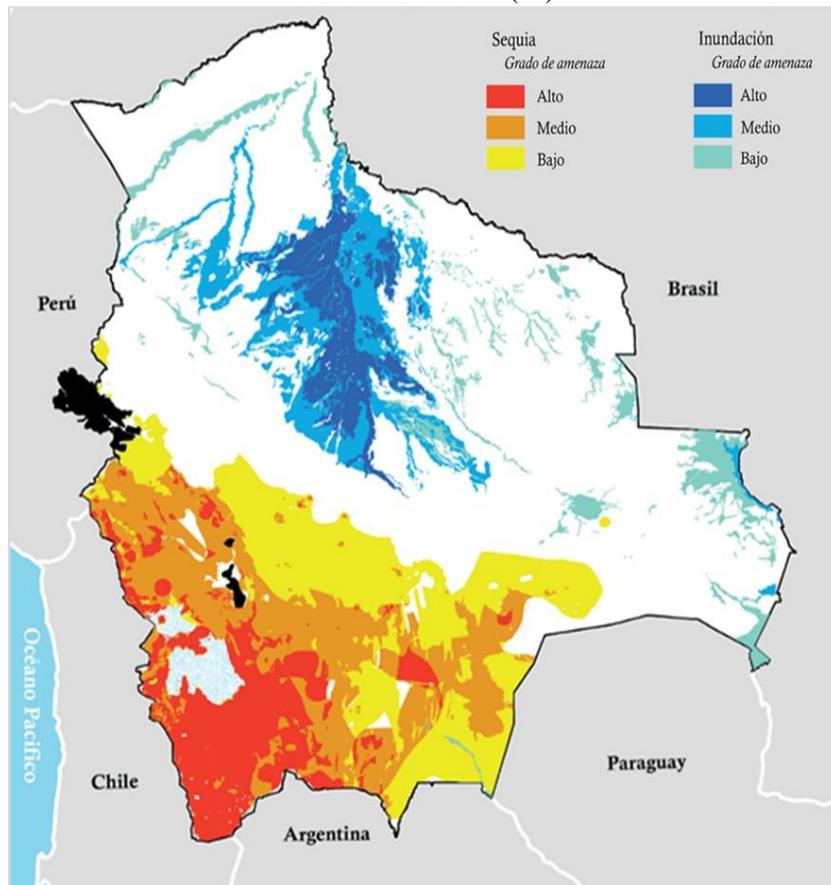
**Anexo 1. Concentración Poblacional en Bolivia, 2020.**

