

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERA**

**CARRERA DE AUDITORÍA**



## **PROYECTO DE GRADO**

**“AUDITORÍA ESPECIALIZADA SOBRE EL DESEMPEÑO  
AMBIENTAL DE EMPRESAS QUE SUMINISTRAN AGUA  
POTABLE A LAS CIUDADES DE LA PAZ, EL ALTO Y  
COCHABAMBA”**

*POSTULANTE:* **MARIELA LUZ PEREDO MURILLO**

**TUTOR:** **LIC. JUAN PEREZ VARGAS**

*LA PAZ – BOLIVIA*

*2010*

## INDICE GENERAL

	Págs.
<b>AGRADECIMIENTO</b> _____	6
<b>DEDICATORIA</b> _____	7
<b>PRESENTACIÓN</b> _____	8
 <b>CAPITULO I</b>	
<b>1. PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO</b> _____	12
1.1 <b>INTRODUCCIÓN</b> _____	12
 <b>CAPITULO II</b>	
<b>2.1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> _____	15
2.1.1 <b>Planteamiento del Problema</b> _____	15
2.1.2 <b>Formulación del Problema</b> _____	15
2.1.3 <b>Sistematización del Problema</b> _____	16
<b>2.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN</b> _____	16
2.2.1 <b>Justificación Teórica</b> _____	16
2.2.2 <b>Justificación Metodológica</b> _____	17
2.2.3 <b>Justificación Práctica</b> _____	18
<b>2.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</b> _____	20
2.3.1 <b>Objetivo General</b> _____	20
2.3.2 <b>Objetivos Específicos</b> _____	20
 <b>CAPITULO III</b>	
<b>3.1 METODOLOGÍAS DE LA INVESTIGACIÓN</b> _____	21
3.1.1 <b>Tipos de Estudio</b> _____	21
3.1.2 <b>Métodos de Investigación</b> _____	22
3.1.3 <b>Fuentes y Técnicas para la recolección de la Información</b> _____	22
3.1.4 <b>Tratamiento de la Información</b> _____	23
 <b>CAPITULO IV</b>	

## PARTE I

<b>4.</b>	<b>MARCO TEÓRICO DE REFERENCIAS</b>	<b>24</b>
<b>4.1</b>	<b>CONTEXTO HISTÓRICO DE LA AUDITORÍA AMBIENTAL</b>	<b>26</b>
4.1.1	Definiciones	26
<b>4.2</b>	<b>EL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL</b>	<b>27</b>
4.2.1	Objetivos de los Sistemas de Gestión Ambiental	28
4.2.2	Ventajas de los Sistemas de Gestión Ambiental para las organizaciones	30
4.2.3	Principales instrumentos de Gestión Ambiental	31
4.2.4	Modelos de Sistemas de Gestión Medioambiental	33
4.2.5	Implantación del Sistema de Gestión Medioambiental	34
4.2.6	Sistema de Gestión Integrado	35
4.2.7	Políticas Ambientales	37
<b>4.3</b>	<b>PROBLEMAS DE CALIDAD AMBIENTAL EN BOLIVIA</b>	<b>38</b>
4.3.1	La calidad del agua en Bolivia	38
4.3.2	Fuentes de contaminación de aguas superficiales	40
4.3.3	Contaminación de las aguas subterráneas	49
<b>4.4</b>	<b>MARCO REGULATORIO DE GESTIÓN AMBIENTAL</b>	<b>51</b>
4.4.1	Antecedentes	51
4.4.2	Marco normativo legal ambiental	53
4.4.3	Ley de medio ambiente y sus reglamentos	59
4.4.4	Organización nacional y regional	59
<b>4.5</b>	<b>LA NORMA (ISO 14001), ANTECEDENTES Y ESTRUCTURA</b>	<b>60</b>
4.5.1	Antecedentes de la norma ISO 14001	61
4.5.2	Estructura de la norma ISO 14001: 2004	62

## CAPITULO IV

### PARTE II

<b>4.6</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DEL TRATAMIENTO DEL AGUA Y SU PURIFICACIÓN BAJO NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES</b>	<b>65</b>
------------	--	-----------

4.6.1	Propiedades del agua	65
4.6.2	Niveles de servicio	71
4.6.3	Priorización de acciones de mejoramiento	72
4.6.4	Parámetros de Control de Calidad del Agua según NB – 512/ OPS/OMS 2005	74
4.7	PROCESO DE LA AUDITORIA ESPECIALIZADA AMBIENTAL	78
4.7.1	Consideraciones generales sobre la calidad del agua	79
4.7.2	Procedimientos de Auditoría para la Evaluación del Agua de consumo humano según OMS/OPS/SDE/CEPIS-SB	80
4.8	PRE – RECONOMIENTO E INDAGACIÓN SOBRE EL AGUA POTABLE EN IN SITU	86
4.8.1	Agua potable	86
4.8.2	Balance y situaciones ambientales críticas extremas	94
4.8.3	Formulación de políticas y planificación	95
4.8.4	Fiscalización y control	98
4.9	PLANIFICACIÓN DE LA AUDITORÍA	110
4.9.1	Aspectos de la auditoría ambiental	110
4.9.2	Planeación de la auditoría ambiental	111
4.9.3	Proceso de ejecución de la auditoría	113
4.9.4	Estructura del informe	116
4.10	EJECUCIÓN DE LA AUDITORÍA SOBRE DESEMPEÑO AMBIENTAL	116
4.10.1	Auditoría ambiental	116
4.10.2	Niveles de vigilancia	117

## CAPITULO V

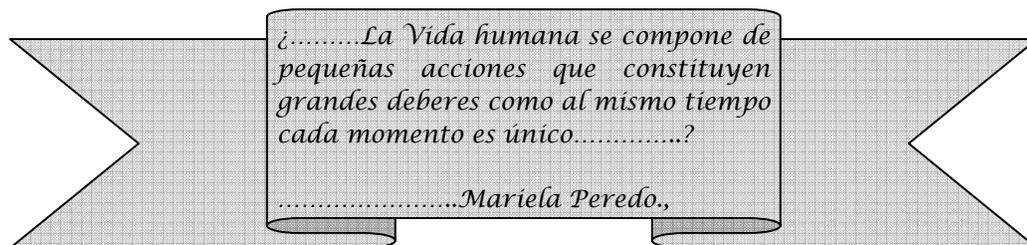
5.	RESULTADOS DE LA AUDITORÍA	123
5.1	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	123
5.2	INFORME	170
5.3	SEGUIMIENTO	170

## CAPITULO VI

<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN</b>	<b>171</b>
<b>6.1</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>171</b>
<b>6.2</b>	<b>RECOMENDACIÓN</b>	<b>178</b>

## **CAPITULO VII**

<b>7.</b>	<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS</b>	<b>181</b>
<b>7.1</b>	<b>SIGLAS Y ABREVIATURAS</b>	<b>184</b>
<b>7.2</b>	<b>OTRAS SIGLAS TÉCNICAS UTILIZADAS</b>	<b>185</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA EN GENERAL</b>	<b>186</b>
<b>8.1</b>	<b>BIBLIOGRAFIA DE LEYES, CODIGOS Y NORMAS ADMINISTRATIVAS</b>	<b>186</b>
<b>8.2</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA DE NORMAS DE AUDITORÍA</b>	<b>186</b>
<b>8.3</b>	<b>TEXTOS DE METODOLOGÍAS</b>	<b>187</b>
<b>8.4</b>	<b>BIBLIOGRAFIA DE OBRAS Y TEXTOS</b>	<b>187</b>
	<b>8.4.1 Textos de Auditoría</b>	<b>187</b>
	<b>8.4.2 Obras, Informes y Guías de la OPS/OMS</b>	<b>188</b>
<b>9.</b>	<b>CRONOGRAMA DE TRABAJO</b>	<b>190</b>
<b>10.</b>	<b>ANEXOS Y FORMULARIOS EN GENERAL</b>	<b>191</b>
<b>11.</b>	<b>DOCUMENTACION DE APERTURA DEL PROYECTO</b>	<b>201</b>



## UN RECONOCIMIENTO ESPECIAL:

*En principio debo dar gracias a Dios sin su bendición nada es posible, a mi familia por el apoyo y la comprensión prestada que tuvieron conmigo en el proceso de la titulación*

*Posteriormente, a mis amistades y todos quienes han contribuido en forma indirecta en la finalización de este trabajo, que representa un aporte para la sociedad; en justa retribución al esfuerzo que representa la educación y que por medio de esta se retribuye por la profesión de auditora*

*Por último un agradecimiento por la atención dispensada a quienes me han colaborado en la supervisión y la conclusión de la Auditoría de desempeño ambiental, que han asistido en forma muy desinteresada en todas las inquietudes personales que tuve, durante el proceso del trabajo*

*Sin antes de terminar de agradecer a quienes he olvidado que no he mencionado en estas cuantas frases de reconocimiento especial*

*La Paz, noviembre de 2010*

**DEDICATORIA**

Nuestro deber para con la naturaleza consiste en no destruir la belleza natural de todo cuanto existe, sino en el de procurar conservarla y preservarla de la acción del tiempo y del hombre, como las aguas o de incrementar su belleza con acciones, para mejorar la calidad de la vida, como la construcción acequias que tiendan a su cuidado y su perenne existencia en beneficio del hombre,.....

Mariela Peredo

## PRESENTACIÓN

En principio debo manifestar que a lo largo de un periodo de cambios que vive el país, es que he decido preparar un aporte que sin duda beneficiara a la sociedad y al Estado Boliviano en los procesos de la investigación y de la auditoría “verificar el cumplimiento de normas y patrones ambientales”, normas que posteriormente se conviertan en leyes, decretos y normas institucionales”, dando cumplimiento de esta manera a toda reglamentación existe.

Es asimismo importante establecer, que todo proceso de examen que se efectuó debe inevitablemente llevarse bajo la normatividad existente, y así que contribuyan y fortalezcan a la institución (o empresa) y estas esclarezcan los ámbitos de sus competencias, y la calidad del producto al servicio del cliente.

Con el afán de fortalecer la calidad del servicio de agua potable dentro de estas regiones en la ciudad de la Paz, El Alto y Cochabamba. Es que se ha procedido ha evaluar en forma técnica operativa el desempeño de las empresas, ciertamente ha sido una tarea sumamente de gran satisfacción en vista de que el campo de la auditoría se amplía en tal forma que llega ha establecer situaciones que antes no se había dado hasta este momento en que el país. Pero transversalmente cambia la forma de administración de estos recursos hídricos que antes eran de empresas que obtenían concesiones y las explotaban sin cumplir normas hasta antes del gobierno.

Cabe señalar que en las administraciones pasadas no existía un control eficiente a las a las empresas que suministran agua a las regiones, por lo que no se aplicaron medidas correctivas sobre su producto como vital elemento, tomando en cuenta hasta hoy en día se siguen presentando falencias en el proceso, producto final y satisfacción del cliente, la falta de aplicación de ciertas normas de calidad y además como el Estado no

tenía una entidad fiscalizadora de control social especial de este elemento, se advertía ausencia de cumplimiento de normas técnicas y otros aspectos operativos de su funcionamiento.

Pero gracias al impulso de sus pobladores y autoridades es que se inicia un trabajo mancomunado en las regiones con el fin de supervisar este servicio de este vital elemento que es el agua potable, aun así la implantación de estos procesos representa tiempo, para poder cumplir con la misión así establecida por la nueva Constitución Política del Estado Boliviano que en Art. 20 hace referencia a que... “Toda las personas tienen derecho al acceso universal y equitativo a los servicios de agua potable.....” en esta ocasión el trabajo contiene lo siguiente:

## **PARTE I – PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO**

En primera instancia, este espacio se referirá en forma muy extensiva y analítica la situación actual del agua potable y posteriormente sus características mas significativas, además puntualizaremos el ¿por que para que realizar el trabajo?

En segunda instancia; determinar el problema que nos lleva a efectuar el presente trabajo, que sin duda pondrá un marco objeto de investigación así mismo; de las justificaciones y del problema planteado consecuentemente, pretenden ser resueltas por la investigación del trabajo.

Del proceso de investigación existe objetivo principal y secundarios que representan las acciones concretas que emergen del proceso, he intentaremos responder a las preguntas establecidas y así resolver el problema, mediante una pregunta ¿Qué debo hacer para desarrollar la auditoria?

## **PARTE II – MARCO TEÓRICO DE REFERENCIAS**

En este segmento efectuar: un desarrollo general y análisis de los sistemas de gestión ambiental y la cuestión de la calidad ambiental en Bolivia, referido especialmente a la situación del saneamiento básico a nivel regional, además plantear mediante la investigación cuales son los factores que hacen importante y por demás notable el proceso del tratamiento del agua en sus diferentes reservorios.

Realizar un estudio de las fuentes del agua como las superficiales, subterráneas y pluviales, también como se efectúa la captación del agua mediante obras de captación realizando los diseños y estructuras de las represas para posteriormente realizar el análisis de la calidad del agua, mediante criterios y análisis establecidos por normas regidas.

Asimismo, analizar cual los factores o características del tratamiento del agua y su purificación bajo normas nacionales e internacionales.

### **PARTE III – PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

A continuación desarrollar el examen de toda la información y datos complementarios que son obtenidos de fuentes institucionales como de entes se fiscalización. Estas evidencias son validadas para el análisis e interpretación de hechos. Lo que se presenta en esta parte son hallazgos y se expone mediante la técnica de; cuadros descriptivos y gráficas porcentuales, demostrando cual la condición actual que presenta las regiones sobre la calidad del agua obviamente con la participación de algunos personeros de las entidades.

### **PARTE IV – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Indudablemente, a la conclusión del presente trabajo, se destila lo esencial de todo el proceso, destacando básicamente la riqueza de la evidencia empírica aportada, y a partir de ello, generar un marco de accionar interno dentro de las EPSA, es indiscutible que la falta de esta

auditoria de desempeño ambiental generara acciones encontradas y en desordenes legales ante las autoridades correspondientes.

Además se menciona en la recomendación ciertos factores inherentes, agentes internos y externos que no favorecen a las EPSAS, y que son mencionados en este capitulo, asimismo se hace referencia a los beneficios por el aporte del examen, que sin duda mas adelante se efectuara las correcciones de la deficiencias halladas.

#### **PARTE V – ANEXOS**

Se incorpora, datos utilizados, y algunas imágenes del lugar para su conocimiento de la región. Y otros datos recolectados por la auditoria como las planillas de control y ejemplos de su aplicación. Como también la información recopilada directamente de libros, manuales, glosarios, revistas y páginas Web de Internet.

#### **PARTE VI – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Se expone las fuentes documentales tales como: normas y disposiciones legales, textos sobre el recurso hídrico en forma técnicas y metodológicas; utilizadas en la redacción y si cumple con las normas internacionales estandarizada del manejo. Además de páginas: Web de consulta en la Prensa, Diario, Razón, Revistas especializada sobre el Agua y textos de metodologías didáctica.

## **CAPITULO I**

### **1 PRESENTACIÓN DEL ESTUDÍO**

#### **1.1 INTRODUCCIÓN**

El Saneamiento Básico, que es un componente importante del saneamiento ambiental, comprende actividades que contribuyen a preservar y/o mejorar la salud y la calidad de vida de las personas, abarcando servicios de agua potable, alcantarillado, eliminación de excretas, gestión de residuos sólidos y control de la contaminación ambiental asociada a estas actividades, tal como lo establece el Art. 2 del Decreto Supremo N° 22965 del 1 de noviembre de 1991. El Ministerio de Medio Ambiente y Agua y la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico tienen la responsabilidad de incorporar el Plan Nacional de Saneamiento Básico al Sistema Nacional de Planificación (SISPLAN) concordante (Art. 8 del Decreto Supremo N° 22627).

Una de las principales tareas del Saneamiento Básico relacionado con el agua potable, es captar, transportar, almacenar y utilizar aguas superficiales y/o subterráneas, a efecto de potabilizarlas y distribuir las a la población, garantizando que el agua suministrada tenga la calidad establecida en las normas de Saneamiento Básico.

Las entidades encargadas de suministrar agua potable a las ciudades de La Paz, El Alto y Cochabamba son empresas de servicio público, creadas mediante Decretos Supremos emitidos entre 1973 y 2006. Estas empresas son: EPSA en las ciudades de La Paz y El Alto y SEMAPA en Cochabamba.

Estas empresas cuentan con plantas de tratamiento para la potabilización del agua, así como con laboratorios de análisis químico y fisicoquímico para:

- a) Determinar las características de las aguas crudas que llegan a las plantas de tratamiento;
- b) Planificar y supervisar el proceso de tratamiento; y
- c) Controlar la calidad del agua tratada que se despacha a las redes de distribución.

De acuerdo al Informe de Relevamiento N° L230P0001-08046-A12 elaborado por la Contraloría sobre el "Sistema de Captación, Tratamiento y Distribución de Agua Potable en las ciudades de La Paz y El Alto", EPSA es la única empresa que cuenta además con un laboratorio central de fiscalización, que le permite efectuar muestreos quincenales a mensuales, a fin de supervisar y controlar el funcionamiento de todas las plantas de tratamiento y de sus respectivos laboratorios, así como de la calidad del agua en las redes de distribución.

El acceso al agua, alcantarillado y tratamiento de residuos brindan condiciones de salubridad, que disminuyen el riesgo ambiental, por lo que la provisión de estos servicios determina un cierto nivel de calidad ambiental.

En el caso de Bolivia aproximadamente un 90% de las viviendas urbanas tiene acceso a agua potable a través de conexiones dentro y fuera de la vivienda, este número cae dramáticamente a 35% en las áreas rurales al 18%.

Este acceso limitado se debe a diversas causas: la falta de infraestructura física (en El Alto), problemas de abastecimiento del recurso agua (en Cochabamba), o la contaminación (minera en Oruro y Potosí, y del agua de pozos subterráneos en partes de Santa Cruz).

El 86% de la población urbana boliviana y 36% de la población rural cuenta con acceso a redes de alcantarillado, pozos o cámaras sépticas.

En Trinidad, Cobija y otras ciudades menores, casi no existen sistemas de eliminación de aguas servidas, mientras que en La Paz, El Alto, Oruro y Potosí cerca de un cuarto de los hogares carece de dicha infraestructura.

Finalmente, el tratamiento de aguas sólo se realiza parcialmente en La Paz, Cochabamba y El Alto. En Santa Cruz sólo el parque industrial de la ciudad cuenta con una planta de tratamiento de aguas y en Tarija existen algunas unidades de tratamiento de residuos líquidos. Esta descripción se la efectúa con fin de enfocar de una manera general la situación real, de las regiones y por supuesto con el fin de apreciar la situación del saneamiento básico sobre el tratamiento de residuos sólidos.

## **CAPITULO II**

### **2.1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **2.1.1 Planteamiento del problema**

En nuestro país el sector del Saneamiento Básico, ha tenido un desarrollado notable en la implementación y la creación de entidades de control administrativo o unidades; que fortalecen el Plan Nacional de Saneamiento Básico, al mismo tiempo en esta coyuntura, se ha evidenciado que existen dificultades de orden operativo institucional sobre el desempeño de las empresas públicas, municipales y EPSA mancomunaria y que básicamente por falta de inversión para su desarrollo integral en el sector del Saneamiento Básico, debido fundamentalmente a lo siguiente:

- a) Baja cobertura de los servicios:
  - ◆ Alcantarillado Sanitario 30% y
  - ◆ Agua Potable 70%.
  
- b) Discontinuidad en la prestación de los servicios.
- c) Débil control de la calidad y la vigilancia del agua.
- d) Poca capacidad de gestión de las EPSA.
- e) EPSA sin sostenibilidad financiera.
- f) Normativa insuficiente.
- g) Ingerencia política en las EPSA.
- h) Escasa formación técnica en el personal de las EPSA's.

#### **2.1.2 Formulación de problemas**

¿Qué las EPSA's públicas, municipales y EPSA's mancomunaria cumplen las disposiciones legales sobre los requisitos de calidad para el agua potable establecidos en la Norma Boliviana NB-512-97, aprobada por RM 22763-85, en fecha 17 de julio de 1985?

¿Si los rangos de valores guía recomendado por la OPS/OMS referido a: "calidad del agua incluye parámetros organolépticos, físicos, químicos, fisicoquímicos y microbiológicos, además de indicar límites para sustancias radioactivas" han sido considerados las recomendaciones y aplicados en conformidad a los convenios internacionales rubricados por el Estado Boliviano?

### 2.1.3 Sistematización del problema

¿Cuales son las causas para el incumplimiento de la Norma Boliviana NB-512-85, que produjeron deficiencias en el sector de Saneamiento Básico a nivel regional en años anteriores?

¿De que manera una evaluación sobre el desempeño ambiental de las EPSA's y empresa municipal podrá contribuir al proceso de mejoramiento del Plan Nacional de Saneamiento Básico relacionado con el agua potable, a efecto de potabilizarlas y distribuir las a la población,?