**Fuente:** WorlPop 2020 (73).

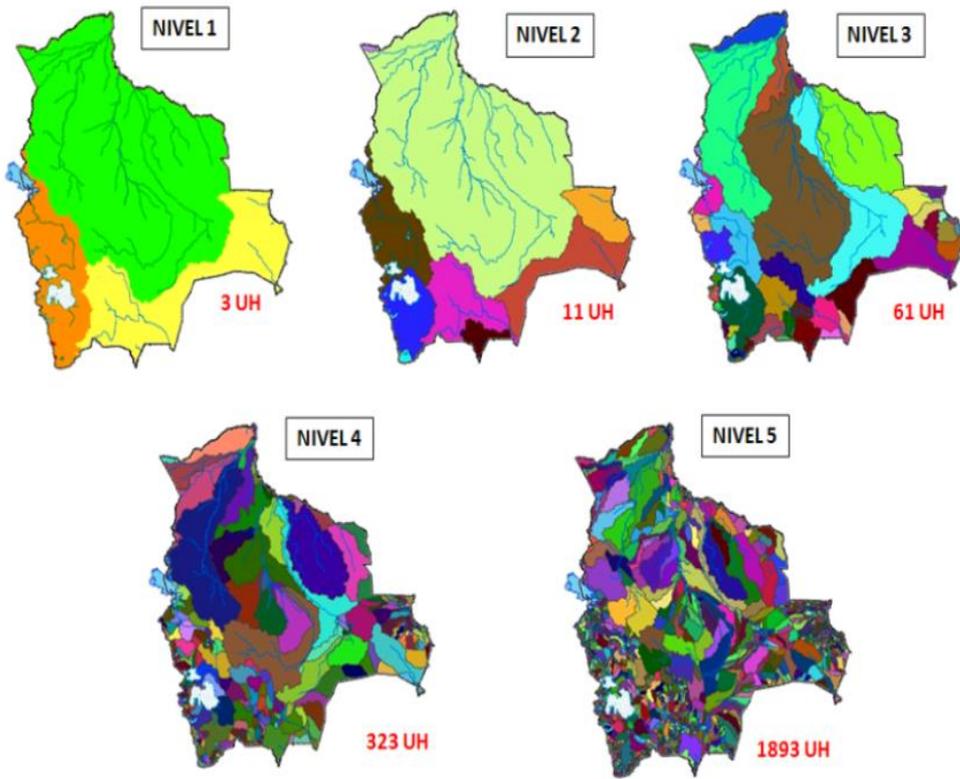


**Anexo 2. Grado de amenazas naturales en Bolivia**

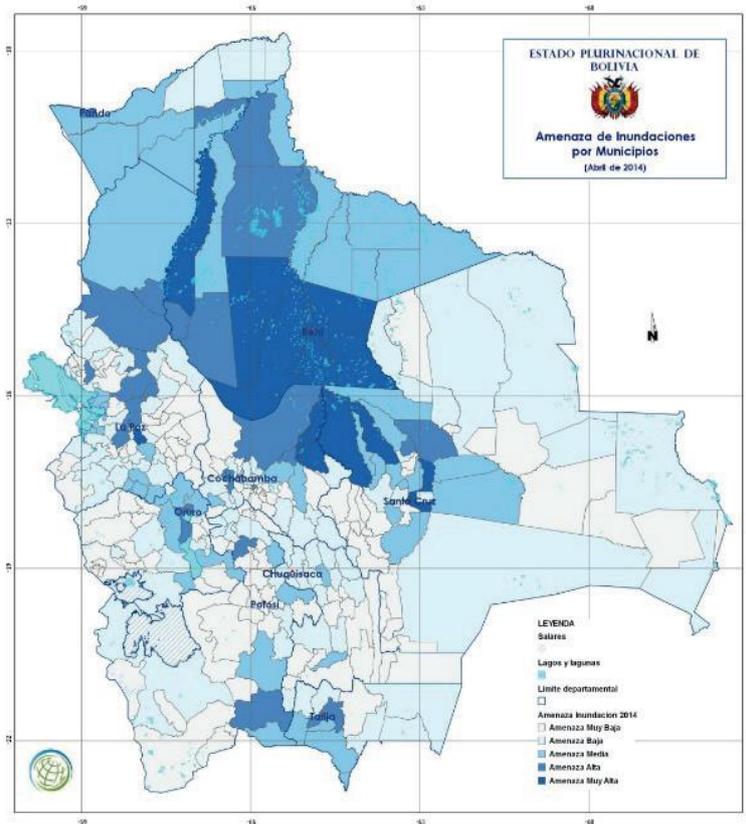
**Fuente:** MDP 2016(74)