¿Se cumple apropiadamente las disposiciones dimanadas por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (Normador) y la Superintendencia Saneamiento Básico (regulador), (*Actualmente, como una dirección General dependiente del Ministerio de Medio ambiente y Agua*), de tuición y control del sector de Saneamiento Básico?

## 2.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

### 2.2.1 Justificación teórica

Que al efectuar una auditoria especializada sobre desempeño ambiental, esta será el recorrido que debiera ser tomado en cuenta en casos de efectuar futuras evaluaciones, como una base de referencia a posteriori, evidentemente el proceso de la planificación es substancial para que se palpen los procedimientos y enfoque que vaya a considera para cada sector en examen. Al mismo tiempo permita identificar claramente la siguiente:

- ◆ Que el informe producto final evidencie la situación real de consumo de agua en los departamentos.
- ◆ Que la aplicación teórica de las normas y convenios internacionales se unifiquen de forma coordinada para establecer parámetros utilizados por las empresas.
- ◆ Que el examen cumplido, evidencie situaciones significativos dentro de las regiones, si estas entidades por su misma función de provisión de agua aplican normas y otros aspectos de tratamiento con el fin de generar información veras y oportuna para futuras inversiones de los empresarios.
- ◆ Que la realización de este trabajo tenga un referencia, de primera mano para futuras investigaciones, supervisiones y reflejen circunstancias encontradas en cada una, con sus debidas discrepancias.
- ◆ Finalmente, este trabajó de investigación sea un estereotipado de información para tener criterios de exposición he investigación. Que bien se podría aplicar en otras regiones con el fin de contribuir la información sobre el objetivo planteado como premisa de la auditoria.

### **2.2.2 Justificación metodológica**

La evaluación del desempeño ambiental, hasta ahora como examen posterior a los hechos, genera la necesidad de desarrollar un conjunto de criterios, normas y procedimientos para el proceso de la auditoría del sector estatal, de acuerdo a las Normas Internacionales de Auditoría (NIA's) y legislación ambiental vigente en el país, identificando para este propósito lo siguiente:

- ◆ La secuencia que se debe seguir para el proceso de la auditoría sobre el desempeño ambiental.
- ◆ Los procedimientos y técnicas que deben ser llevadas a cabo para el proceso de la auditoría.
- ◆ Las normas de auditoría generalmente aceptados, sean alineaciones para esta situación en particular.
- ◆ Que la presentación plasmada sean a criterio personal y con características exclusivas por ser una investigación única en este caso.
- ◆ Los métodos aplicados para esta investigación, sean parámetros estándares, según nuestra pretensión, así planteada para la presente ocasión.
- ◆ Finalmente, la aplicación de las técnicas y procedimientos así planeados, en este término no son las mejores ni los malos por situaciones que surgen en el proceso de estudio y presentación de los mismos. Es indudable cumplir con pasos y procedimientos en tal virtud sea cumplido con el objetivo.

### **2.2.3 Justificación práctica**

Es importante, hacer reseña a lo siguiente: Que la realización de un examen a este sector del saneamiento básico en Bolivia, con lleva por primera vez a este tipo de trabajo, por tanto; todo hecho que conduzca a emerger información objetiva de la situación regional es trascendental para corroborar la situación vigente en los departamentos, en tal efecto.

El desarrollo de un marco normativo y la formulación de un proceso adecuado a la necesidad ambiental departamental permitirían:

- ◆ Conocer el proceso de la evaluación del desempeño ambiental, sus variedades, regulaciones y ventajas.
- ◆ Aplicar normas de auditoría en el trabajo a realizar, relativas a la aseveración del producto principal.
- ◆ Que las evaluaciones efectuada resulte una evidencia de auditoria y mejoré las condiciones vitales del agua en las regiones donde se desarrollo las muestras.
- ◆ Que el informe que se emita nos permita apreciar las discrepancias e identificar características congénitas del tratamiento del agua en las regiones.
- ◆ Que la investigación permita hacer un estudio real y detallado de aspectos de la calidad del agua incluye parámetros organolépticos, físicos, químicos, fisicoquímicos y microbiológicos, además de indicar límites para sustancias radioactivas”.
- ◆ Que las divergencias entre las regiones sean una medida de comparación de estudio a lo consecutivo para futuras investigaciones y otros aspectos de disquisición.

## **2.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.3.1 Objetivo general**

El objetivo general de la presente auditoría es medir el desempeño ambiental de las empresas que suministran agua potable a las principales ciudades de La Paz, El Alto y Cochabamba.

### **2.3.2 Objetivos específicos**

Los objetivos específicos de la presente auditoría, son:

- ◆ Medir la eficacia de las plantas de tratamiento para suministro de agua potable a las ciudades de La Paz, El Alto y Cochabamba.
- ◆ Medir el desempeño ambiental de las empresas que suministran agua potable a las ciudades mencionadas.
- ◆ Todo ello con el propósito de informar sobre el grado de cumplimiento de las normas que regulan la calidad del agua potable que se suministra a las poblaciones; establecer los potenciales riesgos para la salud humana y ambiental; y recomendar acciones orientadas a mejorar los servicios de tratamiento y abastecimiento de agua potable.

## CAPITULO III

### 3.1 METODOLOGÍAS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1.1 Tipos de estudio

El estudio a desarrollar es de naturaleza; exploratorio, descriptivo y a su vez explicativo y analítico.

***En primer lugar, es un estudio exploratorio;*** Debido a la insuficiencia de información concerniente en el marco teórico de esta auditoria en nuestro país, y sobre todo el proceso de la investigación en si para una atestación para el área del saneamiento básico.

Decimos exploratorio en razón, a que debemos reconocer, registrar, inquirir o averiguar con diligencia datos e informaciones sobre el saneamiento básico del departamento y las regiones en in situ.

***En segundo lugar, es un estudio descriptivo;*** Porque identifica las características particulares de la evaluación del desempeño ambiental como un trabajo exclusivo de alcance muy importante dentro de una auditoría integral así denominada.

Para la presente investigación, se tuvo que delinear, y representándolo de modo que dé cabal idea de ello, sino dando una idea general de sus partes o propiedades.

***En tercer lugar, es un estudio explicativo;*** Ya que permitirá la auditoria alcanzar resultados específicos del proceso de evaluación del desempeño de las EPSA's, desde un punto de vista de su difusión hasta su emisión de informes.

***Por última instancia, es analítico;*** Debido fundamentalmente a que el trabajo implica un análisis de cálculos porcentuales que son interpretados de forma razonada y ordenada y luego presentada para su conocimiento.

La aplicación efectuada se sustenta y se justifica de manera taxativa, sobre información documentada, datos obtenidos de las entidades de entes tuición, como también se han realizado algunas visitas a las empresas que suministran el agua a la población.

### **3.1.2 Métodos de investigación**

El método de investigación a utilizarse en esta oportunidad tomando en cuenta que estos métodos son universales bajo las diferentes apreciaciones de los autores y se establece lo siguiente:

***Método Deductivo;*** Consiste en partir de principios y teorías generales para llegar a conocer un fenómeno particular: concluimos que se partirán de situaciones generales explicadas por su marco teórico general para aplicar a situaciones específica.

***Método Inductivo;*** esto consiste en partir del estudio profundo de un fenómeno particular, para elaborar conclusiones validas para un amplia gama de fenómenos generales, los inverso de la deducción, concluimos; partir del conocimiento particularizado se pretende llegar a formular un proceso completo y sistemático.

### **3.1.3 Fuentes y técnicas para la recolección de la información**

Las fuentes explicadas para la realización del presente trabajo son los siguientes:

### **A. Fuentes primarias**

Es la información oral y escrita recopilada directamente a través de relatos o escritos transmitidos por los participantes en este tipo de trabajo y responsables de instituciones públicas, privadas y cooperativas, tales como; entrevistas con las personas encargadas de llevar a cabo una auditoría y otros entendidos en la materia.

### **B. Fuentes secundarias**

Se trata de información escrita que ha sido recopilada por personas que han recibido tal información a través de otras fuentes. Ejemplo; Libros, manuales de operaciones, reglamentos, resoluciones administrativas, memorias, circulares, glosarios y información de revistas y paginas Web.

#### **3.1.4 Tratamiento de la información**

La información obtenida fue; verificada, ordenada y clasificada, para que posteriormente sea presentada en forma escrita, con el empleo de ilustraciones gráficas y en forma explicativa para la descripción del proceso desarrollado, con el propósito de facilitar su análisis y comprensión.

Además, es fundamental que para su presentación se tuvo que elaborar cuadros estadísticos porcentuales, y luego la respectiva conclusión sobre eventos sucedidos, con relación a la auditoría, planteada.

Se han citado algunas referencias importantes sobre su tratamiento y obtención de los datos.

## **CAPITULO IV**

### **PARTE I**

#### **4. MARCO TEÓRICO DE REFERENCIAS**

##### **4.1 CONTEXTO HISTÓRICO DE LA AUDITORÍA AMBIENTAL**

La idea de una auditoría específicamente ambiental parece haber surgido a lo largo de los años sesenta, periodo de gestación y desarrollo de varios instrumentos de planificación y de gestión ambiental. Su concepción y modalidades de aplicación fueron bastante modificadas desde entonces, haciendo de la auditoría una herramienta en continua evolución.

El surgimiento de leyes ambientales de complejidad creciente, particularmente en los Estados Unidos, fue uno de los motores del desarrollo de la auditoría ambiental. Las leyes y su instrumentación por los tribunales ya estaban comenzando a tener repercusiones sobre el desempeño financiero de las empresas (en forma de multas, costos de acciones judiciales, costos de adecuación a las exigencias legales, deterioro de la imagen pública de las empresas y otros costos tangibles e intangibles), de forma que alguna especie de auditoría usada internamente a semejanza de las auditorías contables, podría representar una precaución contra factores de orden ambiental que pudiesen amenazar el desempeño empresarial y reducir riesgos.

Esta tendencia fue más nítida a partir del 1980, cuando el Congreso Americano aprobó una ley denominada “Comprehensive Environment Response Compensation and Liability Act” (más conocida como ley del Superfund), que responsabilizaba civilmente los propietarios de inmuebles en los cuales se encontrasen sustancias tóxicas en situación tal que pudiesen causar daños ambientales. La aplicación de esta ley y

la consecuente condena judicial de muchas empresas a cargar con los gastos de limpieza de sitios contaminados fue un gran impulsor de un tipo particular de auditoría ambiental, que pasó a ser realizada antes de la adquisición de inmuebles o de la adquisición de una empresa por otra o, aún antes de la fusión entre dos empresas.

Este tipo de auditoría ambiental tiene el objetivo de identificar las situaciones que puedan resultar en un pasivo ambiental y es muchas veces conocida por el nombre de “due diligence”.

Los años ochenta, vieron el primer desarrollo metodológico de la auditoría ambiental y el inicio del cúmulo de experiencias prácticas. Un marco de ese período es la publicación por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA – Environmental Protection Agency), el 5 de noviembre de 1985, de su Environmental Auditing Policy Statement que anima al uso voluntario y presenta las directrices sobre la auditoría ambiental. No se trata de una ley o reglamento que hace obligatoria la auditoría ambiental sino, apenas, un documento oficial que recomienda la utilización de este instrumento y presenta directrices para ello.

En 1988 la Cámara de Comercio Internacional, una organización volcada a la ampliación del comercio mundial publica su Position Paper on Environmental Audit, que recomienda la adopción voluntaria de la auditoría ambiental.

En 1992 fue publicada en Gran Bretaña la norma BS 7750 sobre sistemas de gestión ambiental, que incorporó la auditoría ambiental como componente esencial de ese sistema. En el año siguiente la Actual Unión Europea publicó su Directiva 1836, de 29 de junio de 1993, sobre la participación voluntaria de las compañías del sector industrial en un “Esquema comunitario de eco-gestión y auditoría”,

mejor conocido internacionalmente por su sigla en inglés EMAS – “Eco-Management and Audit Scheme”.

La adhesión es voluntaria pero, una vez dentro de este esquema, las empresas tienen que cumplir una serie de exigencias, entre ellas la de realizar periódicamente una auditoría con una tercer parte, debidamente acreditada. Los resultados de la auditoría deben ser divulgados según las reglas previstas por esa Directiva.

Finalmente en 1996 fueron publicadas las primeras normas de la serie ISO 14.000 sobre los sistemas de gestión ambiental que, a semejanza de la norma británica, adoptan la auditoría ambiental como elemento indispensable del sistema. Desde esta perspectiva, la auditoría es una herramienta usada principalmente para verificar si la política ambiental de la organización viene siendo cumplida e implementada satisfactoriamente.

#### **4.1.1 Definiciones**

A lo largo de este período, diferentes definiciones fueron propuestas para el término de auditoría ambiental. Veremos en esta sección algunas de ellas. Un prospecto sin fecha (más publicado en los años ochenta) de la empresa de consultoría Price Waterhouse define auditoría ambiental como:

“Examen metódico e independiente de procedimientos y prácticas”, definición que sirve para cualquier forma de auditoría o verificación.

La Directiva europea ya citada, define auditoría ambiental de la siguiente forma: “instrumento de gestión que comprende una sistemática, documentada, periódica y objetiva evaluación del desempeño de la organización, del sistema y proceso de gestión con el objetivo de:

- ◆ Facilitar el control gerencial de prácticas que puedan tener impacto sobre el medio ambiente,
- ◆ Evaluar la conformidad con políticas ambientales corporativas.

Diferente a las demás, esta definición aborda no solamente el aspecto de procedimientos (examen sistemático, periódico, etc.), sino también el propósito sustantivo de la auditoría, que es contribuir a mejorar la calidad ambiental, a través del control ejercido por las gerencias o por la dirección de las organizaciones.

La norma ISO 14.001 trae una definición restringida de auditoría ambiental. Este documento define: “auditoría del sistema de gestión ambiental” como “proceso sistemático y documentado de verificación para obtener y evaluar, de manera objetiva, evidencias que determinen si el sistema de gestión ambiental de una organización está en conformidad con los criterios de auditoría del sistema de gestión ambiental, definidos por la organización, y para comunicar a la alta dirección los resultados de este proceso”.

Tal definición, circular y hermética, sólo se aplica en el contexto de esta norma, pero tiene diversos elementos comunes a otras definiciones de auditoría ambiental, como su carácter sistemático, documentado, objetivo y la verificación de conformidad, en este caso, conformidad con el propio sistema de gestión ambiental.

## **4.2 EL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

Un Sistema de Gestión es la puesta en operación de una estructura que pretende tener controlados los procesos de una organización, establecer procedimientos de actuación y asignar los recursos necesarios que harán posible el cumplimiento de los objetivos

(Medioambientales y/o de calidad) conforme a la estrategia expresada por cada organización.<sup>1</sup>

Victoria Rubio Calduch define un Sistema de Gestión Medio-ambiental como: “El marco o el método de trabajo que sigue una organización con el objeto de conseguir un determinado comportamiento de acuerdo con las metas que se hayan fijado y como respuesta a unas normas, unos riesgos medio-ambientales y unas presiones tanto sociales como financieras, económicas y competitivas en permanente cambio”.<sup>2</sup>

Según la misma autora, un Sistema de Gestión Medio-ambiental consta de dos partes:

- a. Una parte descriptiva del sistema que incluye los procedimientos, las instrucciones específicas, las normas y reglamentos, etc.
- b. Una parte practica compuesta por dos variables:
  - **Aspectos físicos:** Locales, máquinas, equipos informáticos y de control instalaciones de tratamiento de la contaminación, etc.
  - **Aspectos humanos:** Habilidades del personal, formación, información, sistemas de comunicación, etc.

Un Sistema de Gestión Medioambiental además de prever las medidas necesarias para el cumplimiento de lo regulado en la legislación existente, debe definir objetivos y compromisos destinados a la mejora continua de su operatividad desde el punto de vista medioambiental.

#### 4.2.1 Objetivos de los Sistemas de Gestión Ambiental

Los objetivos de un Sistema de Gestión Medioambiental es la puesta en operación de una estructura que pretende tener controlados los

---

<sup>1</sup> Unión Europea. Fondo Social Europeo. “Sistema de Gestiona”. Madrid- España, año 2006. Pág. 2.

<sup>2</sup> RUBIO, CALDUCH VICTORIA. Op Cit. Págs. 7 – 9.

procesos de una organización, establecer procedimientos de actuación y asignar los recursos que hará posible el cumplimiento de los objetivos (medioambientales y/o de calidad) conforme a la estrategia expresada por cada organización.

Los principales objetivos del un Sistema de Gestión Medioambiental son:<sup>3</sup>

- a) Garantizar el cumplimiento de la legislación medioambiental.
- b) Fijar y promulgar las políticas y los procedimientos operativos internos necesarios para alcanzar los objetivos medioambientales de la organización empresarial.
- c) Identificar, interpretar, valorar y prevenir los efectos que la actividad produce sobre el medioambiente, analizando y gestionado los riesgos en los que la organización incurre como consecuencia de aquellos.
- d) Deducir y concretar el volumen de recursos y la cualificación del personal apropiado en funciona del nivel de riesgo existente y los objetivos medioambientales sumidos por la organización empresarial, asegurando al mismo tiempo su disponibilidad cuando y donde fuese necesario.

Estos objetivos deben alcanzar logros dentro del proceso de gestión que abarquen:<sup>4</sup>

*La gestión de calidad: para garantizar a los clientes.*

- ◆ Satisfacción del cliente.
- ◆ Eficiencia en la producción.

*La gestión del medio ambiente: para garantizar a la sociedad.*

- ◆ Impacto ambiental mínimo de los procesos productivos.

---

<sup>3</sup> Ibidem

<sup>4</sup> Ibidem

- ◆ Calidad ambiental de productos y servicios.

*La gestión para la prevención de riesgos laborales: para*

- ◆ Evitar o minimizar los riesgos para los trabajadores.
- ◆ Mejorar el funcionamiento de las organizaciones

#### **4.2.2 Ventajas de los Sistemas de Gestión Ambiental para las organizaciones**

La implantación de un Sistema de Gestión Ambiental permite a una organización contar con una serie de beneficios para las organizaciones que les va ha llevar a aumentar su competitividad. A continuaciones algunas de esas ventajas:<sup>5</sup>

**Gestión:** Permite tener una organización en la que todos los procesos son controlados de forma sistemática. Con ello se reducirían los costes por incumplimiento o desviaciones en los contratos con los clientes. Además de mejorar y racionalizar la utilización de los recursos: insumos, materias, energía, control de gastos, disposición de residuos y también contar con una mejor y mayor eficiencia global.

**Legales:** El tener identificada la normativa medioambiental y de calidad aplicables a cada organización, elimina la posibilidad de construir en infracciones y por tanto, reduce los costes que pudieran suponer el incumpliendo de los mismos. Esto significa menores costos por sanciones y mejores relaciones con el Estado: el sistema garantiza el cumplimiento de las regulaciones y limita las posibilidades de sanciones y pleitos legales.

---

<sup>5</sup> CHAUVET, SUSANA; PALACIOS, ADRIANA; GARCÍA, VIVIANA. "Bases para implementar un Sistema de Gestión Ambiental". Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología. Secretaria de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Catamarca. En: Comunicaciones Científicas. Sección: Ciencias de la Tierra y Ambiente. Argentina año 2002.

**Ambientales:** La mejora de las condiciones ambientales en el entorno laboral se traduce en un bienestar de los trabajadores y en el aumento de la productividad de los mismos. De la misma forma se reducen los costos por las bajas laborales. Mejor imagen corporativa: el hecho de disponer de una Sistema de Gestión Ambiental indica que la organización esta comprometida con la protección del ambiente.

**Exigencias / expectativas de los clientes:** las empresas aseguran a sus clientes que les proporcionaran los productos con los requisitos específicos, en este sentido existe mayor competitividad ante los requisitos de los clientes.

**Marketing:** Los Sistemas de Gestión permiten mejorar la percepción, que de una determinada empresa tienen terceros, disminuyendo considerablemente las quejas y posibilitando una mejor aceptación del producto en el mercado. Además de mayores oportunidades de mercado: al buscar soluciones que minimicen el impacto ambiental del producto, se logra de manera general un producto de mejores características y calidad con la consecuente mayor oportunidad de mercado.

#### 4.2.3 Principales instrumentos de Gestión Ambiental

Los procesos de la evolución de la conciencia ambiental, que se reflejan en políticas gubernamentales de protección del medio ambiente y en respuesta a los efectos producidos por los agentes económicos, llevaron al desarrollo de una serie de herramientas, aplicadas a los más variados tipos de iniciativas.

Aplicadas en todas las fases de las iniciativas, estas pueden ser preventivas, correctivas, de remediación, y/o pro-activas, dependiendo de la fase en que son implementadas. Los principales instrumentos son:

### **a) Evaluación de Impacto Ambiental**

El origen de la evolución de impacto ambiental, como una actividad formalmente sistematizada e institucionalizada se debe a la promulgación del Nacional Environmental Policy Act (NEPA), en los Estados Unidos, en 1969, incorporados en otros países solamente después de la Conferencia de Estocolmo en 1972.<sup>6</sup>

Desde entonces la evaluación del impacto ambiental se torno muy conocida siendo el instrumentó de gestión ambiental de uso mas difundido, pues se tomo parte integrante de la política ambiental en varios países. Al incorporar el análisis de impactos físicos, Biológicos y sociales.

### **b) Programa de Monitoreo Ambiental**

El programa de monitoreo ambiental es considerado un instrumento esencial para cualquier sistema de gestión ambiental, el monitoreo ambiental comprenden el seguimiento sistemático de la variación temporal y espacial de varios parámetros ambientales, de los cuáles forma parte la selección de datos y su interpretación. Su importancia también se debe a su papel en el mantenimiento de un buen relacionamiento con órganos gubernamentales y comunidades, por permitir la verificación sistemática de la conformidad de las operaciones en cuanto a los patrones y normas establecidas.

### **c) Auditoria Ambiental**

Según Amaral, “La concepción mas difundida es de la Comunidad Económica Europea, que la define como; “una herramienta de gestión que comprenden una evaluación sistemática, documentada, periódica y

---

<sup>6</sup> MAGRINI A. A. “Evaluación de Impacto Ambiental”. En MARGULIS, S. Medio Ambiente: Aspectos Técnicos y Económicos. Rió de Janeiro, IPEA/ Brasilia. IPEA/PNUD, 1990.

objetiva del desempeño de una organización, de su sistema de gerencia y de los equipamientos destinados a la protección del medio ambiente.”<sup>7</sup>

Sus principales objetivos son facilitar la gestión y el control de sus prácticas ambientales y evaluar el cumplimiento de la legislación ambiental, existente.

#### **d) Análisis de Riesgo**

Se trata de instrumento de gestión ambiental que se desarrollo paralelamente con la evaluación del impacto ambiental o puede ser realizado de forma independiente. Consiste en la identificación de elementos y situaciones de una actividad cualquiera o de un producto, que represente riesgo al ambiente físico y a la salud del hombre o de otros organismos. Son parte de un proceso de análisis de riesgo:

1. Identificación y clasificación de eventos peligrosos, a través de inspecciones, investigaciones, cuestionarios, etc.
2. Determinación de la frecuencia de ocurrencia a través de cálculos de probabilidad.

#### **4.2.4 Modelos de Sistemas de Gestión Medioambiental**

Entre los modelos de SGMA, internacionales, los más ampliamente extendidos, actualmente son los propuestos en el Reglamento 1836/93 y en la NORMA ISO 14001. En siguiente tabla se especifican las principales diferencias existentes entre los SGMA, del reglamento 1836/93 y de la norma UNE–EN–ISO 14.001.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> AMARAL, S. P. “Auditoria Ambiental: Uma Ferramenta de Gestao Ambiental nas Empresas.” Saneamiento Ambiental. N° 25 Págs., 40-50, año 1993.

<sup>8</sup> MONFORT, F.; CELADES, I; MALLOL, G. “Cuestiones básicas sobre medio ambiente para un técnico del sector cerámico. Instituto de Tecnología Cerámica – AICE. Castellón 1999.”

**Tabla N° 1**  
**Reglamento 1836/93 y de la norma UNE-EN-ISO 14.001**

REGLAMENTO 1836/93	UNE-EN-ISO 14.001
• Ámbito de aplicación en la Unión Europea	• Ámbito de aplicación internacional.
• Sector Industrial y solo emplazamiento físicos	• Todos los sectores.
• Organismo competente.	• Organismo de Certificación.
• Revisión inicial obligatoria.	• Revisión inicial optativa.
• Declaración medioambiental publica.	• Comunicación externa optativa.
• Verificador.	• Auditor.
• Auditoria Valoración del Sistema.	• Auditoria Valoración del Sistema.
• Frecuencia mínima de auditoria: 3 años.	• Frecuencia de auditoria no especificada.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Estas diferencias son las mas destacables, pero existe un documento donde se detallan mas ampliamente las existencias entre ambas normas, elaborado por el Comité Europeo de Normalización, CEN. Publicado como informe UNE 150006 denominado “Documento Puente”. Uso de las normas en ISO, 14001, 14010, 14011 y 14012 para las empresas que quieran registrarse en EMAS”.

#### 4.2.5 Implantación del Sistema de Gestión Medioambiental

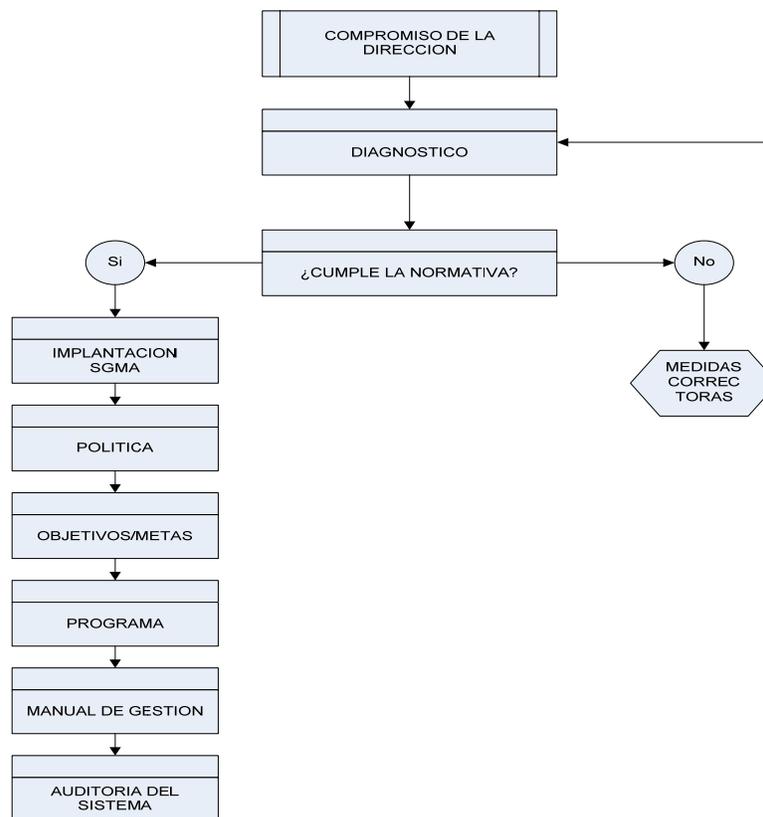
Implantar un sistema de gestión medioambiental en una empresa implica, cumplir los requisitos establecidos en cualquiera de los documentos o normas de referencia que la empresa elija para la implantación del mismo, estos requisitos suponen el compromiso de una mejora continua del comportamiento medioambiental de la empresa, mediante el establecimiento y aplicación de políticas, programas medioambientales, evaluación sistemática, objetiva y periódica del funcionamiento de esos elementos, etc.

Una vez que la empresa ha puesto en practica un sistema para el cumplimiento de los anteriores requisitos, diferentes en función de la norma que se siga para el establecimiento del sistema de gestión

medioambiental, debe asegurar la transparencia y credibilidad del esquema implantado. La implantación de un SGMA, independientemente del modelo o norma seguida básicamente se debe realizar en las siguientes etapas:<sup>9</sup>

Figura Nº 1

### Esquema seguido para la implantación de una SGMA



**FUENTE:** Luís Enrique Sánchez, Departamento de Engenharia de Minas y Ambientales. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

## 4.2.6 Sistema de Gestión Integrado

### 4.2.6.1 Sistema Integrado de Gestión de Calidad, Medioambiente y Prevención

<sup>9</sup> LAORDEN, A. VILLENA, C. "Sistema de Gestión Ambiental". Ecoaudit comunitario Concelleria de Medio Ambiente de la Generalitat. Valencia año 1997.

El asegurar la calidad ha sido por siempre un desafío para las empresas, hoy en día es uno de los pilares de los Sistemas Integrados de Gestión, filosofía, que hoy en día se esta convirtiendo en una importante herramienta de desarrollo industrial. Manejar una metodología de gestión integrada para los sistemas de calidad, medioambiental y seguridad distinguiendo elementos comunes y particulares de los sistemas de gestión a los requisitos de las normas ISO 9001, ISO 14001, y OHSAS 18000, se ha transformado en un sello de efectividad indesmentible.

Entre los objetivos específicos de un SGI tenemos:

1. Identificación, manejar y reducir los efectos ambientales y los peligros/riesgos.
2. Capacitar y asegurar la participación del personal para una mejora continua del desempeño medioambiental y de seguridad.
3. Desarrollar las actividades de acuerdo a las políticas corporativas, a los objetivos y metas de la empresa.

Y entre los beneficios de su aplicación tenemos de un SGI lo siguiente:

1. La eficacia del Sistema de Gestión.
2. Benchmarking interno muy efectivo
3. Reducción de conflictos por campos de acción entre las áreas de salud, seguridad, medio ambiente y calidad.
4. Mejor utilización de los recursos y reducción del esfuerzo.

#### **4.2.6.2 Políticas, Principios y requerimientos de los Sistemas de Gestión Integral**

Se puede señalar de la siguiente manera: establecer, controlar y actualizar un Sistema General Integral que forma parte de la gestión

general de la empresa, transformándolo en un elemento esencial de su actividad y alcanzando a todas sus funciones.<sup>10</sup>

Designar (La Dirección) un representante con responsabilidades definidas y con autoridad para impulsar al avance del Sistema Gestión Integral.<sup>11</sup>

Documentar el Sistema de Gestión Integral en procedimientos escritos y en el Manual de Gestión. Estos documentos se mantienen al día y son distribuidos, conocidos, aplicados por todas las funciones de la empresa. La prevención y la mejora continua orientan el contenido de estos.<sup>12</sup>

Conservar una postura abierta de relaciones con el exterior con todas aquellas materias que inciden sobre el Sistema de Gestión Integral, ya sean con la contaminación, grupos de interés o la sociedad en general, estando su política a disposición del público.

Revisar y adaptar la política y principios expuestos, en base a la experiencia adquirida y a los nuevos condicionantes normativos tecnológicos.

#### **4.2.7 Políticas Ambientales**

La política ambiental es la expresión de los objetivos y los principios que una empresa posee sobre la protección del medio ambiente. La política medioambiental debe contemplar los siguientes aspectos:

- ◆ Ser de carácter público,
- ◆ Estar dirigida a la prevención de los impactos ambientales,
- ◆ Incluir un compromiso de mejora continua de la actuación ambiental,

---

<sup>10</sup> Ibidem

<sup>11</sup> Ibidem

<sup>12</sup> Ibidem

- ◆ Presentarse por escrito y revisarse periódicamente.

A continuación situamos algunos ejemplos de políticas ambientales:

- El objetivo fundamental es mejorar el comportamiento ambiental de las actividades de la organización.
- Cumplimiento de la legislación vigente en materia de medio ambiente.
- Conocimiento de las obligaciones legales actuales y de las que vayan surgiendo.
- Aumento de la productividad y reducción de los costos.
- Desarrollo de un sistema de gestión ambiental que implica la participación de todas la personas.
- Formación en tecnología y práctica ambiental correcta.

### **4.3 PROBLEMAS DE CALIDAD AMBIENTAL EN BOLIVIA**

#### **4.3.1 La calidad del agua en Bolivia**

##### **4.3.1.1 Concentraciones de fondo: la calidad “natural” de las aguas en Bolivia**

Navarro y Maldonado (2002), hicieron un primer esfuerzo para clasificar las aguas superficiales de Bolivia. Utilizaron tres criterios complementarios, basados respectivamente en (a) el grado de mineralización (medida por la concentración de sólidos totales disueltos o, alternativamente, por la conductividad eléctrica), (b) la presencia de los iones mayores, (c) la acidez (medida por el pH). Utilizaron estos criterios para predecir la presencia de comunidades de organismos acuáticos. De su descripción generalizada es aparente que algunas de las características hidroquímicas naturales pueden restringir o limitar localmente el uso del agua.

☞ **Concentraciones “naturales” de metales en las aguas superficiales**

Márquez y Sevaruyo (1996), Los mismos autores indican que la “contaminación natural” de arsénico puede ser un problema mayor y un riesgo para la salud humana. Se asume que las altas concentraciones naturales de arsénico crean una fuerte presión sobre el ecosistema acuático.

MAGDR-PRONAR (2000), analizaron muestras de las aguas utilizadas en los sistemas de riego en Bolivia. Generalmente, la salinidad y/o sodicidad forman problemas serios en gran parte del país. Se puede observar que el departamento de Potosí reporta la mayor área regada con riesgo de salinización. Se puede suponer que la mayoría de las aguas muestreadas no recibió contaminación de fuentes antrópicas, entonces los datos presentados reflejarían el nivel de contaminación “natural”. También, se debe indicar que las aguas muestreadas provienen de diferentes fuentes (pozos, manantiales, ríos, atajados).

**Cuadro N° 1**  
**Calidad del agua de sistemas de riego de Bolivia**  
**(MAGDR-PRONAR, 2004)**

Departamento	N° de muestras	Acidez de agua			Conductividad eléctrica		
		pH<6.5	6.5<pH<8.4	pH>8.4	Ninguna restricción	Ligera restricción	Severa restricción (salinización)
		Uso con riesgo	Amplitud normal	Uso con riesgo			
Cochabamba	439	2%	72%	26%	67%	32%	1%
Chuquisaca	678	18 %	44 %	38 %	43 %	56%	1 %
La Paz	946	2%	73 %	25%	59%	40%	1%
Oruro	302	4%	59%	37%	47%	50%	4%
Potosí	956	2%	47%	51%	31%	67%	2%
Santa Cruz	232	9%	69%	23%	78%	22%	0%
Tarija	550	1%	80%	19%	47%	53%	0%

FUENTE: MAGDR-PRONAR, 2004

## ☞ **Contaminación “natural” de las aguas subterráneas**

Varios acuíferos subterráneos tienen aguas no aptas para consumo humano o para riego. En el departamento de Oruro, el agua subterránea de los pozos poco profundos utilizada para uso doméstico y para el riego en las comunidades rurales contiene altos niveles de antimonio y arsénico de origen natural. Varias comunidades en esta zona carecen de una fuente de agua subterránea adecuada para el suministro de agua potable con calidad química aceptable.

### **4.3.2 Fuentes de contaminación de aguas superficiales**

#### **1. Uso de la tierra**

Varias acciones antrópicas pueden provocar cambios en los caudales de los ríos. Uno de los impactos más grandes es causado por los cambios en el uso de la tierra. Los suelos más susceptibles a la erosión son aquellos que tienen escasa cobertura vegetal y escasa materia orgánica en el Altiplano. La erosión está agravada por el sobre pastoreo de los suelos. El aumento de la erosión causada por la deforestación de los bosques ribereños puede resultar en cambios en el caudal del río y/o en la cantidad de sedimentos en suspensión, lo cual puede conducir a su turno a una rápida colmatación de los ríos. Problemas similares han sido reportados para el río Desaguadero (ALT, 1996; Molina 2001).

La erosión de suelos ocasionada por la deforestación, la sequía y la sobreexplotación afecta a un porcentaje mayor a 30% del territorio nacional. Estos impactos tienen una gran importancia en Bolivia pero son generalmente pobremente documentados.

#### **2. Contaminación orgánica por residuos líquidos domésticos**

##### **a) Aguas residuales producidas en las ciudades**

JICA-HAM (1993) estimaron que 403.000 personas descargan aguas residuales al río Choqueyapu (La Paz), lo cual significaría una descarga a este río de  $3 \times 10^6 \text{m}^3/\text{año}$ . En los centros urbanos de Santa Cruz y Cochabamba, las cargas de contaminantes se encuentran en el mismo orden. En el cuadro N° 2, se hace una proyección de los volúmenes de aguas residuales producidas y proyectadas, a partir de los datos poblacionales actuales.

**Cuadro N° 2**  
**Volúmenes de aguas residuales producidas y proyectadas**

Ciudad	% crecimiento	Población urbana		Caudal Aguas residuales (l/s)		Volumen aguas residuales ( $10^6 \text{m}^3$ )	
		2001	2020	2001	2020	2001	2020
Cochabamba	4.19	855 277	1 865 527	712.7	1 554.6	22.5	49.0
Sucre	4.18	217 019	472 499	180.8	393.7	5.7	12.4
La Paz	2.82	1 549 759	2 628 685	1 291.5	2190.6	40.7	69.1
Oruro	0.72	237 286	271 939	197.7	226.6	6.2	7.1
Potosí	0.99	237 576	286 478	198.0	238.7	6.2	7.5
Tarija	4.76	247 690	599 270	206.4	499.4	6.5	15.7
Santa Cruz	4.88	1 543 429	3 816 344	1 286.2	3 180.3	40.6	100.3
Beni	3.13	244 207	438 605	203.5	365.5	6.4	11.5
Pando	8.01	20 987	90 733	17.5	75.6	0.6	2.4
Bolivia		5 153 230	10 470 080	4 294.4	8 725.1	135.4	275.2

FUENTE: JICA – HAM 2001/2020

### b) Sistemas de alcantarillado

Casi todos los sistemas de alcantarillado en Bolivia tienen sistemas separados para alcantarillado sanitario y pluvial. Sin embargo, muchos sistemas sanitarios reciben conexiones pluviales ilícitas y también descargas líquidas de las industrias, la mayor parte de las veces sin tratamiento previo.

**Cuadro N° 3**  
**Cobertura por tipo de servicio de alcantarillado (OPS, 2000)**

Tipo de servicio	Área urbana		Área rural	
	Población en miles	%	Población en miles	%
Conexión domiciliaria	2 151	45.1	76	2.4
Otro sistema "in situ"	1 774	37.2	1 046	32.9
Total con servicio	3 925	82.3	1 122	35.3
Total sin servicio	845	17.7	2 058	64.7

FUENTE: GUÍAS PARA LA CALIDAD DEL AGUA DE BEBIDA POTABLE. OMS/OPS 2000

El servicio de saneamiento básico en la zona urbana comprende mayormente conexiones domiciliarias al alcantarillado (45.1% de la población urbana rural) (cuadro N° 3). El resto de la población servida (37.2%) comprende sistemas como cámaras sépticas y letrinas. En el área rural apenas el 2.4% de la población rural tiene servicio con conexión al alcantarillado. El 32.9% cuenta con los otros tipos de servicio (OPS 2000).

La Encuesta de Hogares del año 1999 (INE, 2001) indica que las diferencias en la disponibilidad, el uso y el desagüe del baño de la vivienda entre el área urbana y el área rural (cuadro N° 4). Se puede observar que en la zona rural, sólo 32% de las viviendas dispone de un baño, mientras en el área urbana este porcentaje sube a 87%.

#### Cuadro N° 4

##### Distribución personal de los hogares por área geográfica según disponibilidad, uso y desagüe del baño de la vivienda en (INE, 2001)

Clasificación	Área urbana	Área rural	Total
<b>Disponibilidad de servicio sanitario (baño)</b>			
Si tiene	87.02	32.47	66.68
No tiene	12.98	67.53	33.32
<b>Desagüe del baño</b>			
Alcantarillado	51.34	0.76	32.47
Cámara séptica	14.02	3.55	10.12
Pozo ciego	21.09	26.72	23.19
Superficie (calle/río)	0.57	1.45	0.89
No tiene baño	12.98	67.53	33.32

FUENTE: MEMORIA ANAUAL - INE 2001

Como ocurre con el caso del servicio de agua potable, la información de la cobertura de saneamiento básico presenta grandes variaciones según la fuente. En el cuadro N° 5 se pueden observar las estimaciones según OPS (2005), BM (2005) e INE (2005).

**Cuadro N° 5**

**Cobertura de saneamiento básico en los nueve departamentos de Bolivia  
 (BM 2005; OPS 2005; INE 2005)**

Departamento	Total (Urbana+rural) (%) <sup>1</sup>	Área urbana (%) <sup>2</sup>	Área urbana (%)	Área rural (%)	Total (urbana + rural) (%)
Fuente	BM, 2005	OPS, 2005	INE, 2005		
Chuquisaca	37	78 a	82.5	20.9	47.1
Cochabamba	66	63 a	92.2	36.0	68.1
La Paz	57	76 c	72.6	30.0	57.0
Oruro	34	-	58.6	11.2	37.9
Potosí	24	71 a	73.2	15.3	34.4
Tarija	70	75 a	92.0	40.0	73.6
Santa Cruz	88	41 b	94.5	61.8	87.3
Beni	82	-	90.9	61.6	82.0
Pando	69	-	90.7	58.3	72.4
Total	61	-	-	-	-

<sup>2</sup> Evaluación de los servicios de agua potable y saneamiento (2005) en base a datos obtenidos de:

- <sup>a</sup> SEMAPA, Aguas del Tunari, 2005.
- <sup>b</sup> SAGUAPAC, 2005.
- <sup>c</sup> La Empresa Aguas del Illimani, 2005.