**Anexo 3.** Unidades hidrográficas de Bolivia (Nivel 1 al 5), Metodología Pfafstetter.  
**Fuente:** MMAyA, 2010 (44).

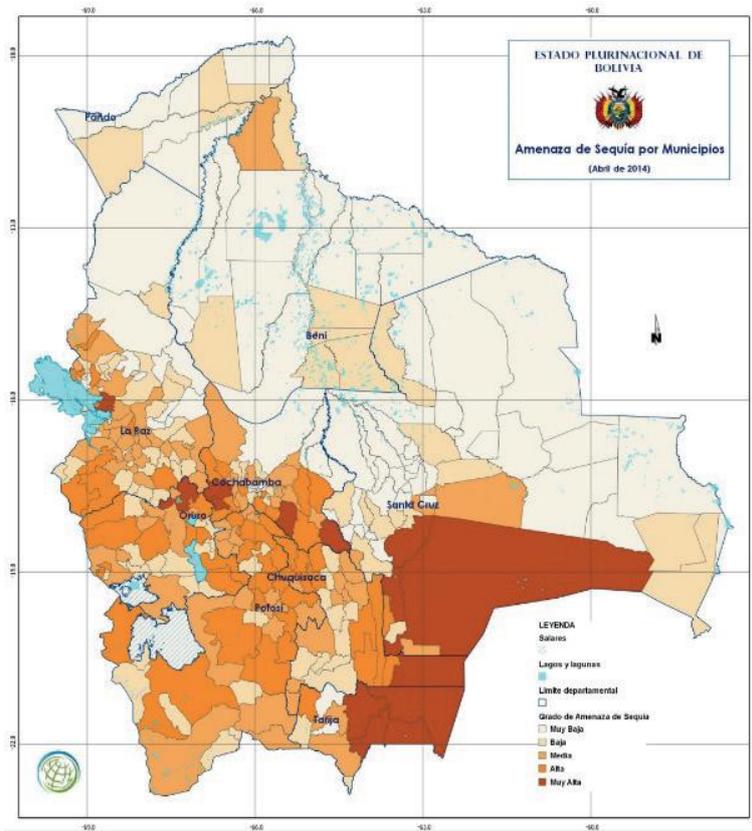


**Anexo 4.** Amenaza de inundaciones por municipio en Bolivia.  
**Fuente:** MDP 2016 (74).



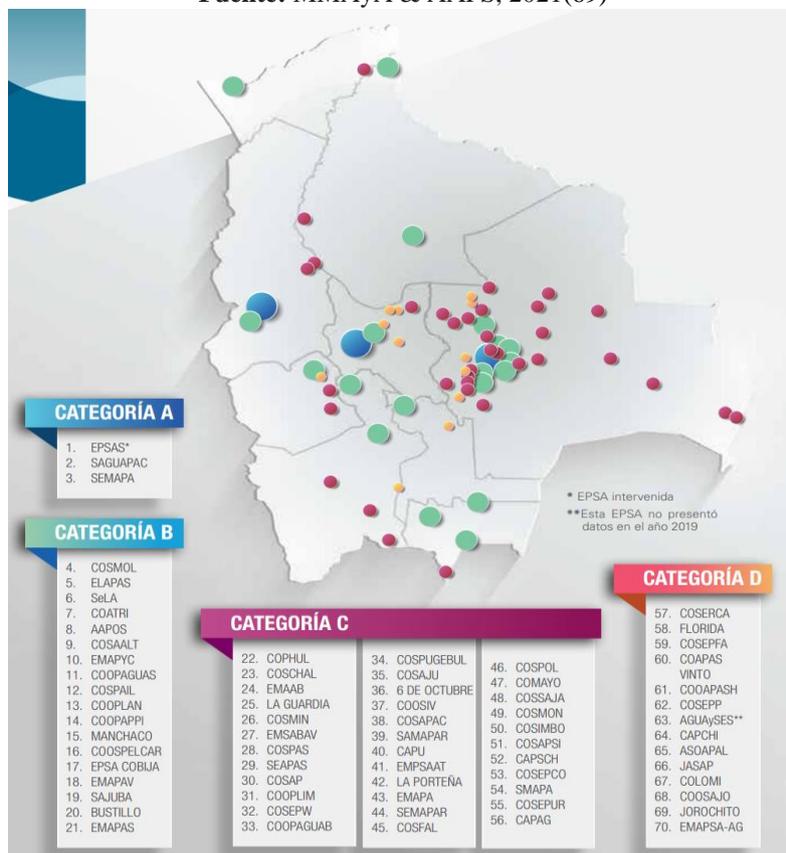
### Anexo 5. Amenaza de sequias por municipio en Bolivia.

Fuente: MDP 2016 (74).



### Anexo 6. EPSA en Bolivia, según categoría.

Fuente: MMAyA & AAPS, 2021(69)



### Anexo 7. Frecuencia mínima de muestreo al año y parámetros control

Fuente: MMAyA & AAPS, 2017 (70)

Población abastecida Hab.	Parámetros de Control	Salida del Tanque (Punto 3)*		Red de distribución (Punto 4)	
		Fuente Superficial	Fuente Subterránea	Fuente Superficial	Fuente Subterránea
≤ 1.000	Mínimo (Tabla N°1)	Semestral	Semestral	Semestral	Semestral
1001 a 2.000	Mínimo (Tabla N°1)	Cuatrimstral	Cuatrimstral	Cuatrimstral	Cuatrimstral
2.001 a 5.000	Mínimo (Tabla N°1)	Bimensual	Bimensual	Bimensual	Bimensual
5.001 a 10.000	Mínimo (Tabla N°1)	2 veces / mes	1 vez/mes	Tabla N°5 * 12	Tabla N°5 * 12
	Básico (Tabla N°2)	Ninguna	Ninguna	Mensual	Ninguna
10.001 a 20.000	Mínimo (Tabla N°1)	4 veces / mes	2 veces/mes	Tabla N°5 * 12	Tabla N°5 * 12
	Básico (Tabla N°2)	Ninguna	Ninguna	Mensual	Mensual
	Complementario (Tabla N°3)	Anual	Anual	Ninguna	Ninguna
20.001 a 30.000	Mínimo (Tabla N°1)	8 veces / mes	4 veces/mes	Tabla N°5 * 12	Tabla N°5 * 12
	Básico (Tabla N°2)	Ninguna	Ninguna	Mensual	Mensual
	Complementario (Tabla N°3)	Anual	Anual	Ninguna	Ninguna
30.001 a 50.000	Mínimo (Tabla N°1)	15 veces / mes	8 veces/mes	Tabla N°5 * 12	Tabla N°5 * 12
	Básico (Tabla N°2)	Ninguna	Ninguna	Mensual	Mensual
	Complementario (Tabla N°3)	Semestral	Anual	Ninguna	Ninguna
50.001- 100.000	Mínimo (Tabla N°1)	30 veces / mes	15 veces/mes	Tabla N°5 * 12	Tabla N°5 * 12
	Básico (Tabla N°2)	Mensual	Mensual	Mensual	Mensual
	Complementario (Tabla N°3)	Semestral	Anual	Ninguna	Ninguna
100.001-500.000	Mínimo (Tabla N°1)	30 veces / mes	15 veces/mes	Tabla N°5 * 12	Tabla N°5 * 12
	Básico (Tabla N°2)	Mensual	Mensual	Mensual	Mensual
	Complementario (Tabla N°3)	Semestral	Anual	Ninguna	Ninguna
> 500.000	Mínimo (Tabla N°1)	30 veces / mes	15 veces/mes	Tabla N°5 * 12	Tabla N°5 * 12
	Básico (Tabla N°2)	Mensual	Mensual	Mensual	Mensual
	Complementario (Tabla N°3)	Semestral	Anual	Ninguna	Ninguna

### Anexo 8. Parámetros de control básico, NB-512.

Fuente: MMAyA & AAPS, 2017 (70)

Parámetro	Valor máximo aceptable
Físicos	
1 Color	15 UCV
Químicos	
2 Sólidos totales disueltos	1.000 mg/l
Químicos Inorgánicos	
3 Alcalinidad total	370,0 mg/l CaCO3
4 Calcio	200,0 mg/l
5 Cloruros	250,0 mg/l
6 Dureza	500,0 mg/l CaCO3
7 Hierro total	0,3 mg/l
8 Magnesio	150,0 mg/l
9 Manganeso	0,1 mg/l
10 Sodio	200,0 mg/l
11 Sulfatos	400,0 mg/l

### Anexo 9. Parámetros de control complementario, NB-512.

Fuente: MMAyA & AAPS, 2017 (70)

Parámetro	Valor máximo aceptable
<b>a) Químicos Inorgánicos</b>	
1 Aluminio	0,1 mg/l
2 Amoníaco	0,5 mg/l
3 Arsénico	0,01 mg/l
4 Boro	0,3 mg/l
5 Cobre	1,0 mg/l
6 Fluoruro	1,5 mg/l
7 Nitritos	0,1 mg/l
8 Nitratos	45,0 mg/l
9 Plomo	0,01 mg/l
10 Zinc	5,0 mg/l
<b>b) Microbiológicos</b>	
<b>Bacterias:</b>	
11 Coliformes totales	< 1 UFC/100 ml
12 Escherichia Coli	< 1 UFC/100 ml
13 Heterotróficas	500 UFC/100 ml
14 Pseudomonas Aeruginosa	< 1 UFC/100 ml
15 Clostridium Perfringens	< 1 UFC/100 ml
<b>Parásitos:</b>	
16 Cryptosporidium.sp.	Ausencia
17 Giardia.sp.	Ausencia
18 Amebas	Ausencia

### Anexo 10. Parámetros de control especial, NB-512.

Fuente: MMAyA & AAPS, 2017 (70)

Parámetro	Valor máximo aceptable
<b>Químicos Inorgánicos:</b>	
1 Antimonio	0,005 mg/l
2 Bario	0,7 mg/l
3 Cadmio	0,005 mg/l
4 Cianuro	0,07 mg/l
5 Cromo Total	0,05 mg/l
6 Mercurio	0,001 mg/l
7 Níquel	0,05 mg/l
8 Sabor y Olor	Aceptable
9 Selenio	0,01 mg/l
<b>Subproductos de la desinfección:</b>	
10 Trihalometanos totales (THM)	100 µg/l
<b>Químicos Orgánicos:</b>	
<b>Plaguicidas</b>	
11 Plaguicidas totales	0,5 µg/l
12 Plaguicidas individuales*	0,1 µg/l
<b>Hidrocarburos:</b>	
14 Hidrocarburos totales (TPH)	10,0 µg/l
15 Benceno	2,0 µg/l (**)
16 Tolueno	700,0 µg/l
17 Etilbenceno	300,0 µg/l
18 Xileno	500,0 µg/l
19 Benzo(a) pireno	0,2 µg/l
<b>Radiactivos.</b>	
20 Radiactividad alfa global	0,10 Bq/l**
21 Radiactividad beta global	1,0 Bq/l**
<b>Químicos Orgánicos</b>	
22 Acrilamida	0,5 µg/l
23 Epiclorohidrina	0,4 µg/l
24 Cloroformo	100,0 µg/l
25 Cloruro de vinilo	2,0 µg/l
26 Fenol	2,0 µg/l

\* Existen plaguicidas cuyos valores individuales pueden superar el valor máximo aceptable individual o la suma de sus valores individuales superar el valor máximo total

\*\* Bq = Bequerelio.

**Anexo 11.** Protocolo para la toma de muestra  
**Fuente:** IBNORCA, 2018 (3). Elaboración propia.



Atendiendo la normativa nacional a continuación, se describen los pasos y las actividades que se deben seguir, para asegurar la calidad de la toma de muestra.

El procedimiento de muestreo en sistemas de abastecimiento se debe iniciar con el muestreo para análisis microbiológico, seguido de las determinaciones, en el lugar, de cloro libre residual, pH, temperatura, conductividad y finalmente el muestreo para el análisis físico-químico o los requeridos de acuerdo a la frecuencia de muestreo.