**c) Sistemas de tratamiento de aguas residuales**

En Bolivia, la mayor parte de los poblados rurales, e incluso muchas poblaciones intermedias y grandes que cuentan con sistemas de alcantarillado sanitario, no tienen ningún tipo de tratamiento para sus aguas residuales. En la mayoría de los casos, vierten el agua a cuerpos receptores naturales como son los ríos o lagos.

El panorama general respecto al tratamiento de las aguas residuales en Bolivia puede resumirse en tres situaciones:

- a) Sin tratamiento alguno, se descarga directamente hacia un río, o tienen letrinas.
- b) Con tratamiento primario (tanques séptico e Imhoff)

- c) Con tratamiento a través de lagunas de estabilización secundarias o terciarias.

El cuadro N° 6 muestra un resumen de los tipos de tratamientos existentes en las capitales de departamento del país.

**Cuadro N° 6**  
**Sistemas de tratamiento en las distintas ciudades de Bolivia**

Sistema de tratamiento	Tipo de tratamiento	Capacidad de tratamiento (en diseño) Q (l/s)	Tratamiento actual Afluente Q (l/s)	Efluente Q (l/s)
Alba Rancho (Cochabamba) (1986)	12 estanques de estabilización (8 para tratamiento secundario, 4 para tratamiento terciario)	400	568	290.0
Lagunas del Parque Industrial, Santa Cruz (1980)	6 estanques de estabilización (5 en operación) en serie con tratamiento terciario	27.2	27.1	26.7
Lagunas Norte Viejas, Santa Cruz (1970)	4 estanques de estabilización que operan en un sistema anaerobico-facultativo	102.8	102.9	102.7
Lagunas Norte Nuevas, Santa Cruz (1989)	4 estanques de estabilización que operan en serie como un sistema facultativo-pulimento	251.7	254.9	247.0
La Tabladita, Tarija (1992)	2 estanques de estabilización (tratamiento anaerobico primario), 1 estanque de estabilización (tratamiento secundario), 1 estanque de estabilización (tratamiento terciario)	63.4	133	108.1
Puchuckollo, El Alto	12 tanques de estabilización en 2 series, cada uno con 6 estanques	446	267	248

FUENTE: MEMORIA ANUAL SISAB – GESTION 2007

La mayor parte de estos sistemas de tratamiento no está funcionando muy bien debido a diversos factores:

- Condiciones climáticas: en toda la región del Altiplano las temperaturas del aire y del agua son bajas.
- Sobrecarga hidráulica y orgánica debida a malos diseños o crecimientos poblacionales no previstos.
- Falta de mantenimiento y operación debido a la insuficiencia de recursos económicos.

Para la ciudad de La Paz, Aguas del Illimani presentó en 2001 un estudio de factibilidad de saneamiento del río Choqueyapu mediante una planta de tratamiento que se ubicaría en Lipari, los altos costos de instalación y sobre todo de mantenimiento repercutirían

significativamente en las tarifas actuales de agua potable en la ciudad de La Paz.

### **3. Contaminación industrial**

Las industrias, en su mayoría asentadas en los centros urbanos de Cochabamba, La Paz, El Alto y Oruro, generan una gran cantidad de efluentes líquidos que se suman a la contaminación orgánica que proviene de los alcantarillados de las áreas urbanas. Generalmente, las aguas residuales industriales y las aguas servidas urbanas se mezclan en los ríos y ambos se descargan sobre los ríos. Esto dificulta conocer el aporte a la contaminación que le corresponde a la industria.

En La Paz, la industria textil, las industrias de alimentos instantáneos, bebidas sin alcohol, pulpa de papel, cerveza y el matadero son algunos de las industrias más contaminantes que generan grandes cantidades de aguas residuales y altas concentraciones de DBO. En esta ciudad, 29% de las descargas industriales llegan directamente a los ríos, y 71% llega al alcantarillado. Las aguas residuales industriales recolectadas por el sistema público de alcantarillado son conducidas directamente a los ríos sin ningún tratamiento previo.

En la ciudad de El Alto, los cuerpos receptores de las descargas industriales son el río Seco (5%), el río San Juan (5%), Cámaras sépticas (7%), la calle (12%) y el alcantarillado (71%) (Álvarez, 2000).

En Santa Cruz, los ingenios azucareros no cuentan con ningún tipo de tratamiento de sus efluentes líquidos y afectan la calidad del agua en el río Pirai. En la ciudad de Cochabamba, las curtiembres se han constituido en el problema ambiental más grande, aunque se está haciendo esfuerzos para aliviar este problema.

### **4. Contaminación por actividades mineras**

Los ríos más afectados por la contaminación minera en Bolivia se encuentran en las cuencas del río Pilcomayo (ríos Tupiza, Cotagaita, Tumusla, Pilcomayo), del río Caine-Grande (río Chayanta), y del lago Poopó (ríos Huanuni, Santa Fe, entre otros). Las actividades mineras conducen a los siguientes problemas ambientales (PPO 1996):

- a) Generación de Drenaje Ácido de Rocas (DAR).
- b) Contaminación por metales de los ríos, y degradación de los ecosistemas acuáticos.
- c) Contaminación de los reservorios de agua subterránea.
- d) Contaminación de suelos y cultivos regados con agua contaminada.
- e) Acumulación de metales en lagos cerrados.

La contaminación minera genera Drenaje Acido de Rocas (DAR), el cual ha sido reconocida como uno de los factores principales de la degradación de ríos en zonas mineras (PPO, 1996). El DAR se produce como un resultado de la exposición de rocas sulfurosas al aire y al agua y es la causa de los pH ácidos (< 4) en las aguas receptoras. Esta acidez inhibe o limita la presencia de flora y fauna acuática (PPO, 1996; Hamel *et al.*, 1999), contamina las aguas subterráneas y suelos, provoca daños a viviendas e infraestructura, y limita el uso de esta agua para consumo humano y para riego (PPO, 1996; Rojas, 2000).

**Cuadro N° 7**  
**Transporte anual estimado de azufre y metales del lago Uru Uru al lago Poopó (PPO, 1996)**

	Fe	S	As	Cd	Cu	Ni	Pb	Sb	Zn
<b>Entrada al lago Uru Uru</b>									
Aporte mínimo toneladas/año	780	18 600	45	0.09	5.2	2.3	2.2	1	7.2
Aporte máximo Toneladas/año	3 470	75 000	185	0.91	26.1	9.5	13	5.4	48.0
<b>Salida del lago Uru Uru</b>									
Aporte mínimo toneladas/año	16	53 500	10	0.07	1.1	1.8	1.3	3.2	0.96
Aporte máximo toneladas/año	70	230 000	44	0.27	4.7	7.4	5.4	13.5	4
<b>Entrada al lago Poopó</b>									

Aporte total Toneladas/año	1 300	102 000	66	29.2	62	-	8	8	3 420
% Antropogénico	62	62	15	99	89	-	25	88	99

FUENTE: UDAPE – JORGE ESCOBARI CUSICANQUI - 1996

## 5. Contaminación de mercurio

El mercurio se encuentra en casi cada compartimiento ambiental incluyendo aire, gases volcánicos, agua dulce, suelos, rocas, sedimentos de ríos y lagos, y en organismos vivos (Maurice-Bourgoin, 2001).

La contaminación del medio ambiente por mercurio es un problema muy grande en la cuenca Amazónica Boliviana, afectando tanto las aguas, los suelos como el hombre y la fauna acuática. Bajo condiciones favorables, el mercurio puede ser metilado en los sedimentos y/o por plantas acuáticas, incorporarse en la cadena trófica acuática, y biomagnificarse hasta contaminar los peces carnívoros, y finalmente el hombre que consume el pescado contaminado.

## 6. Contaminación con hidrocarburos

Las actividades hidrocarburíferas pueden impactar negativamente al medio ambiente acuático (cuadro N° 8). MDEVEH (2003) indicaron que los impactos sobre el recurso agua más frecuentemente identificados en los EEIA's son la contaminación de aguas superficiales, la contaminación de aguas subterráneas, modificaciones en las redes de drenaje, alteraciones del régimen hídrico, y el incremento de sólidos en cuerpos de agua.

Se puede distinguir dos actividades en función al impacto ambiental que generan éstas: la exploración, la explotación y el transporte de hidrocarburos.

### a) Exploración de hidrocarburos

La exploración de hidrocarburos consiste en cualquier trabajo tendiente a determinar la existencia de hidrocarburos en un área geográfica. Según algunos autores, la exploración sísmica puede causar cambios en los flujos de aguas subterráneas, y a pesar que en Bolivia no existen estudios al respecto, existen diversas denuncias de pobladores de la región del Chaco al respecto.

### **b) Explotación de hidrocarburos**

La explotación de hidrocarburos consiste en la perforación de pozos de desarrollo, tendido de líneas de recolección, construcción de plantas de almacenaje, plantas de procesamiento e instalaciones de separación de fluidos, y toda otra actividad en el suelo o en el subsuelo dedicada a la producción, recuperación mejorada, recolección, separación, procesamiento, compresión y almacenaje de hidrocarburos (Ley de Hidrocarburos). Varias de estas actividades pueden causar impactos ambientales.

Cuando consideramos el efecto de derrames de petróleo sobre sistemas acuáticos, es recomendable discriminar entre contaminación directa y contaminación difusa (Green & Trett, 1989). En el primer caso, los desechos ingresan directamente a los ríos desde una fuente puntual y el comportamiento del contaminante río abajo depende de la concentración inicial del residuo líquido, la dinámica hidrológica del río (que determina el grado de dilución), el grado de sedimentación y la tasa de biodegradación.

### **c) Transporte de hidrocarburos**

Se entiende por transporte de hidrocarburos toda actividad para trasladar o conducir de un lugar a otro hidrocarburo o sus derivados por medio de tuberías (definición según la ley de Hidrocarburos). El transporte de hidrocarburos además se realiza por vía fluvial, vía férrea y vía terrestre. El incipiente riesgo de derrames catastróficos como

resultado de la ruptura de oleoductos es el problema más grande que enfrenta el sector petrolero.

El primer caso bien documentado en Bolivia es el derrame accidental de petróleo en el río Desaguadero, hecho que se produjo el 30 de enero del año 2000 (Montoya *et al.*, 2002).

### Cuadro Nº 8

#### Impactos potenciales de las actividades Hidrocarburíferas sobre el agua

Proyectos	Actividades	Impactos potenciales
Actividades comunes	Apertura y/o mejoramiento de caminos	Alteración de la red de drenaje
		Alteración del régimen hídrico
		Contaminación de agua
		Deterioro de la calidad de agua
	Mantenimiento y presencia de maquinaria, equipo y personal	Alteración del régimen hídrico
		Alteración de la calidad del agua
Instalación y operación de campamentos	Alteración de la calidad del agua superficial y subterránea	
	Interrupción del drenaje natural	
Exploración sísmica	Perforación de los puntos de disparo, colocación y detonación de la carga de explosivos, registros sísmico y retiro de cables	Contaminación de agua subterránea
Perforación e intervención	Perforación de pozos	Contaminación del agua superficial y subterránea
		Disminución del caudal de agua en cuerpos superficiales
Transporte	Apertura y nivelación del derecho de vía	Alteración del régimen hídrico
		Deterioro de la calidad de agua
	Apertura y relleno de zanjas	Alteración del régimen hídrico
	Prueba hidrostática	Alteración del régimen hídrico
	Operación y mantenimiento	Contaminación de los cuerpos de agua
Desarrollo	Construcción y operación de plantas y de instalaciones de producción	Contaminación por efluentes líquidos y derrames
		Alteración del régimen hídrico (pozos de inyección)
	Explotación de pozos	Contaminación de agua por fluidos salinos

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Definitivamente, se necesitan más estudios sobre los impactos ambientales que pueden causar las actividades petroleras y los derrames de residuos líquidos causados por estas. También, se necesitan planes de acción a nivel nacional para diagnosticar y remediar las consecuencias de derrames petroleros catastróficos. Cabe anotar que se presentó el 2001 un Plan de Acción Ambiental para el Sector Hidrocarburos.

#### 4.3.3 Contaminación de las aguas subterráneas

El nivel de contaminación de las aguas superficiales en Bolivia es relativamente bien documentado. Las aguas subterráneas, sin embargo, son más sensibles a todo tipo de contaminación debido a que las velocidades de los flujos son más bajas. Estas aguas en zonas urbanizadas están amenazadas por contaminación industrial, agropecuaria y doméstica. En las zonas urbanas de la mayoría de las ciudades grandes, la infiltración de líquidos lixiviados provenientes de los llenados sanitarios es un problema incipiente (i.e., Mallasa en La Paz, K'ara K'ara en Cochabamba).

Sobre la contaminación de aguas subterráneas existen datos aislados en el valle de Cochabamba (Renner y Velasco, 2000), Oruro (PPO, 1996; Huaranca Olivera y Neumann - Redlin, 2000), y el Altiplano Norte (ZONISIG, 2000). Otros datos se encuentran en varios informes dispersos.

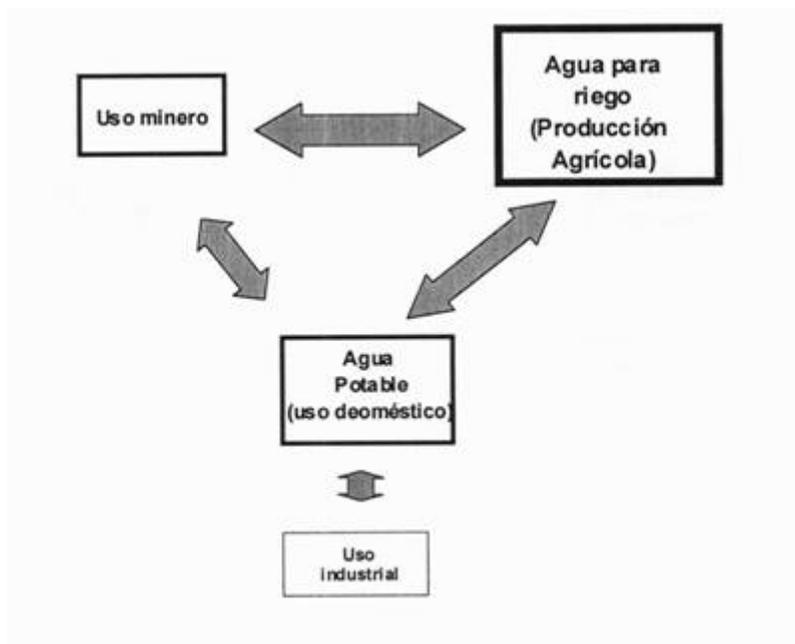
Generalmente, se utilizan los valores límites para agua potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1992). Para riego, se utiliza generalmente la clasificación de Richards, que toma en cuenta la conductividad eléctrica y la relación de adsorción de sodio.

En Bolivia, varias aguas subterráneas no son aptas para consumo humano o para riego, debido a factores naturales. En el siguiente párrafo, se presentan algunos ejemplos de estudios cuyo primer propósito fue de clasificar las aguas, y/o determinar su potencial para riego. Además, se presentan algunos ejemplos que muestran el rango de amenazas que afectan la calidad de los acuíferos subterráneos.

En el Valle de Cochabamba, la concentración de unidades fecales contadas (UFS) en las aguas subterráneas es preocupante, debido a que estas concentraciones se encuentran arriba de los límites establecidos para agua potable (OMS, 1992). Los otros parámetros analizados por lo general están dentro del rango de los valores límites de la OMS. Generalmente, son aguas de baja hasta mediana salinidad

y aguas bajas con sodio, que se pueden usar para la mayor parte de los cultivos en casi todos los suelos, excepto en la cuenca del río Viloma donde las aguas llegan a ser altamente salinas.

Figura Nº 2



FUENTE: Relación del agua, saneamiento y la vigilancia con la salud: Hechos y cifras OMS/2004. Potenciales conflictos entre los usuarios sectoriales de aguas subterráneas en Bolivia

#### 4.4 MARCO REGULATORIO DE GESTIÓN AMBIENTAL

##### 4.4.1 Antecedentes

El desarrollo de la gestión ambiental en Bolivia se ha dado en gran parte durante la década de los noventa. Durante este periodo se adoptó un marco legal general, se desarrollaron reglamentos específicos para la concesión de licencias ambientales de actividades contaminantes, y se promulgaron reglamentos ambientales sectoriales que norman de manera específica la calidad ambiental en los sectores del saneamiento básico y de servicios para su posterior reglamentación mediante resoluciones específicas.

Hasta antes de la aprobación de la nueva Constitución Política del Estado Plurinacional, el poder ejecutivo adjudicaba mediante un contrato de concesión el uso y la comercialización del agua para un beneficio individual, o corporativo.

Esto es lo que establecía; la Constitución Política del Estado reformada y aprobada por La Ley N° 1615 de 6 de febrero de 1995, en el gobierno del señor Gonzalo Sánchez de Lozada, en la Parte Tercera, Titulo Primero, Regimenes Especiales Capitulo I en su art. 134 “No se reconocen ninguna forma de monopolio privado. Las concesiones de servicios públicos cuando excepcionalmente se hagan no podrán ser otorgadas por un periodo de mayor de cuarenta años”, el citado art. 134 no se aplicaba en sus principios ni bajo la premisa determinada, por lo paradójico se infundía el monopolio dentro del mercado de servicios del agua a su vez fue reglamentada mediante la Ley SIRESE N° 1600 de 28 de octubre de 1994, disponía en el art. 11 que:

“Las concesiones de servicios públicos y la licencias cuando corresponda, se otorgaban mediante resolución administrativa y a nombre del estado, por el respectivo superintendente sectorial...”. Que sincrónicamente fueron creadas varias superintendencias para regular la prestación de servicios por empresas de origen privado estos participaban en las licitaciones y propuestas.

Todas las entidades descentralizadas del estado nacional entregaban un presupuesto institucional para su funcionamiento administrativo financiero al TGN. Para desempeñar y cumplir sus labores administrativas.

El 25 de enero del 2009, mediante un referéndum nacional, fue aprobada la nueva Constitución Política del Estado Plurinacional, actualmente, la transferencia del derecho de concesión fue abolida en su integridad y a partir de las evoluciones efectuadas es que el sector

de saneamiento básico y de servicios referido especialmente al agua, se ha convertido este en un derecho publico reconocido como un derecho de la sociedad y a partir de su cambio ya no es mas de comercio y explotación.

En concordancia con el Capitulo Quinto. Referido a Recursos Hídricos: establece; en el párrafo lo siguiente art. 373 “El agua constituye un derecho fundamental para la vida, en el marco de la soberanía de los pueblos. El Estado promoverá el uso y acceso al agua sobre la base de principios de solidaridad, complementariedad, reciprocidad, equidad, diversidad, y sustentabilidad.

#### **4.4.2 Marco normativo legal ambiental**

El marco legal del sector medio ambiental está determinado básicamente por las normas que se enumera a continuación:

- 1º. Constitución Política del Estado, promulgado el 7 de febrero de 2009.-** Establece en su Cuarta Parte. Titulo II Referido al Medio Ambiente, Recursos Naturales, Tierra y Territorio. En el Capitulo V Denominado Recursos Hídricos establece el derecho fundamental para la vida, en el marco de la soberanía de los pueblos.
- 2º. Ley del Medio Ambiente Nº 1333 de fecha 27 de abril de 1992.-** Esta ley ha sido creada el 27 de abril de 1992, es de ámbito nacional y consta de 118 artículos y tiene por objeto la protección del medio ambiente y los recursos naturales regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y la promoción del desarrollo sostenible para mejorar la calidad de vida de la población.
- 3º. Decreto Supremo Nº 24176 del 8 de diciembre de 1995, “Reglamento en materia de contaminación hídrica”.-** Con el objeto de preservar los recursos hídricos y minimizar los posibles

impactos que el proyecto puede ocasionar, se dará cumplimiento al Reglamento de contaminación hídrica, en el capítulo III.” De la descarga de efluentes en cuerpos de agua”, art. 16; Título IV. “Del monitoreo, evaluación, prevención protección y conservación de la calidad hídrica” en su capítulo II. “De la prevención y control de la contaminación y conservación de la calidad hídrica” en Arts. 35, 41, 42, 47, 48 y por último capítulo III. “De los sistemas de tratamiento” en sus art. 58 y 59”.

- 4º. **Ley de 26 de octubre de 1906, “Reglamento de Aguas”**.- Este reglamento establece; cual es la normativa de las aguas in situ especiales: “del dominio de las aguas pluviales, del art. 1, 3”. “del dominio de las aguas vivas, manantiales y corrientes del 4, 18”. “del dominio de las aguas muertas o estancadas art. 19”. “del dominio de las aguas subterráneas del art. 20, 37” etc.
  
- 5º. **Norma boliviana (NB – 512), Reglamento Nacional para el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. IBNORCA**.- Este reglamento determina los parámetros exigidos por las normas y sus excepciones, establece un marco de registro de información del control de calidad del agua en Bolivia.
  