**Toma de muestra “parámetros microbiológicos”**

<b>Paso</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>
1	Consideraciones de muestreo	Para fines de vigilancia se recomienda tomar la muestra en cualquier punto de la vivienda
2	Preparación de los frascos	Preparar los frascos de vidrio de boro silicato o de polipropileno de boca ancha, con tapa rosca de plástico, previamente lavados, cubrir la tapa con un capuchón de papel kraft o aluminio y esterilizar en laboratorio. Se recomienda que la capacidad de los frascos no sea menor a 250 mL dependiendo del número de determinaciones, para lo ensayos por los métodos de membrana filtrante o tubos múltiples. Para otras determinaciones microbiológicas, los volúmenes de recipientes para la toma de muestras serán los especificados por los métodos estandarizados.
3	Identificación del frasco de muestreo	Identificar el frasco de muestreo (poner la fecha, hora y el código de la muestra correspondiente).
4	Verificación de las condiciones de los puntos de muestreo	Verificar los siguientes aspectos en los puntos de muestreo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• que el grifo seleccionado sea de uso constante y no presente deterioros (rajaduras, fugas, grifos en mal estado, cajas metálicas, que no contengan elementos extraños como alambres, etc.).</li> <li>• en el caso de contar con tanques de almacenamiento de agua potable, éstos deben tener un grifo y un acceso para la toma de muestras (tapa).</li> </ul>
5	Limpieza del grifo	Eliminar del grifo cualquier adherencia o suciedad.
6	Desinfección del grifo	Flamear el grifo durante 1 minuto.
7	Purga de agua del grifo	Abrir el grifo y dejar correr agua mínimo 3 minutos, eliminando impurezas y agua estancada en la tubería.

8	Regulación del flujo	Regular el flujo de agua proveniente del grifo, con el objeto de evitar la salida del neutralizador de cloro del frasco de muestreo.
9	Colecta de la muestra	Destapar el frasco esterilizado y llenarlo con la muestra, sujetando con una mano la tapa con el capuchón protector y, con la otra mano, poner el frasco bajo el chorro de agua, evitando el contacto del grifo con la boca del frasco. Llenar $\frac{3}{4}$ partes del frasco con la finalidad de facilitar el homogenizado de la muestra antes de su análisis.
10	Tapado del envase	Tapar el frasco, enroscando la tapa con el capuchón de forma inmediata.
11	Registro de datos	Registrar en las planillas de muestreo, la fecha, hora, lugar, tipo de fuente, punto de muestreo, responsable de muestreo y otros datos que puedan influir en las determinaciones analíticas.
12	Transportar la muestra	Transportar el/los frascos(s) manteniendo cadena de frío. La muestra no debe ser congelada.

### Toma de muestra “parámetros Físico – Químico”

Paso	Actividad	Descripción
1	Preparación de los envases	Preparar los frascos de polietileno con una capacidad de 2 litros. La recolección de muestras para analizar pH se debe tomar en un frasco de 300 mL.
2	Identificación del envase de muestreo	Identificar el frasco de muestreo (poner la fecha, hora y el código de la muestra correspondiente).
3	Verificación de las condiciones de los puntos de muestreo	Verificar los siguientes aspectos en los puntos de muestreo: <ul style="list-style-type: none"> <li>que el grifo seleccionado sea de uso constante y no presente deterioros (rajaduras, fugas, grifos en mal estado, cajas metálicas, que no contengan elementos extraños como alambres, etc.).</li> <li>en el caso de contar con tanques de almacenamiento de agua potable, éstos deben tener un grifo y un acceso para la toma de muestras (tapa).</li> </ul>
4	Purga del agua de la red	Dejar correr el agua por las tuberías a objeto de asegurar que la muestra es representativa del agua de la red de suministro y no agua estancada.
5	Enjuague del envase	Enjuagar el frasco dos (2) a tres (3) veces con la misma muestra.
6	Colecta de la muestra	Llenar el frasco hasta que rebalse, evitando el contacto del grifo con la boca del frasco.
7	Cierre del frasco	Tapar el frasco con sumo cuidado para que no queden burbujas en su interior.
8	Registro de datos	Registrar en las planillas de muestreo, la fecha, hora, lugar, tipo de fuente, punto de muestreo, temperatura, responsable de muestreo y otros datos que puedan influir en las determinaciones analíticas
9	Transporte de la muestra	Transportar el/los frascos(s) manteniendo cadena de frío. La muestra no debe ser congelada.

**Anexo 12.** Protocolo para la toma de muestra  
**Fuente:** IBNORCA, 2018 (3). Elaboración propia.

  <b>GOZ</b> Gobierno Autónomo Departamental Santa Cruz		<b>Programa Departamental:          Vigilancia Sanitaria del Agua</b>				
		Formulario de Información Básica del Muestreo				
<b>Identificación de la muestra</b>						
Código		Punto	Numero			
Hora de muestreo		Localidad	Zona			
Dirección		Georreferenciación				
<b>Características</b>						
Fuente	Tanque de desinfección		Análisis	Microbiológico	Aerobios	
	Salida de planta			Microbiológico	Anaerobios	
	Red de distribución		Fisicoquímico			
Material del envase	Vidrio		Volumen de la muestra			
	Plástico		conservante		Sin conservante	
Tiempo requerido de muestreo			Tipo de conservante			
Temperatura		pH		Color		
Conductividad		Cloro residual		Turbiedad		
<b>Croquis</b>						
<b>Responsable de muestreo</b>						
<b>Firma</b>		<b>Fecha</b>				
<b>Observaciones</b>						

Anexo 13. Memorandum del programa, para los directores de las EPSA

 <p>Gobierno Autónomo Departamental Santa Cruz</p>	<p><b>Programa Departamental: Vigilancia Sanitaria del Agua</b></p> <p>Memorandum</p>
---	---

Santa cruz de la Sierra  
\_\_ / \_\_\_\_ / 2023  
OF. XXX/DIVISA

**De:** Dirección de Vigilancia Sanitaria del Agua.

**A:** Sra./Sr. X

**Director (a) de la EPSA “X”**

**Ref.: Comunicación de la implementación de programa departamental de vigilancia sanitaria del agua.**

Estimada (o) Sra./Sr.

El Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz, amparado en la Ley N.º 031 y siguiendo el objetivo 6 de los ODS, en la presente gestión ha decidido implementar un programa departamental de vigilancia sanitaria del agua.

Las enfermedades diarreicas agudas “EDA” son causadas principalmente por las infecciones gastrointestinales y estas en su mayoría, tienen al agua, como el vehículo más importante de su transmisión. Cuando el agua destinada al consumo humano, está contaminada, suele generar infecciones en varios miembros de la población que se abastece de ella. La vigilancia sanitaria del agua, es una de las intervenciones de salud pública más eficaz para la prevención de estas enfermedades. En este sentido, el presente programa, tiene como objetivo principal, reducir la incidencia de la morbilidad de infecciones gastrointestinales transmitidas por el agua de consumo, distribuida por las 37 EPSA en el departamento de Santa Cruz – Bolivia. Para ello, en una primera fase, se creará un equipo multidisciplinario de trabajo, seguido de la implementación de un sistema de monitoreo de la calidad del agua y en una tercera fase, el establecimiento de un sistema de vigilancia y garantía del abastecimiento del agua, con la finalidad de direccionar intervenciones oportunas a diferentes niveles. Este programa permitirá cumplir con las directrices de la OMS destinadas a la prevención de las infecciones gastrointestinales, centrando los esfuerzos en la mejora del abastecimiento seguro de agua potable.

En días posteriores, desde la Dirección de Vigilancia Sanitaria del Agua, se comunicarán para informar y concretar su participación y la fecha de reunión, para la socialización del programa a implementar.

Anexo 14. Infografía del Programa, para la población de Santa Cruz.

 **SCZ** Gobierno Autónomo Departamental Santa Cruz

**Programa Departamental:  
Vigilancia Sanitaria del Agua**

*"Comprometidos para garantizar un agua de calidad"*



**Fases del Programa**

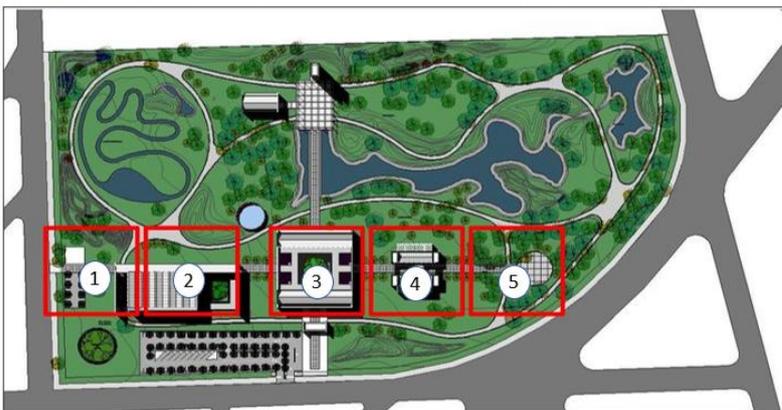
**1**  Personal técnico identificado, llamará a tu puerta y con tu permiso, pasará a realizar la toma de muestra de agua de la red. 

**2**  En el laboratorio un personal cualificado, analizará la calidad del agua que se distribuye en la red de tu localidad.