- 6º. **Norma boliviana (NB – 689), con Resolución Secretarial N° 383 del 28 de noviembre de 1996, y a la postre con la Resolución Ministerial N° 230 de fecha 7 de septiembre del 2004, denominada “NB-689”**.- La norma fue preparada en conformidad de acuerdo a un convenio interinstitucional, entre el Ministerio de Servicios y Obras Públicas y el Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA), y la Universidad Mayor de San Andrés y otras instituciones Públicas dedicadas a este vital elemento.

**Cuadro N° 9**

**Legislación Boliviana relacionada con el tema agua (1953/2009)**

AÑO	DISPOSICIÓN
1953	Ley de Reforma Agraria
1967	Constitución Política del Estado
1967	Reglamento de Aguas para irrigación, resolución ministerial N° 210/67
1975	Decreto Ley de Navegación Fluvial, lacustre y marítima (Ley N° 12684)
1975	Ley de Vida silvestre, parques nacionales, caza y pesca (Ley N° 12301)
1976	Código Civil
1977	Reglamento de la Organización Institucional y de las Concesiones del sector de aguas (DS 24716)
1990	Reglamento de Pesca y Acuicultura (DS 22581)
1992	Ley del Medio Ambiente (Ley N° 1333)
1993	Ley de Participación Popular
1993	Ley de Exportaciones
1994	Ley del Sistema de Regulación Sectorial (SIRESE) (Ley N° 1600)
1994	Ley de Electricidad
1995	Reglamentos a la Ley del Medio Ambiente (Decreto Supremo N° 24176)
1995	Ley de Descentralización Administrativa (Ley N° 1645)
1996	Ley Forestal (Ley N° 1700)
1996	Ley INRA
1997	Código de Minería
1997	Reglamento de Áreas Protegidas (DS 24781)
1997	Reglamento de uso de Bienes de dominio público y de servidumbres para servicios de Aguas (DS 24716)
1997	Reglamento de la Organización institucional y de las concesiones del sector de aguas (DS 24716)
1998	Normas reglamentarias de uso y aprovechamiento de agua para riego, resolución biministerial 01/98
1999	Ley de Municipalidades (Ley N° 2028)
2000	Ley de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (Ley N° 2066)
2001	Ley Declaración de prioridad nacional los estudios, prospección, aprovechamiento y comercialización de recursos hídricos del sudoeste del departamento de Potosí
2009	Constitución Política Plurinacional del Estado Boliviano promulgado el 7 de febrero del 2009

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Aunque modificada en muchos aspectos, la Ley de 1906 sigue vigente y es la norma que regula el recurso agua. En cuadro N° 9, se presenta lo que las leyes sectoriales indican sobre el tema.

La falta de una Ley general de Aguas conlleva problemas. Ante la falta de una norma general que permite establecer los derechos de agua en todos los sectores se está recurriendo a leyes específicas, como la polémica Ley de Declaración de prioridad nacional de los estudios, prospección, cuantificación, evaluación y aprovechamiento de los recursos hídricos en el sudoeste del departamento de Potosí (Ley N°

2267) (Orellana, 2000), a disposiciones sectoriales y a Contratos Administrativos los cuales tienen muchas veces como prioridad asegurar las mejores condiciones para los inversionistas, dejando de lado consideraciones sociales e incluso ambientales.

**Cuadro Nº 10**  
**Contenido de la Ley 1906 y las disposiciones que la modifican**

Nº	CONTENIDO DE LA LEY 1906	MODIFICADO POR :
I	Del dominio de las aguas pluviales (art. 1-3)	❖ <b>Constitución Política del Estado</b> <i>I. Son de dominio originario del estado, además de los bienes a los que la ley les da esa calidad, el suelo y el subsuelo con todas sus riquezas naturales, las aguas lacustres, fluviales y medicinales</i> <i>II. La Ley establecerá las condiciones de este dominio, así como las de su concesión y adjudicación a los particulares</i> ❖ <b>Ley Nº 1333 de Medio Ambiente.</b>
II	Del dominio de las aguas vivas, manantiales y corrientes (Art. : 4-18)	
III	Del dominio de las aguas muertas o estancadas (art. 19)	
IV	Del dominio de las aguas subterráneas (art. 20-37)	
V	Disposiciones concernientes al capítulo anterior (art. 38-42)	
VI	De las ramblas y barrancos que sirven de álveo a las aguas pluviales (art. 43-46)	❖ <b>Código Civil.</b> ❖ <b>Ley de Municipalidades.</b>
VII	Del alveo de los arroyos y ríos y sus riberas (art. 47-53)	
VIII	Del alveo y orillas de los lagos, lagunas y charcas (art. 54-56)	
IX	De las accesiones, arrastres y sedimentos de las aguas (art. 57-72)	
X	De las obras de defensa contra las aguas públicas (art. 73-83)	❖ <b>Resoluciones prefecturales.</b> ❖ <b>Ordenanzas municipales.</b>
XI	De la desecación de lagunas y terrenos y pantanosos (art. 84-92)	
XII	De las servidumbres naturales en materia de aguas (art. 93-102)	❖ <b>Código Civil.</b> ❖ <b>Ley de Municipalidades.</b> ❖ <b>Ley de Electricidad</b> (art. 38 y 39). ❖ <b>Reglamento de uso de Bienes de dominio público y de servidumbres para servicios de Agua.</b>
XIII	De la servidumbre de acueducto (art. 103-141)	
XIV	De la servidumbre de estribo, de presa, de parad o partidior (art. 142-145)	
XV	De la servidumbre de abrevadero y de saca de aguas (art. 146-150)	
XVI	De la servidumbre de camino de sirga y demás inherentes a los predios ribereños (art. 151-163)	
XVII	Del aprovechamiento de las aguas públicas para el servicio doméstico, fabril y agrícola (art. 164-166)	
XVIII	Del aprovechamiento de las aguas públicas para la pesca (art. 167-173)	
XIX	Del aprovechamiento de las aguas públicas para la navegación y flotación (art. 174-188)	❖ <b>Reglamento de Pesca y Acuicultura.</b> ❖ <b>Ley de Vida Silvestre, parques nacionales, caza y pesca.</b> ❖ <b>Ley de navegación fluvial, lacustre y marítima.</b>
XX	Disposiciones generales sobre concesión de aprovechamientos (art. 189-207)	❖ <b>Ley de electricidad.</b> ❖ <b>Código de Minería.</b> ❖ <b>Reglamento de Áreas protegidas.</b> ❖ <b>Normas Reglamentarias de uso y aprovechamiento de Agua para riego.</b> ❖ <b>Ley de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario.</b>
XXI	Del aprovechamiento de las aguas públicas para el abastecimiento de poblaciones	❖ <b>Ley de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario.</b> ❖ <b>Reglamento de la Organización Institucional y de las Concesiones del sector de aguas.</b>
XXII	Del aprovechamiento de las aguas públicas para el abastecimiento de ferrocarriles (art. 217-221)	
XXIII	Del aprovechamiento de las aguas públicas para riegos (art. 222-247)	❖ <b>Reglamento de Aguas para irrigación.</b> ❖ <b>Normas reglamentarias de uso y aprovechamiento de agua para riego.</b>
XXIV	Del aprovechamiento de las aguas públicas para canales	❖ <b>Ley de navegación fluvial, lacustre y marítima.</b>

	de navegación (art. 248-253)	
XXV	Del aprovechamiento de las aguas públicas para barcas de paso, puentes y establecimiento industriales	
XXVI	Del aprovechamiento de las aguas públicas para viveros o criaderos de peces (art. 266-269)	❖ <b>Reglamento de Pesca y Acuicultura</b> ❖ <b>Ley de Vida silvestre, parques nacionales, caza y pesca.</b>
XXVII	De la política de aguas (art. 270-273)	❖ <b>Ley de Medio Ambiente.</b> ❖ <b>Reglamentación de Contaminación hídrica.</b>
XXVIII	De las comunidades de regantes y sus sindicatos (art. 274-284)	❖ <b>Reglamento de Aguas para irrigación.</b>
XXIX	De los jurados de riegos (art. 285-288)	❖ <b>Normas reglamentarias de uso y aprovechamiento de agua para riego.</b>
XXX	De la competencia de jurisdicción en materia de aguas (art. 289-292)	❖ <b>Código penal.</b> ❖ <b>Código civil.</b> ❖ <b>Ley de Medio Ambiente y sus reglamentos.</b>
XXXI	Disposición final (art. 293)	❖ <b>Constitución política del Estado</b>
XXXII	Creaciones de las Superintendencias para control de actividades y cumplimiento de disposiciones sobre agua	❖ <b>Sistema de Regulación Sectorial SIRESE y sus Reglamentos</b>
XXXIII	Reglamentación de los servicios de agua	❖ <b>D. S. N° 24716 reglamentación de las actividades</b>
XXXIV	Reglamentación general	❖ <b>D. S. N° 24504 reglamentación específica</b>
XXXV	Reglamentación a la Ley 1600 del SIRESE	❖ <b>D. S. N° 24505 reglamentaciones a la ley.</b>
XXXVI	Ley N° 2066 hace referencia a todas empresas que prestación servicios de agua potable a nivel nacional, con el fin de uniformar a las empresas en su prestación	❖ <b>Ley de Servicios de agua potable y alcantarillado sanitario</b>
XXXVII	En el párrafo lo siguiente art. 373 "El agua constituye un derecho fundamental para la vida, en el marco de la soberanía de los pueblos. El estado promoverá el uso y acceso al agua sobre la base de principios de solidaridad, complementariedad, reciprocidad, equidad, diversidad, y sustentabilidad.	❖ <b>La nueva Constitución Política del Estado Plurinacional.</b>

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para llenar el vacío dejado por la Ley de 1906, se ha venido trabajando en una propuesta legislativa durante los últimos 40 años, pero esto aun no se ha concretado aunque hasta la fecha se tienen ya 32 versiones de Proyectos de Ley generados en el Estado y varias propuestas alternativas de parte de las organizaciones de la sociedad civil.

La versión 32 del Proyecto de Ley de Aguas (agosto 1999) ha sido criticada duramente por varias organizaciones campesinas por promover la privatización y mercantilización del agua. Este Proyecto de Ley de Agua debido a los intensos conflictos sociales y críticas fue retirado del Parlamento el 7 de Octubre de 2000.

#### **4.4.3 Ley de medio ambiente y sus reglamentos**

La Ley de Medio Ambiente tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo

sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población (Art. 1).

Con relación al recurso Agua, especifica: “Las aguas en todos sus estados son de dominio originario del Estado y constituyen un recurso natural básico para todos los procesos vitales. Su utilización tiene relación e impacto en todos los sectores vinculados al desarrollo, por lo que su protección y conservación es tarea fundamental del Estado y la sociedad (Art. 36)”

*“El Estado promoverá la planificación, el uso y el aprovechamiento integral de las aguas, para beneficio de la comunidad nacional, con el propósito de asegurar su disponibilidad permanente; priorizando acciones a fin de garantizar agua de consumo para toda la población (Art. 38)”*

*“El Estado normará y controlará el vertido de cualquier sustancia o residuo líquido, sólido o gaseoso que cause o pueda causar la contaminación de las aguas o la degradación de su entorno. Los organismos correspondientes reglamentarán el aprovechamiento integral, uso racional, protección y conservación de las aguas (Art. 39)”*

El reglamento de prevención y control de la contaminación hídrica fue promulgado en 1995. Este reglamento regula la calidad de las aguas en base a una clasificación de cuerpos de agua y contiene un anexo con los límites máximos admisibles de parámetros en cuerpos receptores.

La clasificación general de cuerpos de agua, en relación con su aptitud de uso, obedece a los siguientes lineamientos:

- ✎ **Clase “A”.** Aguas naturales de máxima calidad, que las habilita como agua potable para consumo humano sin ningún tratamiento previo, o con simple desinfección bacteriológica en los casos necesarios verificados por laboratorio.

- ✎ **Clase “B”.** Aguas de utilidad general, que para consumo humano requieren tratamiento físico y desinfección bacteriológica
  
- ✎ **Clase “C”.** Aguas de utilidad general, que para ser habilitadas para consumo humano requieren tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica
  
- ✎ **Clase “D”.** Aguas de calidad mínima, que para consumo humano en los casos extremos de necesidad pública, requieren un proceso inicial de presedimentación, pues pueden tener una elevada turbiedad por elevado contenido de sólidos en suspensión, y luego tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica especial contra huevos y parásitos intestinales.

#### 4.4.4 Organización nacional y regional

Los ministerios e instituciones que tienen responsabilidad en la gestión del agua conforme al siguiente cuadro N° 11 son:

### Cuadro Nº 11

#### Ministerios e instituciones que tienen responsabilidad en la gestión del agua

Entidades públicas	Atribuciones	Entidad ejecutiva/ Programa
 Ministerio de Relaciones Exteriores.	† Firmar Convenios internacionales.	❖ Dirección de Aguas Internacionales.
 Ministerio de Medio Ambiente y Agua.	† Autoridad Nacional de Aguas encargada del manejo sostenible del recurso agua.	❖ Viceministerio de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Desarrollo Forestal. ❖ Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (SENAMHI).
 Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua y Saneamiento Básico AAPS.	† Encargada de otorgar las concesiones y licencias para la prestación de Servicios de agua potable y alcantarillado sanitario.	❖ Programas y Planes de GTZ, OMS/OPS y la Unión europea, programas de calidad de agua.
 Ministerio de Vivienda y Obras Públicas.	† Formula y/o ejecuta políticas para la provisión y el desarrollo de los servicios.	❖ Programa Nacional de Agua Potable y Saneamiento Básico en el área rural (PROSAR).
 Autoridad de Fiscalización y Control Social de Tierra y Bosque.	† Supervisar y vigilar la gestión y el cumplimiento de competencias, definir políticas y lineamientos institucionales.	❖ Dirección General de Suelos y Riego. ❖ Programa Nacional de Riego. (PRONAR).
 Ministerio de Minas y Metalurgia.	† Autoridad encargada en la aplicación de políticas mineras y sostenimiento a nivel nacional.	❖ Servicio de Geología y Minería (SERGEOMIN).
 Ministerio de Economía y Finanzas Públicas.	† Definir políticas, económicas y la distribución de los mismos a la sociedad.	❖ Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo (VIPFE).
 Prefectura de Departamento.	† Responsables de elaborar y desarrollar planes y programas departamentales de expansión de los servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario y otros usos.	❖ ABC, que contribuye en la construcción con una participación, asimismo con los municipios que son un instrumento de ejecución. ❖ ONG´s Fundaciones, Empresas.
 Gobiernos Municipales.	† Responsables de asegurar la provisión de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario y otros usos.	❖ Financiamientos con entidades no gubernamentales, ONG´s instituciones BID, BM.
 Universidades	† Formación y capacitación de recursos humanos, prestación de servicios para estudios de investigación y elaboración de planes, programas y proyectos.	❖ Universidades públicas. ❖ Institutos técnicos de formación ambiental

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

#### 4.5 LA NORMA (ISO 14001), ANTECEDENTES Y ESTRUCTURA

Es la norma Internacional Organization for Standardization (ISO), ha ido contemplado diversas normas para la certificación de las actuaciones ambientales de las entidades. La ISO 14001 se enmarca dentro de la serie de la normas ISO 14000 relativa a la materia medioambiental.

Es la norma ISO cuyo principal objetivo es aumentar la confianza que las empresas tienen en los sistemas de claridad de sus proveedores. Es la aplicación del sentido común mediante un sistema de gestión estructurado, que proporciona productos y servicios que continuamente satisfacen las necesidades de los clientes.

La norma ISO que estable los requisitos necesarios para que una empresa pueda implantar, mantener o mejorar un sistema de gestión ambiental, demostrando así su compromiso con la protección del entorno en el que actúa.

Esta norma de certificación de los sistemas de gestión medioambiental recoge las especificaciones y directrices para su utilización pero solamente aquellos requisitos que pueden ser auditados objetivamente con el propósito de su certificación o registros.

#### **4.5.1 Antecedentes de la norma ISO 14001**

El concepto de Sistema de Gestión Ambiental, apareció por primera vez formalizado en 1992, por la British Standard Institution (BSI) en la norma BS 7750, que permite la certificación del Sistema de Gestión Ambiental en proceso productivo y plantas industriales<sup>13</sup>.

En 1993, la Unión Europea aprueba el V Programa de Acción en materia de medio ambiental (1993-2000), que tenía entre sus objetivos el promover medidas que condujeran a una mejora del desempeño ambiental de las organizaciones.

Paralelamente se produce un intento de normalización de los sistemas de gestión ambiental que, en el año 1996, alcanza su desarrollo

---

<sup>13</sup> Barón, V. 1999. Ob. Cit.

definitivo con la publicación de la norma ISO 14001, de Gestión Ambiental, por la Organización Internacional de Normalización (ISO).<sup>14</sup>

En el año 2004, se produce la revisión de la citada norma, resultando la publicación de la nueva edición de la norma ISO 14001 en su versión del 2004, que anula y sustituye a la anterior del año 1996, persiguiéndose dos objetivos fundamentales con su revisión: clarificar los contenidos existentes para facilitar el uso de la norma y aumentar su compatibilidad con la norma ISO 9001:2000.

#### **4.5.2 Estructura de la norma ISO 14001: 2004**

La norma ISO 14001:2004, establece la promoción de la mejora continua como principio según la cual las organizaciones pueden mejorar su desempeño ambiental.

En este sentido, la norma entiende que el sistema de gestión ambiental "es una herramienta que capacita a la organización para alcanzar y controlar sistemáticamente el nivel de desempeño ambiental que a sí misma se propone", partiendo para ello de un modelo basado en un proceso dinámico que sigue el ciclo PHVA y que queda patente en la estructura de la propia norma.

Esta estructura de la norma permite claramente la mejora continua del desempeño ambiental de la organización, capacitándola para:<sup>15</sup>

- ◆ Establecer una política ambiental adecuada a la organización.
- ◆ Identificar los aspectos ambientales que surjan de las actividades, productos y servicios, pasados, existentes o planificados de la organización, para determinar los impactos ambientales.
- ◆ Identificar los requisitos legales y reglamentarios aplicables.

---

<sup>14</sup> Problemática ambiental en Bolivia. Jorge Escobari Cusicanqui. "Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas".

<sup>15</sup> Ibidem

- ◆ Identificar las prioridades y fijar los objetivos y metas ambientales adecuadas.
- ◆ Establecer una estructura y uno o varios programas para llevar a cabo la política ambiental y alcanzar los objetivos y metas.
- ◆ Facilitar la planificación, control, seguimiento, acciones correctoras, actividades de auditoria y revisión para asegurar que se cumple con la política y que el sistema de gestión ambiental sigue siendo apropiado.
- ◆ Ser capaz de adaptarse a circunstancias cambiantes.

### A. Requisitos de la norma ISO 14001: 2004

Constituye un aspecto importante desarrollar una recorrido sobre los capítulos y requisitos de la norma La finalidad es poder familiarizarse con la estructura y el sentido global de la norma, y comprender el significado y la razón de ser de los diferentes capítulos y de los requisitos que la componen, el mismo permitirá tener una mejor visión de lo que se pretende a través de la norma ÍSO.

**Cuadro Nº 12**  
**Capitulo ISO 14001: 2004**

<i>CAPITULO ISO 14001 : 2004</i>		<i>CONTENIDO</i>
<i>1. Introducción</i>	<i>Capítulos Introdutorias</i>	<i>Información General</i>
<i>2. Objetos y campo de aplicación</i>		<i>Finalidad norma y aplicación</i>
<i>3. Normas para consulta</i>		<i>Normas para consulta</i>
<i>4. Términos y definiciones</i>		<i>Aclaración de términos empleados</i>
<i>5. Requisitos del Sistema de Gestión Ambiental</i>		<i>Desarrollo de los requisitos de un Sistema de Gestión Ambiental.</i>
<i>5.1 Requisitos generales</i>		
<i>5.2 Política ambiental</i>		
<i>5.3 Planificación</i>		
<i>5.4 Implementación y operación</i>		
<i>5.5 Verificación</i>		
<i>5.6 Revisión por la Dirección</i>		

FUENTE: CAPITULO ISO 14001: 2004

### B. Objeto y campo de aplicación

El objeto final de la norma ISO 14001:2004, es apoyar la protección ambiental y la prevención de la contaminación en equilibrio con las necesidades socioeconómicas. Para ello, los requisitos establecidos en la misma, capacitan a las organizaciones comprometidas con el medio ambiente para establecer y evaluar la efectividad de los procedimientos, para implantar una política y unos objetivos ambientales y conseguir con ellos mejorar su desempeño ambiental y demostrar tal conformidad a terceros.<sup>16</sup> Esta norma ha sido redactada para su aplicación a todo tipo y tamaños de organizaciones, La amplitud de la aplicación de los requisitos de esta norma por las organizaciones dependerá de factores tales como:

- ◆ La política ambiental de la organización.
- ◆ La naturaleza de sus actividades.
- ◆ Las condiciones en las que opera.