**3**  De esta forma aseguramos que el agua que llega a tu hogar, sea un agua de calidad. 

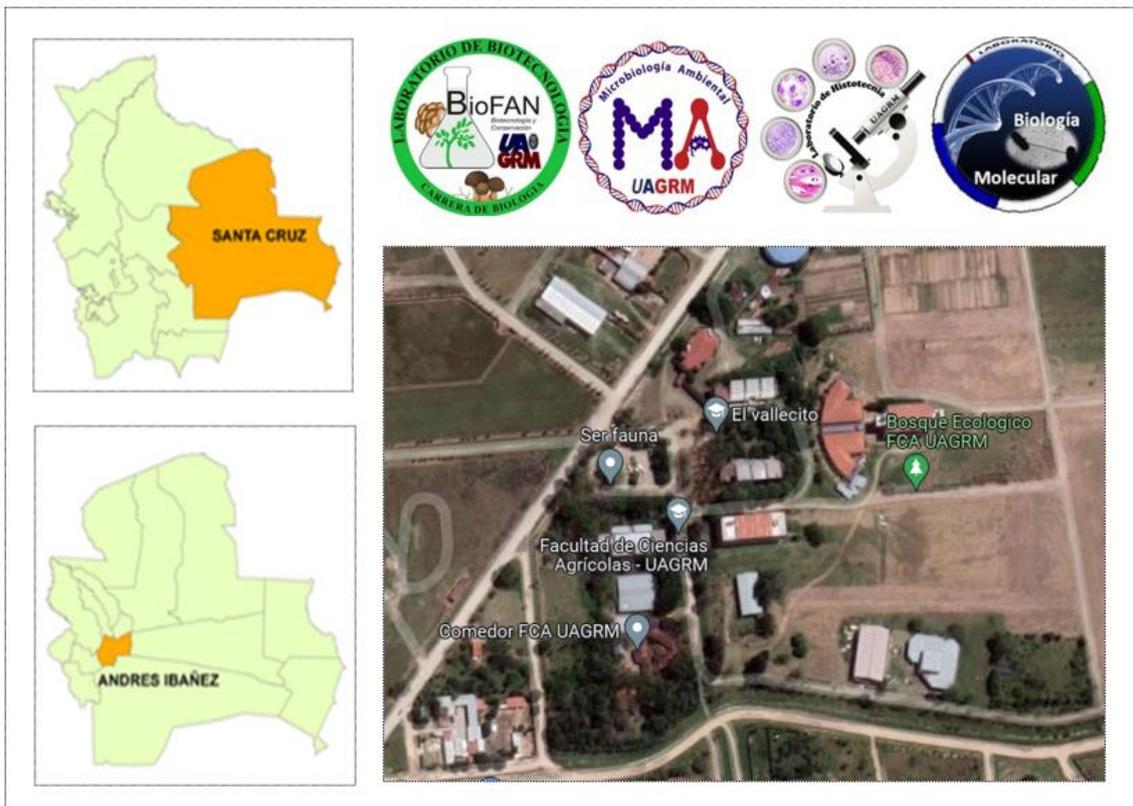
**"CONTAMOS CON TU COLABORACIÓN"**

**Anexo 15.** Instalaciones del Centro de Educación Ambiental en Santa Cruz.  
**Fuente:** La Región, 2014 (71). Elaboración propia.

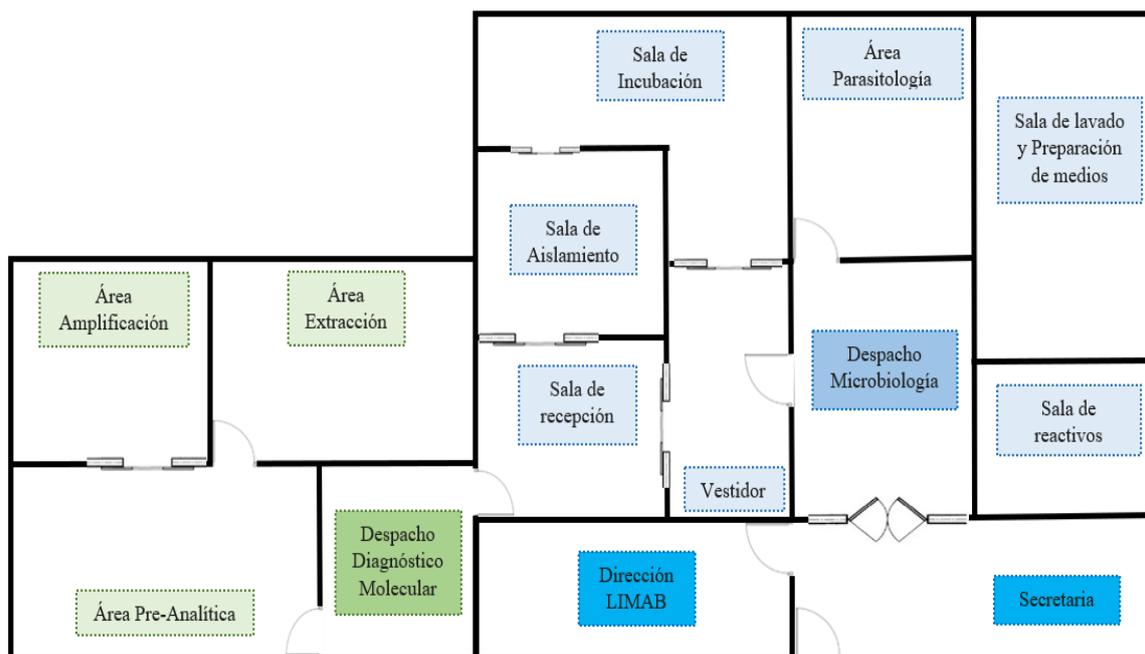


1. Mantenimiento y vivero ecológico
2. Centro de transferencia de información
3. Edificios central: oficinas
4. Bibliotecas
5. Plaza del arenero

**Anexo 16.** Ubicación del LIMAB, en los predios norte de la FCA-UAGRM



### Anexo 17. Plano general del LIMAB e instalaciones requeridas para el diagnóstico molecular



### Anexo 18. Método de evaluación de riesgo

Fuente: INSST - Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (72).