---

<sup>16</sup> Ibidem

## CAPITULO IV

### PARTE II

#### **4.6 CARACTERÍSTICAS DEL TRATAMIENTO DEL AGUA Y SU PURIFICACIÓN BAJO NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES**

##### **4.6.1 Propiedades del agua**

###### **I. Introducción “química del agua”**

El Agua es una sustancia muy sencilla, pero posee un conjunto de propiedades que la hacen única lo que, unido a su abundancia, le otorgan una gran importancia en el ciclo biológico del planeta<sup>17</sup>.

Entre sus notables propiedades se encuentran:

- a. El agua puede encontrarse en la naturaleza en sus tres estados, sólido, líquido y vapor, pudiendo existir en un momento dado en equilibrio entre sus tres formas.
- b. El calor específico del agua es muy alto (1 cal/gr. °C).
- c. El calor latente de vaporización del agua es muy grande: a 20°C hay que comunicar 585 cal. para evaporar un gramo de agua.
- d. La conductividad térmica del agua es la mayor de todos los líquidos, con la única excepción del mercurio.
- e. La estructura molecular del agua es un dipolo: su constante dieléctrica es muy alta, mayor que para cualquier otro líquido, lo que le confiere la propiedad de disolver cualquier sustancia aunque sea en cantidades extremadamente pequeñas. Ello hace

---

<sup>17</sup> Tratamiento y depuración de aguas: eficiencia y alcance de estos procesos en la transmisión de las enfermedades hídricas. Catalán, Enrique. Madrid – España. Ediciones Hermann Blume, 1982. Obra técnica; incluye bibliografía.

que el agua no sea nunca *químicamente pura*, llevando siempre diversas sustancias, como gases, sales o grasas, disueltas.

- f. El agua es débilmente ionizable, conteniendo siempre algunos iones hidrógeno, dando un pH próximo a 6. La concentración de iones en el agua es muy importante para los organismos.

Este conjunto de propiedades, apenas esbozadas, hacen que el agua sea un excelente disolvente de sales y gases, y por ello es causa de problemas de incrustaciones, sedimentos, corrosiones y picaduras en las tuberías y calderas, cuya prevención exige tratamientos específicos para cada instalación en función del tipo de agua que se utiliza y del fin a que se destina.

- ◆ La **FILTRACIÓN** o la **DECANTACIÓN** es indispensable si hay arrastres de barros o limos.
- ◆ El **ABLANDAMIENTO** tiene como objeto evitar la presencia de sales de calcio y magnesio, responsables de las incrustaciones.
- ◆ La **DESMINERALIZACIÓN** evita un elevado contenido en sales disueltas. Algunos métodos tienen fines específicos, como evitar la presencia de sílice, hierro o manganeso, etc.
- ◆ La **DESGASIFICACIÓN** elimina gases disueltos, generalmente oxígeno y anhídrido carbónico, que producirán corrosiones.
- ◆ La **ÓSMOSIS** mediante membranas semipermeables está adquiriendo gran importancia en la desalinización de aguas con elevado contenido salino y estabilización de aguas problemáticas.

## II. Contaminación del Agua

El agua pura es un recurso renovable, sin embargo puede llegar a estar tan contaminada por las actividades humanas, que ya no sea útil, sino más bien nocivo.

**Cuadro Nº 13**  
**Qué contamina el Agua**

<b>Agentes/sustancias</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Agentes patógenos</b>	Bacterias, virus, protozoarios, parásitos que entran al agua proveniente de desechos orgánicos.
<b>Desechos que requieren oxígeno</b>	Los desechos orgánicos pueden ser descompuestos por bacterias que usan oxígeno para biodegradarlos. Si hay poblaciones grandes de estas bacterias, pueden agotar el oxígeno del agua, matando así las formas de vida acuáticas.
<b>Sustancias químicas inorgánicas</b>	Ácidos, compuestos de metales tóxicos (Mercurio, Plomo), envenenan el agua. Los nutrientes vegetales pueden ocasionar el crecimiento excesivo de plantas acuáticas que después mueren y se descomponen, agotando el oxígeno del agua y de este modo causan la muerte de las especies marinas (zona muerta).
<b>Sustancias químicas orgánicas</b>	Petróleo, plásticos, plaguicidas, detergentes que amenazan la vida.
<b>Sedimentos o materia suspendida</b>	Partículas insolubles de suelo que enturbian el agua, y que son la mayor fuente de contaminación. Sustancias radiactivas que pueden causar defectos congénitos y cáncer.
<b>Calor</b>	Ingresos de agua caliente que disminuyen el contenido de oxígeno y hace a los organismos acuáticos muy vulnerables.
<b>Las fuentes puntuales</b>	Descargan contaminantes en localizaciones específicas a través de tuberías y alcantarillas. Ej. : Fábricas, plantas de tratamiento de aguas negras, minas, pozos petroleros, etc.
<b>Las fuentes no puntuales</b>	Son grandes áreas de terreno que descargan contaminantes al agua sobre una región extensa. Ej. : Vertimiento de sustancias químicas, tierras de cultivo, lotes para pastar ganado, construcciones, tanques sépticos.

FUENTE: Guía para la calidad del agua potable y control de la calidad del agua para consumo humano, CEPIS/OPS 2002.

### III. Purificación del agua

Las impurezas suspendidas y disueltas en el agua natural impiden que ésta sea adecuada para numerosos fines. Los materiales indeseables, orgánicos e inorgánicos, se extraen por métodos de criba y sedimentación que eliminan los materiales suspendidos. Otro método es el tratamiento con ciertos compuestos, como el carbón activado, que

eliminan los sabores y olores desagradables. También se puede purificar el agua por filtración, o por cloración o irradiación que matan los microorganismos infecciosos.

En la ventilación o saturación de agua con aire, se hace entrar el agua en contacto con el aire de forma que se produzca la máxima difusión; esto se lleva a cabo normalmente en fuentes, esparciendo agua en el aire.

La ventilación elimina los olores y sabores producidos por la descomposición de la materia orgánica, al igual que los desechos industriales como los fenoles, y gases volátiles como el cloro. También convierte los compuestos de hierro y manganeso disueltos en óxidos hidratados insolubles que luego pueden ser extraídos con facilidad.

La dureza de las aguas naturales es producida sobre todo por las sales de calcio y magnesio, y en menor proporción por el hierro, el aluminio y otros metales.

La que se debe a los bicarbonatos y carbonatos de calcio y magnesio se denomina dureza temporal y puede eliminarse por ebullición, que al mismo tiempo esteriliza el agua. La dureza residual se conoce como dureza no carbónica o permanente. Las aguas que poseen esta dureza pueden ablandarse añadiendo carbonato de sodio y cal, o filtrándolas a través de ceolitas naturales o artificiales que absorben los iones metálicos que producen la dureza, y liberan iones sodio en el agua. Los detergentes contienen ciertos agentes separadores que inactivan las sustancias causantes de la dureza del agua.

El hierro, que produce un sabor desagradable en el agua potable, puede extraerse por medio de la ventilación y sedimentación, o pasando el agua a través de filtros de ceolita. También se puede estabilizar el hierro añadiendo ciertas sales, como los polifosfatos.

El agua que se utiliza en los laboratorios, se destila o se desmineraliza pasándola a través de compuestos que absorben los iones.

#### **IV. Desalinización del agua**

Para satisfacer las crecientes demandas de agua dulce, especialmente en las áreas desérticas y semidesérticas, se han llevado a cabo numerosas investigaciones con el fin de conseguir métodos eficaces para eliminar la sal del agua del mar y de las aguas salobres. Se han desarrollado varios procesos para producir agua dulce a bajo costo.

Tres de los procesos incluyen la evaporación seguida de la condensación del vapor resultante, y se conocen como: evaporación de múltiple efecto, destilación por compresión de vapor y evaporación súbita.

En este último método, que es el más utilizado, se calienta el agua del mar y se introduce por medio de una bomba en tanques de baja presión, donde el agua se evapora bruscamente. Al condensarse el vapor se obtiene el agua pura.

La congelación es un método alternativo que se basa en los diferentes puntos de congelación del agua dulce y del agua salada. Los cristales de hielo se separan del agua salobre, se lavan para extraerles la sal y se derriten, convirtiéndose en agua dulce. En otro proceso, llamado ósmosis inversa, se emplea presión para hacer pasar el agua dulce a través de una fina membrana que impide el paso de minerales. La ósmosis inversa sigue desarrollándose de forma intensiva.

La electrodiálisis se utiliza para desalinizar aguas salobres. Cuando la sal se disuelve en agua, se separa en iones positivos y negativos, que se extraen pasando una corriente eléctrica a través de membranas aniónicas y catiónicas. Un problema importante en los proyectos de desalinización son los costos para producir agua dulce.

La mayoría de los expertos confían en obtener mejoras sustanciales para purificar agua ligeramente salobre, que contiene entre 1.000 y 4.500 partes de minerales por millón, en comparación a las 35.000 partes por millón del agua del mar. Puesto que el agua resulta potable si contiene menos de 500 partes de sal por millón, desalinizar el agua salobre es comparativamente más barato que desalinizar el agua del mar.

## **V. Proceso de Potabilización**

A pesar de la definición química del agua como una sustancia constituida exclusivamente por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, en la naturaleza no se encuentra nunca en ese grado de pureza sino que está siempre impurificada con una serie de componentes inorgánicos y orgánicos.

Potentes bombas la impulsan a través de una cañería hasta el establecimiento, pasa por un canal transportador donde sé afora, se agrega los productos químicos y se produce el mezclado rápido. De allí es conducida a los decantadores, que son grandes piletas compuestas de dos partes, floculador y decantador.

El floculador posee paletas mecánicas que son las encargadas de mezclar íntimamente el agua con los productos químicos y formar así los flóculos, que al cobrar tamaño y peso precipitarán al fondo del decantador. Este tiene una tolva que es encargada de eliminar el barro floculado, este proceso se hace diariamente.

El agua tarda dos horas en recorrer estas piletas donde al final es recogida por una canaleta donde cae en forma de lluvia para incorporarle oxígeno. Por esta canaleta el agua es conducida a filtros compuestos por mantos de arena de distinta granulometría, comenzando con arena fina hasta terminar con piedra.

De los filtros el agua pasa a la reserva, que es una cisterna subterránea de quinientos mil litros en donde se la agrega cloro para su desinfección, terminado aquí el proceso de Potabilización ya que se encuentra en condiciones óptimas para el consumo humano.

Una vez cumplido este paso el agua es elevada por medio de bombas comandadas con un tablero eléctrico por el personal de guardia al tanque de distribución, con una capacidad de un millón de litros, elevado del suelo 18,50 m. para dar impulso a la salida del agua por gravedad y así llegar a toda la ciudad.

El agua es controlada siguiendo todos los pasos de la purificación por un Laboratorio donde se efectúan los análisis químicos y bacteriológicos.

Todo este proceso, desde que entra el agua al establecimiento hasta que sale en condiciones óptimas para el consumo, transcurre en cinco horas, este tiempo ha sido empleado para que nadie se quede sin agua.

#### 4.6.2 Niveles de servicio

El cuadro N° 14 adjunto presenta el nivel de servicio y su relación con la cantidad probable de agua recolectada.

**Cuadro N° 14**  
**El nivel de Servicio**

NIVEL DE SERVICIO	DISTANCIA / TIEMPO	VOLUMEN DE AGUA RECOLECTADA (l/hab.-d)
Ningún acceso	Mas de 1 Kilómetro / mas de 30 min. viaje ida-vuelta	7,5
Acceso básico	Dentro de 1 Km. / dentro de los min. Viaje ida y vuelta.	20
Acceso inmediato	Agua suministrada en la vivienda al menos por medio de un grifo.	50
Acceso optimo	Abastecimiento de agua con múltiples grifos dentro de la vivienda.	100 – 200

FUENTE: Adaptado de Howard & Bartram (2003)

### 4.6.3 Priorización de acciones de mejoramiento

Mientras la información no se utilice en la identificación de las prioridades nacionales y regionales, ella no podrá ser considerada como una herramienta de importancia en el proceso de mejoramiento de la calidad del abastecimiento de agua.

La información a nivel nacional está dirigida a identificar problemas recurrentes, mientras que a nivel regional están dirigidas a priorizar las intervenciones individuales.

Así mismo, a nivel regional, también es importante monitorear las condiciones de los abastecimientos del agua y en este contexto, los indicadores de servicio deben ser calculados anualmente, así como cualquier cambio en la calidad del servicio que haya sido monitoreado.

Muchas veces una elevada proporción de sistemas de agua no pueden cumplir con los requisitos de seguridad del agua, por lo que es importante implementar metas realistas para la mejora progresiva del agua. La O.M.S. recomienda la siguiente clasificación de los sistemas del agua:

**Cuadro N° 15**  
**Clasificación de los Sistemas del Agua**

<b>PROPORCIÓN (%) DE MUESTRAS NEGATIVAS PARA E. COLI</b>			
<b>Calidad del sistema de agua</b>	<b>TAMAÑO DE LA POBLACIÓN</b>		
	<b>&lt; 5.000</b>	<b>5.000 a 100.000</b>	<b>&gt; 100.000</b>
<b>Excelente</b>	90	95	99
<b>Bueno</b>	80	90	95
<b>Regular</b>	70	85	90
<b>Pobre</b>	60	80	85

FUENTE: OPS/OMS Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de Salud. (OPS. La Salud de las Américas. Washington, DC. 2002. Vol. I.).

**a) Pequeñas localidades y sistemas comunitarios**

En pequeñas localidades y sistemas comunitarios en donde la frecuencia de las evaluaciones y la confiabilidad de los análisis son bajas, pueden aplicarse esquemas matriciales para priorizar las comunidades con mayor riesgo. La figura adjunta presenta un esquema matricial que relaciona los resultados microbianos y las inspecciones sanitarias.

**Tabla Nº 2**

**RIESGO DE INSPECCIÓN SANITARIA**

		→									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CLASIFICACION DE E. COLI*	E										
	D										
	C										
	B										
	A										
		NINGUNA ACCION	BAJO RIESGO: BAJA PRIORIDAD DE ACCION			RIESGO MEDIO S ALTO: ALTA PRIORIDAD DE ACCION			RIESGO MUY ALTO: ACCION URGENTE		

**Calificación Descripción**

- A.** Totalmente satisfactorio. (Nivel de riesgo extremadamente bajo).
- B.** Satisfactorio. (Nivel de riesgo muy bajo).
- C.** Marginalmente satisfactorio. (Bajo nivel de riesgo microbiano al salir de la planta, pero puede no ser satisfactorio en la red de distribución).
- D.** Nivel de riesgo insatisfactorio.
- E.** Nivel de riesgo inaceptable.

**FUENTE: INFORME DE OPS/OMS Lloyd & Bartram (1991)**

#### 4.6.4 Parámetros de Control de Calidad del Agua según NB – 512/ OPS/OMS 2005

En atención a la Norma Boliviana NB 512, los parámetros de control de calidad del agua para consumo humano que deben realizar la EPSA, se agrupan de acuerdo a su factibilidad técnica y económica en los siguientes grupos: Control Mínimo, Control Básico, Control Complementario y Control Especial.

##### ◆ Parámetros de Control Mínimo.

Los parámetros de Control Mínimo de la calidad del agua para consumo humano que deben realizar las EPSAS, se presentan en la Tabla N° 3.

**Tabla N° 3**

<b>Parámetros</b>	<b>Valor máximo aceptable</b>
pH	6,5 – 9,0
Conductividad	1.500 $\mu$ S/cm*
Turbiedad	5 UNT
Cloro residual	0,2 – 1,0 mg/l
Coliformes termoresistentes	0 UFC/100 ml

**FUENTE: NB-512 – EPSAS – SISAB**

\* El valor máximo aceptable de la conductividad, se puede expresar también como 1.000 mg STD/l.

- El parámetro temperatura, se debe medir en el punto de muestreo y en laboratorio a tiempo de realizar los análisis. Sirve como referencia para los análisis microbiológicos y para el cálculo del Índice de Langelier.

##### ◆ Parámetros de Control Básico

Los parámetros de Control Básico de la calidad del agua para consumo humano que deben realizar las EPSAS, se presentan en la Tabla N° 4.

Tabla N° 4

Parámetros	Valor máximo aceptable
<b>Físicos</b>	
Color	15 UCV
<b>Químicos</b>	
Sólidos totales disueltos	1.000 mg/l
<b>Químicos Inorgánicos</b>	
Alcalinidad total	370,0 mg/l de CaCO <sub>3</sub>
Calcio	200,0 mg/l
Cloruros	250,0 mg/l
Dureza	500,0 mg/l de CaCO <sub>3</sub>
Hierro total	0,3 mg/l
Magnesio	150,0 mg/l
Manganeso	0,1 mg/l
Sodio	200,0 mg/l
Sulfatos	400,0 mg/l

FUENTE: NB-512 – EPSAS - SISAB

◆ **Parámetros de Control Complementario**

Los parámetros de Control Complementario de la calidad del agua para consumo humano que deben realizar las EPSAS, se presentan en la Tabla N° 5.

Tabla N° 5

Parámetros	Valor máximo aceptable
<b>a) Químicos Inorgánicos</b>	
Aluminio	0,1 mg/l
Amoníaco	0,5 mg/l
Arsénico	0,01 mg/l
Boro	0,3 mg/l
Cobre	1,0 mg/l
Fluoruro	1,5 mg/l
Nitritos	0,1 mg/l
Nitratos	45,0 mg/l
Plomo	0,01 mg/l
Zinc	5,0 mg/l
<b>b) Subproductos de la Desinfección</b>	
Trihalometanos totales	100 µg/l

(THM)	
<b>c) Químicos Orgánicos</b>	
<b>Plaguicidas</b>	
Plaguicidas totales	0,5 µg/l
Plaguicidas individuales(*)	0,1 µg/l
<b>Hidrocarburos</b>	
Hidrocarburos totales (TPH)	10,0 µg/l
Benceno	2,0 µg/l
<b>d) Microbiológicos</b>	
<b>Bacterias</b>	
Coliformes totales	0 UFC/100 ml
Escherichia coli	0 UFC/100 ml
Heterotróficas totales	500 UFC/100 ml
Pseudomonas aeruginosa	0 UFC/100 ml
Clostridium perfringens	0 UFC/100 ml
<b>Parásitos</b>	
Cryptosporidium sp.	Ausencia
Giardia sp.	Ausencia
Amebas	Ausencia

FUENTE: NB-512 – EPSAS - SISAB

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

### ◆ Parámetros de Control Especial

Los parámetros de Control Especial de la calidad del agua para consumo humano que deben realizar las EPSAS, se presentan en la Tabla N° 6. Estos parámetros serán realizados en situaciones de desastre o en casos especiales de acuerdo con el historial de la fuente y/o región, o cuando así lo vean por conveniente las EPSAS y/o la SISAB, actualmente denominada (Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico – AAPS).

Tabla N° 6

Parámetros	Valor máximo aceptable
<b>Químicos Inorgánicos</b>	
Antimonio	0,005 mg/l
Bario	0,7 mg/l
Cadmio	0,005 mg/l

Cianuro	0,07 mg/l
Cromo Total	0,05 mg/l
Mercurio	0,001 mg/l
Níquel	0,05 mg/l
Sabor y olor	Aceptable.
Selenio	0,01 mg/l
<b>Químicos Orgánicos</b>	
<b>Hidrocarburos</b>	
Tolueno	700,0 µg/l
Etilbenceno	300,0 µg/l
Xileno	500,0 µg/l
Benzo(a)pireno	0,2 µg/l
<b>Radiactivos</b>	
Radiactividad alfa global	0,10 Bq/l *
Radiactividad beta global	1,0 Bq/l *
<b>Químicos Orgánicos</b>	
Acrilamida	0,5 µg/l
Epiclorohidrina	0,4 µg/l
Cloroformo	100,0 µg/l
Cloruro de vinilo	2,0 µg/l
Fenol	2,0 µg/l

FUENTE: Guías de la OPS/OMS 1995

\* Bq = Bequerelio

### ◆ Cumplimiento de Requisitos de Calidad

Los requisitos de calidad que deberán cumplir las EPSAS con relación al agua para consumo humano son:

- a) En el curso de un año, el 90 por ciento (90%) de los resultados de los análisis correspondientes a los compuestos que afectan la calidad organoléptica, física y química del agua de consumo humano y que se encuentran detallados en las Tablas N° 3, N° 4 y N° 5 del presente Reglamento, no deben exceder las concentraciones o valores establecidos en la Norma Boliviana NB 512.
- b) Durante el período de un año el contenido de Coliformes termoresistentes por 100 mililitros del total de muestras tomadas a la salida de la planta de tratamiento, tanques de almacenamiento y

red de distribución de las zonas de abastecimiento de agua, deben cumplir lo siguiente:

-  El 95 por ciento (95%) de las muestras analizadas, no deben contener coliformes termoresistentes.
- c) Cuando la concentración de cloro residual sea menor a 0.2 mg/l en un punto Terminal de la red, se procederá a tomar una muestra de agua para análisis bacteriológico de coliformes termoresistentes.
- d) La realización de los análisis de parámetros de Control Especial descritos en la Tabla N° 6, serán realizados por las EPSAS cuando se identifique, sospeche y/o exista denuncia de que la fuente para el consumo de agua haya sufrido contaminación.

#### ◆ **Análisis y Control de Calidad**

Para la realización de los análisis, el control de calidad del agua para consumo humano y la adopción de las medidas correctivas oportunas, las EPSAS deben disponer de un laboratorio propio o contratado, que se encuentre acreditado o reconocido en Buenas Prácticas de Laboratorio por el OBA.

#### ◆ **Pérdida de los Requisitos de Calidad**

Si por alguna eventualidad, el agua para consumo humano perdiera los requisitos de calidad señalados en el presente Reglamento, las EPSA, deben poner en conocimiento de este hecho y sus consecuencias a la AAPS, o autoridad delegada por ésta, realizando los siguientes pasos:

-  Identificando el problema.
-  Corrigiendo el problema.
-  Aumentando la frecuencia de muestreo.

## 4.7 PROCESO DE LA AUDITORIA ESPECIALIZADA AMBIENTAL

### 4.7.1 Consideraciones generales sobre la calidad del agua

La vigilancia del abastecimiento de agua se define como "la evaluación continua de la salud pública y la revisión de la seguridad y aceptabilidad del agua de bebida suministrada" (WHO, 1976).

Es decir, la vigilancia es una herramienta que contribuye a la protección de la salud pública a través del **mejoramiento gradual** de la calidad, cantidad, accesibilidad, cobertura, costo y continuidad de los abastecimientos de agua (conocidos como indicadores de servicio) y es complementaria e independiente de la función del abastecedor que tiene a cargo el control de la calidad del agua de bebida.

La vigilancia se extiende más allá de los abastecimientos de agua operados por los proveedores para incluir a los administrados por las comunidades incluyendo el aseguramiento de la calidad del agua en la etapa de recolección y almacenamiento a nivel de vivienda, y garantizando que cualquier alteración en su calidad será investigada y resuelta de manera oportuna.

La vigilancia debe ser vista como un mecanismo de colaboración entre la agencia de salud pública y los abastecedores de agua, antes que de coacción, particularmente donde el problema descansa en comunidades que gestionan sus propios servicios.

- ◆ Evaluación de los sistemas de agua organizados con una visión de salud pública;
- ◆ Evaluación y apoyo en información a las poblaciones sin acceso y con una visión de salud pública;
- ◆ Consolidación de la información para comprender la situación de los abastecimientos de agua del país o Región; y

- ◆ Participación en investigación, divulgación y documentación de los brotes de enfermedades relacionadas con el agua.

Complementariamente, los programas de vigilancia deben incluir los procesos de aprobación del PSA (planes de seguridad del agua) de los sistemas formales.

En los casos de sistemas administrados por las comunidades y de gestión del agua a nivel casero, es necesario incluir el desarrollo de modelos genéricos de PSA, (planes de seguridad del agua).

En localidades donde no se ejecuta la vigilancia por lo limitado de los recursos en general, es recomendable implementar un programa básico que demuestre el valor de esta actividad y que sirva de plataforma para la futura ampliación progresiva de las actividades de vigilancia.

#### **4.7.2 Procedimientos de Auditoría para la Evaluación del Agua de consumo humano según OMS/OPS/SDE/CEPIS-SB**

##### **4.7.2.1 Procedimientos de vigilancia**

En este modelo, el abastecedor es el encargado de la evaluación y verificación de la calidad del agua de bebida, y terceras personas a nombre del vigilador (profesional encargado), auditan los resultados para verificar la conformidad.

Este procedimiento satisface a los consumidores por la verificación independiente que se ejerce a las actividades del abastecedor.

De otra parte, el vigilador (profesional encargado) conserva la libertad de ejecutar análisis ocasionales a fin de **verificar** el funcionamiento del sistema de agua. Este procedimiento requiere de experiencia y capacidad del vigilador (profesional encargado) para:

- a) Revisar y aprobar los **PSA**, (planes de seguridad del agua);
- b) Supervisar auditorías; y
- c) Investigar y proporcionar asesoría en el caso de incidentes significativos.

La auditoría periódica de implementación de **PSA**, (planes de seguridad del agua) por terceras personas requiere:

- 1. Ejecución permanente;
- 2. Seguimiento continuo de los cambios de la calidad del agua en todo el sistema de abastecimiento;
- 3. Examen de registros para asegurar que el manejo del sistema de abastecimiento de agua se realiza de acuerdo al **PSA**, (planes de seguridad del agua);
- 4. Aseguramiento de que los parámetros del monitoreo cumplen con los límites operacionales;
- 5. Aseguramiento del mantenimiento de la calidad del agua de bebida;
- 6. Aseguramiento de que la **verificación de la calidad** es ejecutado por el abastecedor.
- 7. Evaluación de los programas de apoyo y estrategias para mejorar y actualizar el **PSA**; y
- 8. Realización periódica de inspecciones sanitarias en todo el sistema de abastecimiento de agua.
- 9. Seguimiento de los incidentes importantes;

El órgano vigilador (o profesional encargado) en respuesta a los informes de los incidentes importantes, debe asegurar que:

- a) El suceso es investigado pronta y apropiadamente;
- b) Identifica las causas y aplica oportunamente las medidas correctivas;
- c) Documenta y divulga el incidente y las acciones correctivas; y
- d) Reevalúa el PSA para evitar la ocurrencia de situaciones similares.

#### 4.7.2.2 Vigilancia en circunstancias específicas

Aparte de las actividades de vigilancia realizadas a los grandes sistemas públicos y privados de abastecimiento de agua, también es necesario ejecutar actividades de vigilancia en:

- a) Centros comunitarios o habitacionales,
- b) Nosocomios de salud,
- c) Campos de emergencia y en situaciones de desastres,
- d) Dispensadores de agua para viajeros,
- e) Sistemas de desalación,
- f) Plantas envasadoras de aguas de bebida,
- g) Procesamiento y producción de alimentos,
- h) Aeropuertos y aeronaves,
- i) Puertos y embarcaciones.

Para cada uno de estas circunstancias específicas es necesario que los responsables elaboren el PSA, (planes de seguridad del agua) de las instalaciones de abastecimiento al igual que para las grandes instalaciones identificándose las medidas de monitoreo y registro.

Así mismo, deben ser consideradas como circunstancias específicas:

- a) Los sistemas de abastecimiento de agua para pequeñas y medianas localidades urbanas de los países en vías de desarrollo,
- b) Los sistemas comunitarios y,
- c) El tratamiento y almacenamiento casero.

Al efecto, es necesario aplicar conceptos como la zonificación cualitativa o cuantitativa en base a la vulnerabilidad de toda la población para asegurar que los sistemas no entubados de agua son también vigilados; actividades de capacitación en educación, promoción a la salud y gestión de sistemas de agua; y la inspección visual para determinar la magnitud y naturaleza de los problemas existentes.

#### 4.7.2.3 Idoneidad del abastecimiento

El interés del vigilador, (profesional encargado) debe extenderse más allá de la calidad del agua e incluir todos los aspectos de idoneidad del abastecimiento del agua, a fin de proteger la salud pública de los consumidores, para lo cual se hace necesario considerar los siguientes indicadores de servicio:

1. **Calidad:** Inocuidad del agua. Independiente de los resultados analíticos, el sistema de agua debe disponer de un PSA aprobado, validado y sujeto a auditorias periódicas para demostrar su cumplimiento;
2. **Cantidad:** Proporción de la población que consume agua de acuerdo a los diferentes niveles de servicio;
3. **Accesibilidad:** Porcentaje de la población que tiene acceso a los diferentes niveles de servicio de abastecimiento de agua, considerándose las diferentes tecnologías mejoradas:
  - ◆ Conexión domiciliaria,
  - ◆ Pileta pública,
  - ◆ Pozo perforado protegido,
  - ◆ Pozo excavado protegido,
  - ◆ Manantial protegido, y
  - ◆ Recolección del agua de lluvia.
4. **Asequibilidad:** Tarifa justa pagada por los consumidores domésticos; y
5. **Continuidad:** Porcentaje del tiempo durante el cual el agua de bebida está disponible.

#### 4.7.2.4 Planeamiento e implementación

Los organismos denominados: Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), estas mediante su área de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental. Han establecido como puntos fundamentales, para la planeación de la auditoria que se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos técnicos, que están emitidas en el informe ISSN: 1018-5119 DHT – N° 99 de diciembre del 2005, y que emana de la Oficina Regional de OMS. Se han establecido como puntos importantes lo siguiente:

Ahora analizaremos cada una de estas referencias planteadas para su implementaron y aplicación:

1. Establecimiento de prioridades nacionales,
2. Establecimiento de prioridades regionales,
3. Establecimiento de programas de educación en higiene,
4. Revisión del PSA y actualización,
5. Aseguramiento de la operación y el mantenimiento comunitario,
6. Establecimiento de conciencia pública e información.

#### **4.7.2.5 Niveles de vigilancia (Supervisión)**

El establecimiento de la vigilancia, demanda tener en cuenta la disponibilidad de recursos económicos, materiales y humanos. Las actividades emprendidas en las diferentes etapas de desarrollo de la vigilancia son:

**Fase inicial:**

- b) Requisitos para el desarrollo institucional.
- c) Capacitación del personal de vigilancia.
- d) Definición de roles de los participantes.
- e) Desarrollo de metodologías apropiadas al área de trabajo.
- f) Inicio de la vigilancia rutinaria en áreas prioritarias.

- g) Verificación de la calidad del agua por medio de la evaluación de los parámetros esenciales y sustancias químicas problemáticas.
- h) Establecimiento de sistemas de reporte de resultados, archivos y comunicación.
- i) Promoción de mejoras de acuerdo a prioridades.
- j) Divulgación de resultados.

**Fase intermedia:**

- a) Capacitación del personal implicado en el programa.
- b) Ampliar la capacidad analítica a nivel regional y local.
- c) Fortalecimiento de laboratorios nacionales.
- d) Inicio de análisis de contaminantes químicos.
- e) Evaluación de metodologías de muestreo y análisis,
- f) Aplicación de métodos estándar apropiados.
- g) Capacidad de análisis estadístico de datos.
- h) Establecimiento de base nacional de datos.
- i) Identificación de problemas comunes.
- j) Ampliación de reportes para incluir la interpretación a nivel nacional.

**Fase avanzada:**

- a) Capacitación del personal implicado en el programa.
- b) Aumento de análisis rutinarios y definición de frecuencias para los parámetros que afectan la salud y aceptabilidad.
- c) Empleo de la red de laboratorios nacionales, regionales y locales, incluyendo el control de la calidad analítica.
- d) Aplicación del marco nacional para la seguridad del agua.
- e) Mejoramiento de los servicios del agua en base a las prioridades nacionales y locales.
- f) Ejecución de programas de educación en higiene.

- g) Establecimiento de archivos regionales de base de datos compatibles con la base de datos nacional.
- h) Diseminación de datos a nivel local, regional y nacional.

#### **4.7.2.6 Divulgación y comunicación**

La capacidad de identificar y abogar por la mejora de los servicios de agua depende de la capacidad de análisis de datos, de la presentación de la información y de la divulgación y retroalimentación. Los principales actores a ser informados incluyen:

1. Funcionarios de salud pública;
2. Abastecedores de agua;
3. Administradores locales;
4. Comunidades y usuarios del agua; y
5. Autoridades responsables de la planificación y la inversión.

#### **4.7.2.7 Interacción con la comunidad y consumidores**

La participación de la comunidad es un componente deseable en la vigilancia, principalmente en el medio rural, porque los usuarios son los primeros en percibir los problemas en el sistema de agua y de demandar acciones correctivas.

De esta manera, el establecimiento de vínculos entre el órgano de vigilancia y los usuarios, creará un clima de confianza para realizar actividades de educativas.

### **4.8 PRE – RECONOMIENTO E INDAGACIÓN SOBRE EL AGUA POTABLE EN IN SITU**

#### **4.8.2 Agua potable**

El Censo Nacional de Población y Vivienda de 1992 presenta cifras del acceso de la población urbana y rural a redes generales de agua; estas cifras son alentadoras en cuanto a que demuestran un avance significativo del porcentaje de familias con acceso a estas redes. Los volúmenes de agua utilizados por las grandes empresas son:

 **Ciudades de La Paz y la Ciudad del Alto “EPSAS”**

Los mayores volúmenes de agua para consumo humano son obtenidas de 8 fuentes superficiales, alcanzando un total de 4,525 l/s (ver Tabla N° 7) y sistema subterráneo de Tilata que obtiene un máximo 347 l/s, de 30 pozos, cuyas fuentes se encuentran a profundidades entre 90 a 105 m.

**Tabla N° 7**  
**Caudales utilizados de fuentes superficiales**

Cuenca	Sup. Km2	Volumen Año seco Hm3/año	Q año seco L/s	Volumen Año húmedo Hm3/año	Q año húmedo L/s
<b>Tuni</b>	16.6	5.58	177	12.55	398
<b>Condoriri</b>	19.6	6.82	216	15.35	487
<b>Huayna Potosí</b>	38.7	9.98	317	22.47	712
<b>Milluni</b>	58.0	11.87	376	26.71	847
<b>Choqueyapu</b>	49.6	8.82	280	19.85	629
<b>Incachaca</b>	33.2	5.98	189	13.45	426
<b>Ajuan Khota</b>	32.5	8.13	258	18.30	580
<b>Hampaturi Bajo</b>	25.0	6.26	198	14.07	446
				<b>SUMA</b>	<b>4,525</b>

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Por informes del Ministerio del Medio Ambiente y Agua establece; que se dispone de 400 mil dólares para elaborar los estudios a diseño final para la construcción de tres presas, que se erigirán en Huayna Potosí, para atender la demanda de El Alto; Alto Hampaturi, para La Paz, y Jankokota, para ambas.

La Empresa Publica y Social de Agua y Saneamiento (EPSAS), la

producción anual del líquido en las dos urbes es de 52,7 millones de metros cúbicos y el suministro llega a 45,7 mm<sup>3</sup>, por lo que hay un superávit de siete millones.

Y por medio de un informe técnico se plantea este problema de la construcción de represas, el tratamiento adecuado de las que existen porque a medida que pasa el tiempo se llenan de sedimentos que disminuyen las reservas y la toma de conciencia de la ciudadanía en el uso del líquido.

El tratamiento de aguas servidas es otro problema muy serio. En el caso de El Alto, la planta de Puchukollu colapsó hace mucho tiempo y es preciso construir una segunda, Las plantas de tratamiento de aguas servidas de Puchukollu tienen la finalidad de purificar el agua. Pero la primera está arrojando al río Choqueyapu lodos con metales riesgosos para la salud y la segunda está devolviendo a Río Seco aguas negras, espumosas y contaminantes. También guarda barros con metales peligrosos.

En tanto que La Paz no tiene y contamina no sólo a los valles del sur, sino a las tierras bajas ubicadas en el norte del departamento y en la región beniana y la Amazonia.



### **Oferta y Demanda**

De acuerdo con datos oficiales del Instituto Nacional de Estadística (INE), La Paz cuenta con 1.635.267 habitantes y El Alto, 996.530. Ambas urbe albergan a 2.63 millones de personas. La Empresa Pública Social de Agua y Saneamiento reportó que en 2007, ambas ciudades consumieron 45,7 millones de metros cúbicos, de los cuales, 16,2 millones correspondieron a El Alto y 29,5 millones, a La Paz. Ambos conglomerados urbanos se aprovisionan de siete fuentes de agua para suplir sus necesidades.

**Tabla N° 8**  
**Fuente de Agua Volumen atiende a**  
**Gestiones (2008 - 2009)**

Fuentes de agua	mm3	m3	IN SITU	Para donde:
Milluni	9,90		Laguna Jakokota	La Paz – El Alto
Incachaca	4,56		La Paz	La Paz
Hampaturi	3,34		La Paz	La Paz
Ajuan khota	3,32		El Alto	El Alto
Condoriri		230.000	La Paz – El Alto	La Paz – El Alto
Tuni	27,00		La Paz – El Alto	La Paz – El Alto
Tilata 30 pozos	4,416		El Alto	El Alto
Wuayna Potosí <sup>18</sup>	-	-	El Alto	El Alto
Bajo Hampaturi <sup>19</sup>	-	-	El Alto	El Alto

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Tabla N° 9**  
**Consumo de Agua en La Paz y El Alto**  
**Ciudad Consumo Promedio**  
**Gestión (2009)**

Ciudad	mm3	Año	Mil litros por día
La Paz	29,50	1	87
El Alto	16,20	1	65
TOTALES	45,70		152

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



### Sorbos

La ciudad de La Paz no cuenta con una planta de tratamiento para reciclaje acuático. El resultado es que no sólo se contaminan los valles

<sup>18</sup> CONSTRUCCIÓN DE REPRESAS (Prensa: La Razón Febrero 2009). El Ministerio del Agua, espera contar con la ayuda de la alcaldía de La Paz y la prefectura del departamento y emprender medidas para inversiones conjuntas y poder iniciar las obras de construcción de las represas de Alto Jampaturi y Wayna Potosí.

<sup>19</sup> Ídem.



**Tabla N° 10**  
**Fuentes de agua potables y capacidad**

Ciudad	Empresa	Fuente	Q (l/s)
La Paz / El Alto	EPSAS	8 fuentes superficiales (Tuni, Condoriri, Huayna Potosí, Milluni, Choqueyapu, Incachaca, Ajan Khota, Hampaturi Bajo)	Entre 2 011 y 4 525

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Pese a esto, el agua proveniente de esta planta aún es apta para el consumo humano. En el resto de las ciudades comprendidas en ese estudio no se presentan problemas, lo cual no reduce la calidad de la misma.

La mayoría de las plantas industriales y minera no realiza ningún tratamiento de las aguas residuales, lo cual contribuye negativamente a la calidad del agua en los cursos de agua receptores, originando enormes problemas principalmente en el uso del recurso por las poblaciones ubicadas aguas abajo. Prácticamente ninguna de las industrias que descargan sus efluentes líquidos ya sea a un río o cuerpo receptor o a una alcantarilla cumplen con los requisitos establecidos por la Norma de Descargas Industriales.

En la ciudad de La Paz el 100% de las industrias tiene descargas con olores ofensivos, 58% vierten aguas con colores que sobrepasan la Norma, 83% descargan sólidos sedimentables por encima de 1 ml/l. El 67% de las industrias descargan aguas sin oxígeno disuelto. El 100% sobrepasa el límite establecido para la DQO y el 83% para la DBO. En términos relativos, el 30% de estas industrias estaría provocando una contaminación de carácter bioquímico y el 70% restante contaminación química.



**En la ciudad de Cochabamba la empresa “SEMAPA”**

La encargada en la dotación de agua es el Servicio Municipal de Agua Potable y Alcantarillado SEMAPA, que cuenta con sistemas de aducción superficial y subterránea. El sistema superficial utiliza caudales promedio entre 191 l/s y 404 l/s. La actual dotación de agua subterránea alcanza un caudal de aproximado de 740 l/s de los cuales cerca a 470 l/s provenía de los recursos subterráneos extraídos mediante la explotación de pozos.

Existe el Proyecto de Misicuni, en plena ejecución, que logrará de 6.6 m<sup>3</sup>/s, de los cuales parte serán utilizados para el riego de 2,000 ha.

**Tabla Nº 11**  
**Fuentes superficiales**

Cuenca	Sup. Km <sup>2</sup>	Volumen Año seco Hm <sup>3</sup> /año	Q año seco L/s	Volumen Año humedo Hm <sup>3</sup> /año	Q año humedo L/s
Escalerani	642	4.00	126.0	8.75	277.0
Wara Wara	-	1.25	39.0	2.55	80.0
Chungara	-	0.78	25.0	1.45	46.0
Hierbabuenani	-	0.03	1.0	0.03	1.0
	<b>SUMA</b>	<b>6.03</b>	<b>191.0</b>	<b>12.78</b>	<b>404.0</b>

FUENTE: MEMORIA DE SEMAPA – SISAB - 2007

En esta ciudad, adquiere significativa importancia el Proyecto Misicuni, por cuanto en la actualidad la capacidad de los sistemas no es suficiente para cubrir la demanda, de manera que grandes sectores urbanos se ven privados de agua para consumo humano, presentándose por lo tanto fuertes racionamientos.

Los acuíferos del Valle Central son un enorme reservorio de aguas subterráneas que seguirán siendo la fuente principal de agua hasta que se ponga en funcionamiento el proyecto Misicuni, que consiste en el transvase de las aguas de la vertiente norte de la Cordillera del Tunari.