Estimación del riesgo		Severidad de las consecuencias		
		Ligeramente dañino	Dañino	Extremadamente dañino
Probabilidad	Bajo	Riesgo trivial (T)	Riesgo tolerable (TO)	Riesgo moderado (MO)
	Medio	Riesgo tolerable (TO)	Riesgo moderado (MO)	Riesgo importante (I)
	Alta	Riesgo moderado (MO)	Riesgo importante (I)	Riesgo intolerable (IN)

### Anexo 19. Acción y temporización según el tipo de riesgo

Fuente: INSST - Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (72).

Riesgo	Acción y temporización
Trivial (T)	No se requiere acción específica.
Tolerable (TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado (M)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado este asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante (I)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable (IN)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

## **Resumen**

### **PROGRAMA DE VIGILANCIA DE INFECCIONES GASTROINTESTINALES TRASMITIDAS POR EL AGUA DE CONSUMO EN SANTA CRUZ BOLIVIA.**

**Ruiz Umaña J.\***

Las enfermedades diarreicas agudas “EDA” son causadas principalmente por las infecciones gastrointestinales y estas en su mayoría, tienen al agua, como el vehículo más importante de su transmisión. Cuando el agua destinada al consumo humano, está contaminada, suele generar infecciones en varios miembros de la población que se abastece de ella. La vigilancia sanitaria del agua, es una de las intervenciones de salud pública más eficaz para la prevención de estas enfermedades. En este sentido, el presente programa, tiene como objetivo principal, reducir la incidencia de la morbilidad de infecciones gastrointestinales transmitidas por el agua de consumo, distribuida por las 37 EPSA en el departamento de Santa Cruz – Bolivia. Para ello, en una primera fase, se creará un equipo multidisciplinario de trabajo, seguido de la implementación de un sistema de monitoreo de la calidad del agua y en una tercera fase, el establecimiento de un sistema de vigilancia y garantía del abastecimiento del agua, con la finalidad de direccionar intervenciones oportunas a diferentes niveles. Este programa permitirá cumplir con las directrices de la OMS destinadas a la prevención de las infecciones gastrointestinales, centrando los esfuerzos en la mejora del abastecimiento seguro de agua potable.

**Palabras claves:** Agua de consumo humano, infecciones gastrointestinales, sistema de calidad.

## **Abstract**

### **SURVEILLANCE PROGRAM FOR GASTROINTESTINAL INFECTIONS TRANSMITTED BY DRINKING WATER IN SANTA CRUZ BOLIVIA.**

Ruiz Umaña J.\*

Acute diarrheal diseases " ADD" are mainly caused by gastrointestinal infections and most of them are transmitted through water as the most important vehicle for their transmission. When water intended for human consumption is contaminated, it usually causes infections in several members of the population that uses it. Water sanitary surveillance is one of the most effective public health interventions for the prevention of these diseases. In this sense, the main objective of this program is to reduce the incidence of gastrointestinal infections transmitted by drinking water distributed by the 37 EPSAs in the department of Santa Cruz - Bolivia. To this end, in the first phase, a multidisciplinary work team will be created, followed by the implementation of a water quality monitoring system and, in the third phase, the establishment of a water supply monitoring and guarantee system, with the purpose of directing timely interventions at different levels. This program will make it possible to comply with WHO guidelines for the prevention of gastrointestinal infections, focusing efforts on improving the safe supply of drinking water.

**Key words:** drinking water, gastrointestinal infections, quality system.

## **Laburpena**

### **KONTSUMORAKO URAK KUTSATUTAKO INFEKZIO GASTROINTESTINALAK ZAINTEKO PROGRAMA SANTA CRUZEN, BOLIVIAN.**

**Ruiz Umaña J.\***

Infekzio gastrointestinalek eragiten dituzte, batez ere, beherako gaixotasun akutuak, eta infekzio horiek, gehienbat, ura dute transmisioko ibilgailurik garrantzitsuena. Gizakiek kontsumitzeko erabiltzen den ura kutsatuta dagoenean, infekzioak sortzen ditu ur horretaz hornitzen diren hainbat biztanlerengan. Uraren osasun-zaintza da gaixotasun horiek prebenitzeko osasun publikoko esku-hartzerik eraginkorrenetako bat. Ildo horretatik, kontsumorako urak transmititutako infekzio gastrointestinalen erikortasunaren intzidentzia murriztea da programa honen helburu nagusia, Santa Cruz-Boliviako departamenduan 37 EPSA banatuta. Horretarako, lehenengo fasean, diziplina anitzeko lan-talde bat sortuko da, eta, ondoren, uraren kalitatea monitorizatzeko sistema bat ezarriko da; hirugarren fasean, berriz, ur-hornidura zaintzeko eta bermatzeko sistema bat ezarriko da, hainbat mailalara dagozkion esku-hartzeak bideratzeko. Programa horri esker, OMEk infekzio gastrointestinalak prebenitzeko emandako jarraibideak bete ahal izango dira, eta ahaleginak, edateko uraren hornidura segurua hobetzera bideratuko dira.

**Hitz gakoak:** giza kontsumorako ura, infekzio gastrointestinalak, kalitate-sistema.