Las aguas subterráneas están siendo explotadas mediante pozos excavados y perforados. Los acuíferos reciben su recarga natural

principalmente por infiltración directa de la lluvia y por la percolación del agua que llega de la cordillera por medio de los ríos y arroyos y también por la infiltración del agua de riego.

Velasco (2004); indican que el recurso subterráneo es limitado y no puede satisfacer toda la demanda, lo que ya en el pasado ha llevado a intereses incompatibles y conflictos entre usuarios. Los conflictos típicos se producen a raíz del descenso del nivel freático ocasionado por la explotación intensa de pozos.

Cochabamba depende de las aguas subterráneas para abastecer la demanda por agua potable (Tabla N° 12).

Tabla N° 12

**Descripción de las fuentes y caudales de agua potable**

Ciudad	Empresa	Fuente	Q (l/s)
Cochabamba	SEMAPA (Empresa municipal)	Fuentes superficiales (Escalerani, Wara Wara, Chungara, Hierbabuenani)	Entre 191 y 404
		Acuíferos subterráneos	462

FUENTE: MEMORIA DE SEMAPA - 2008

En la ciudad de Cochabamba, el principal problema que da lugar a la contaminación de las aguas es la presencia de curtiembres de cuero vacuno, no obstante disposiciones municipales que exigen sistemas de tratamiento en cada establecimiento, lo que da lugar a la contaminación de las aguas del río Rocha, que son utilizadas principalmente por zonas agrícolas ubicadas aguas abajo.

La calidad del agua para consumo humano y riego en las tres vertientes componentes del sistema hidrográfico boliviano tiene como factor principal de impacto negativo de la actividad minera, que en muchos casos han superado con ventaja los límites máximos permitidos en cuanto a concentración de sustancias nocivas, originando problemas sociales y económicos en sectores deprimidos de la sociedad.

Por lo anotado, la actividad industrial y ciudadana en las grandes ciudades origina la contaminación de cursos de agua importantes, que luego son utilizadas aguas abajo, principalmente en actividades agrícolas. En estos ríos la carga contaminante es extremadamente grande, y se registran valores altos de materia orgánica, por encima de 100 mg/l.

En los cursos de agua mayores de la vertiente amazónica, el deterioro de la calidad del agua se manifiesta por elevada concentración de sedimentos, originados por los procesos de erosión laminar y movimiento de masas en las cuencas altas, así como por los altos niveles de concentración de sustancias utilizadas en la explotación aurífera. La misma situación se presenta en los ríos de la vertiente del Plata, donde la actividad minera es predominantemente de explotación de estaño, zinc y plomo. En ambos el impacto sobre la calidad se expresa en los efectos sobre las especies piscícolas que son consumidas por los habitantes rurales y en un menor grado por habitantes de ciudades.

#### **4.8.2 Balance y situaciones ambientales críticas extremas**

En el Estudio para el Control de la Contaminación del agua de los ríos de la ciudad de La Paz, 2003, se confirmó que la calidad del recurso hídrico de estos ríos es similar a la de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Los valores observados de DBO en los ríos de la zona urbanizada, presentan rangos entre 100 y 300 mg/l; este rango es similar al que se puede detectar en aguas negras. El valor del DBO en las cercanías del río Lipari es de aproximadamente 50 mg/l a 80 mg/l, excediendo el nivel máximo permitido por las autoridades bolivianas, para las aguas de regadío.

En el río Choqueyapu, la concentración de DBO se incrementa en el punto de entrada a la zona urbana, particularmente cuando es llevada a la planta de Achachicala. Aún en períodos normales el valor del DBO

fluctúa entre los 100 mg/l y los 180 mg/l aguas arriba de la confluencia con el río Irpavi. Actualmente todavía se siguen utilizando las aguas del río Choqueyapu para regar los predios localizados aguas abajo del puente Lipari.

Las fuentes de contaminación determinadas por la estimación de carga de DBO de las aguas residuales generadas en el área de estudio indican que más del 50 % de la carga es de origen doméstico, un 30 % industrial y el resto lo comparten las aguas residuales provenientes de la actividad comercial y de servicios. La contribución de residuos sólidos parece ser insignificante en términos de DBO si se compara con lo registrado por las aguas mencionadas anteriormente.

#### **4.8.3 Formulación de políticas y planificación**

La definición de las políticas nacionales sobre el Agua Potable y el Saneamiento Básico han sido históricamente elaboradas por los Ministerios respectivos (que han cambiado de denominación, objetivos e inclusive el sector ha sido administrado desde diferentes ministerios en un momento dado) aunque siguiendo las directrices de los organismos internacionales. La planificación moderna del sector comienza en agosto de 1980 cuando se firma un convenio de cooperación técnica con la GTZ y la OPS/OMS para un proyecto de cooperación interregional sobre la planificación nacional sobre el abastecimiento del agua y saneamiento, el resultado fue el Plan Nacional de Saneamiento Básico 81 – 90, con políticas y objetivos definidos, así como estrategias y metas a alcanzar al año 2000. El Plan incluía el desarrollo de recursos humanos y el uso de tecnologías apropiadas.

Con la aprobación de la Ley de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado (29 de octubre de 1999) se crearon varias instancias de decisión y planificación en las que intervienen diversos organismos estatales. En primera instancia se someten todos los servicios de agua

potable y alcantarillado (público y privado) al sistema de Control Social a través de la Autoridad de Fiscalización y Control Social (que reemplaza a la Superintendencia de Saneamiento Básico).

Se establece (en la Ley de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado) que el Ministerio de Vivienda y Servicios Básicos es la que ejecuta planes y programas esto se modifica, actualmente el Ministerio de Medio Ambiente y Agua será la entidad que formula y ejecuta las políticas para la provisión de los mencionados servicios y el desarrollo de los mismos dentro de Bolivia.

Debe coordinar con otros Ministerios para la formulación y aplicación de las normas ambientales relacionadas con los servicios y debe controlar la calidad de los recursos hídricos y prevenir su contaminación en coordinación con los organismos sectoriales competentes.

Al nivel descentralizado (y de acuerdo con la Ley de Participación Popular No. 1551 y la Ley de Descentralización Administrativa No. 1654), los gobiernos departamentales (Prefecturas de departamento) y los Municipios (Alcaldías municipales) son los encargados de gestionar y administrar el sector en el ámbito de su jurisdicción.

Las Prefecturas al ser una administración departamental tienen atribuciones de planificación y coordinación con los Ministerios respectivos, debe supervisar y controlar la ejecución y calidad de obras de infraestructura de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario financiadas con recursos públicos en coordinación con Ministerios.

Otras de las atribuciones de las Prefecturas Departamentales son el fomento de mancomunidades municipales para la prestación conjunta de servicios básicos, informar al Ministerio de Medio Ambiente y Agua sobre las Organizaciones No Gubernamentales y otras entidades que desarrollan actividades relacionadas con los servicios de agua potable o

alcantarillado y brindar asistencia técnica a las entidades prestadoras de servicios de agua potable o alcantarillado sanitario.

Las alcaldías deben asegurar la provisión de servicios de Agua Potable y Alcantarillado sanitario a través de una EPSA<sup>20[4]</sup> o en forma directa cuando corresponda, debe además desarrollar planes y programas municipales de expansión de los servicios, coadyuvar en la evaluación y seguimiento de las actividades de la EPSA en su jurisdicción, prestar informes periódicos al Ministerio de Medio Ambiente y Agua, efectuar el cobro de tasas determinadas mediante reglamento cuando presten directamente el servicios, vigilar que las obras, actividades o proyectos se realicen en el área de su jurisdicción y brindar asistencia técnica a las entidades prestadoras de servicios.

Los 311 municipios legalmente constituidos realizan actividades de promoción y apalancamiento financiero que han permitido alcanzar niveles adecuados de inversión. Los municipios trabajan directamente con los organismos financieros nacionales (FNDR y FIS) y con instituciones de desarrollo no gubernamentales, especialmente en las zonas de mayor pobreza.

El año 2006 se presentó el Plan Nacional de Desarrollo que incluye un sector referido al Saneamiento Básico como un pilar de la sociedad, en vista de que; "el agua es un elemento vital para la sociedad y en este sentido el agua es de la sociedad, y no de dominio privado".

El 2006 se elaboró la nueva estrategia nacional que se tradujo en la publicación de políticas fiscales, denominado; "agua es vida" – Plan Nacional de Agua Potable y Saneamiento Básico. En este plan se trazaron nuevas metas al año 2006, que involucra la participación de la sociedad en el control del recurso hídrico su preservación y posterior

---

<sup>20[4]</sup> EPSA; Entidad Prestadora de Servicios de Agua potable y Alcantarillado Sanitario

resguardo por la sociedad en los sitios donde existe afluencia del agua o manantiales y nevados.

Con el actual gobierno se esta estudiando crear reservas de agua en distintas regiones debido al calentamiento climático, una de las políticas es construir presas, de contengan gran extensiones de agua y darles los insumos necesarios para su purificación y posterior uso por la población.

#### **4.8.4 Fiscalización y control**

La nueva estructura administrativa del poder ejecutivo de Bolivia (aprobada por Decreto Supremo N° 29894 el 07/02/09 que estable una nueva estructura de la organizativa del poder ejecutivo esta circunscribe las funciones de varios ministerios, además el D. S. N° 29894 crea y moderniza el Ministerio del Medio Ambiente y Agua y instaura una Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico – AAPS

Lo reglamenta con otro D. S. N° 0071 la estructura organizativa de la entidad publica denominada:”Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico – AAPS”, ha determinado ciertos cambios en la administración y gestión del recurso hídrico así como del Saneamiento Básico.

En sustitución de la Superintendencia de Saneamiento de Básico. De esta manera todas las atribuciones de la SISAB pasan ahora a la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico – AAPS. Conforme lo establece el Decreto Supremo N° 0071 de 9 de abril de 2009.

AAPS, es la institución directamente encargada de hacer cumplir la Ley, otorgar concesiones y licencias para la prestación de servicios, velar por el cumplimiento de las obligaciones y derechos de los titulares de las concesiones, intervenir la EPSA cualesquiera sea su forma de

constitución social y designar interventores, aprobar metas de calidad, expansión y desarrollo de la EPSA, consistentes con los planes de expansión de la cobertura y mejoramiento de la calidad de los servicios, determinar las tasas que deben cobrar los gobiernos municipales por los servicios, proteger los derechos de los usuarios, asegurar que los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario cumplan con las disposiciones antimonopólicas y de defensa del consumidor establecidas en la nueva CPE plurinacional.

Además la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico debe requerir de la EPSA información sobre la planificación, proyecciones técnicas y financieras para evaluar objetivos, metas, reglas de acción y parámetros de calidad de prestación de servicios, debe además implementar y mantener un sistema de información técnica y financiera, remitir la información al Ministerio de Obras Públicas, aprobar y controlar los precios y tarifas máximos aplicables a los servicios.

Solicitar la opinión de los gobiernos municipales con relación a los planes que presenten las EPSAS, imponer las servidumbres solicitadas por los titulares de las concesiones para la prestación de los servicios, aplicar las sanciones determinadas por ley y poner en conocimiento de las autoridades competentes las infracciones relativas a la protección del medio ambiente en el desarrollo de las actividades de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario. El financiamiento de las actividades de la AAPS, se realiza dentro del marco general de la nueva C. P. E., es decir que el presupuesto de gastos debe ser financiado por las tasas y otros recursos financieros propios.

La referida tasa deberá ser pagada por todos los prestadores de servicios de agua potable y alcantarillado sanitario sujetos a control, esta tasa no deberá ser mayor al tres por ciento de los ingresos netos por venta de estos, deducidos de los impuestos directos. Los

reglamentos de la Ley determinan que la tasa para cada prestador de servicios será definida sobre la base de parámetros técnicos.

Al momento la AAPS, se encuentra en proceso de reorganización, contando con personal únicamente a nivel central. Sin embargo y siguiendo el modelo de las demás Autoridades de Fiscalización y Control Social, establecerá en el corto plazo oficinas regionales en cada departamento.

La Ley establece las obligaciones y derechos de los usuarios. Estos derechos y obligaciones afectan únicamente a aquellos que estén legalmente conectados al servicio de agua potable o de alcantarillado sanitario.

En resumen, el usuario tiene el derecho de recibir el agua potable en cantidad y calidad adecuadas, en forma continua de acuerdo a las normas vigentes, solicitar la medición y verificación de sus consumos, de solicitar la verificación de fugas no visibles dentro de sus instalaciones por parte del prestador del servicio, de reclamar por cobros injustificados, mala atención o negligencia del prestador del servicio y en su caso, de recurrir ante la AAPS, y de exigir el adecuado funcionamiento del servicio.

Además la AAPS ha desarrollado un sistema de atención al usuario a fin de proteger sus derechos y promover sus obligaciones. Bajo la estructura administrativa de la AAPS, se encuentra la oficina de atención al usuario a través de la cual se busca reflejar responsabilidad, conciencia y credibilidad en los actos garantizando el cumplimiento de las reglas y haciendo un seguimiento de la atención que ofrecen las diversas empresas prestadoras de servicios de agua potable y alcantarillado sanitario en todo el país.

Las metas de calidad no solo se refieren al producto o servicio final, sino también al proceso que lo rodea, para alcanzar estos objetivos

generales la AAPS ha desarrollado un plan de acción, que posteriormente será objeto de estudio en otra oportunidad.

**I) El caso de la Empresa Pública Social de Agua y Saneamiento S.A.**

La Empresa Publica Social de Agua y Saneamiento S.A., es una empresa conformada principalmente por la inversión estatal que recientemente fue constituida gracias al emprendimiento del Ministerio del Agua gestión 2006. Se administra por un directorio elegido por el presidente de la republica. Tiene como objetivos y metas concretas de crecimiento y cobertura por años. Las metas de cobertura indican que para el año 2007 se debería alcanzar una cobertura de 100% en las zonas de Achachicala, Pampahasi y El Alto y otras regiones en proceso de construcción de presas como se puede apreciar en la Tabla N° 14 donde también se muestran las metas a largo plazo.

**Tabla N° 14**  
**Metas a largo plazo establecida por las EPSAS**

DESCRIPCION	2001	2006	2011	2016	2021	2026
<b>Cobertura de agua potable (%) por área y por año</b>						
Achachicala	100	100	100	100	100	100
Pampahasi	100	100	100	100	100	100
El Alto	82	85	90	90	90	90
Puchukollu	90	75	95	85	80	82
<b>Cobertura de alcantarillado (%) por área y por año</b>						
Achachicala	81	84	90	94	95	95
Pampahasi	83	85	90	94	95	95
El Alto	82	85	90	90	90	90

FUENTE: SISAB – 2008 - MEMORIA ANUAL

La EPSA es la empresa pública que se ha hecho cargo de la distribución de agua potable y del servicio de alcantarillado sanitario en forma efectiva. En la Tabla N° 15 se puede observar el avance de

actividades de La Paz - Alto a diciembre de 2008, tanto para agua potable como para alcantarillado.

**Tabla Nº 15**  
**Programación y Ejecución de Conexiones – EPSAS**

ÁREA	PROGRAMADO	EJECUTADO	AVANCE (%)
<b>Agua potable</b>			
Achachicala	690	1.300	188,41
Pampahasi	4.009	4.838	120,68
El Alto	17.938	23.144	129,02
Puchukollu	9.938	12.560	97,50
<b>Total</b>	<b>32.575</b>	<b>41.842</b>	<b>133,90</b>
<b>Alcantarillado sanitario</b>			
Achachicala y Pampahasi	2,300	2,584	112,35
El Alto	10,700	14,360	134,21
<b>TOTAL</b>	<b>13,000</b>	<b>16,944</b>	<b>130,34</b>

FUENTE: DOCUMENTACION MEMORIA, SISAB – GESTION - 2008.

En la Tabla Nº 15 solamente se toma en cuenta la población que cuenta con el servicio mediante conexión domiciliaria únicamente, no se contabilizan los usuarios de piletas públicas. Además de las metas de cobertura, se establecen metas de calidad de agua potable, presiones mínimas y máximas en redes, continuidad del servicio, caudal, servicio de emergencias, tratamiento de efluentes en La Paz y El Alto, inundaciones de alcantarillado y otros.

El nivel de inversiones que la EPSA realizará en las ciudades de La Paz y El Alto no está determinado en su planificación institucional con la extinta Superintendencia de Saneamiento Básico, sin embargo la EPSA ha hecho conocer un plan de inversiones que le permita cumplir con las obligaciones emergentes de las necesidades y sus proyecciones.

En este sentido ha estimado en forma preliminar una inversión de 362 millones de dólares durante los 30 años, es decir entre 1997 y 2026. Dicho monto está distribuido de la siguiente manera:

**Tabla Nº 16**  
**Inversiones – EPSAS**

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	INVERSIONES (\$us.)
Red y conexiones de alcantarillado	130 millones de dólares
Red y conexiones de agua potable	80 millones de dólares
Nuevos recursos de agua y plantas	60 millones de dólares
Equipos y renovaciones	92 millones de dólares
<b>TOTALES POR INVERTIR</b>	362 millones de dólares

FUENTE: MEMORIA ANUAL – SISAB – GESTION - 2008.

Las inversiones previstas durante las gestiones 1997 - 2005, son de 72 millones de dólares, como aguas de Illimani. Ahora como publica en los primeros tres años, o sea entre 2006 y 2008 se había previsto invertir 46 millones de dólares, realizar hasta el 31 de diciembre de 2008 fueron de 51.22 millones de dólares, distribuidos porcentual-mente de la siguiente manera:

**Tabla Nº 17**  
**Distribuidos porcentual – EPSAS**

DETALLE	%
Producción de agua potable	10 %
Distribución de agua potable	48 %
Recolección de aguas servidas	21 %
Tratamiento de aguas servidas	8 %
Equipamiento y diversos	13 %
<b>TOTALES</b>	100 %

FUENTE: MEMORIA ANUAL - EPSAS. 2008.

## II) Calidad y condiciones del servicio

El acelerado crecimiento de la población en los centros urbanos, especialmente en las ciudades capitales, incrementa gradualmente la demanda de agua potable como en los casos de El Alto, Cochabamba y Santa Cruz. Este crecimiento en las ciudades incrementa también la demanda por alimentos que influye en la demanda de agua para riego, lo que finalmente se traduce en conflictos en los sectores involucrados.

Los sistemas de aducción de agua en las grandes ciudades han significado la reducción de agua para riego y en algunos casos el abandono de los sistemas. En las ciudades de La Paz y El Alto, ahora se utilizan las aguas que antes se empleaban para el riego.

Cochabamba es también un claro ejemplo de la competencia entre estos dos tipos de agua.

En la cuenca del Valle central de Cochabamba existen varios usuarios del agua, de los cuales los más importantes son el sector agrícola y el de agua potable. Con respecto a este último sector, la cobertura de los servicios de agua potable en la zona urbana del Valle Central fluctúa entre un 45% en ciudades como Quillacollo, en un 55% en la ciudad de Cochabamba y sus prolongaciones hacia Sacaba y Quillacollo y alcanzan hasta un 60% en Sacaba. En esta zona urbana del valle reside un 87% de la población total del valle, equivalente a 600,000 habitantes, de acuerdo al censo INE 1992.

A pesar de la significativa cantidad de personas que se benefician del agua potable en el valle central, el consumo de agua por parte de dicho sector fue, de acuerdo a una estimación del PRONAR, de 0.67 m<sup>3</sup>/seg en 1995, que representa apenas una cuarta parte de los 2.61 m<sup>3</sup>/seg que aparentemente consume el sector agrícola del valle bajo sistema de riego, o bien una quinta parte del consumo total utilizado por ambos sectores, el de agua potable y el agrícola bajo riego.

Los precios del agua a fines de 2005 eran de \$US 0.40/m<sup>3</sup> de agua para los usuarios conectados a la red de SEMAPA. Esta tarifa refleja el costo de provisión promedio de agua potable y no es en sí la disposición a pagar del consumidor. Esta puede estar mejor reflejada en los precios que se pagan en las áreas marginales donde el precio puede ser de 2,00 o 3.00 \$US por m<sup>3</sup> de agua vendido por cisternas. Por lo tanto las diferencias entre los sectores de agua potable y riego

parecen inclinarse a favor del sector de agua potable que valora más el recurso, especialmente los sectores más deprimidos.

La calidad del agua es fiscalizada por la AAPS. (En lo que se refiere a aspectos técnicos) y por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (en lo que refiere a la normatividad sobre la calidad mínima de agua para consumo humano). Este control público se traduce en regulaciones de la calidad del servicio, su extensión y cobertura, su frecuencia o constancia, su precio y en el caso de servicios de agua potable, su impacto sobre el medio ambiente.

Entre las obligaciones de la entidades prestadoras del servicio (EPSAS), se incluye la de proveer agua en cantidades suficientes y adecuadas, con continuidad y presión adecuada, cuidando que las conexiones a su cargo se mantengan operativas. Bajo ciertas condiciones, esta obligación se puede extender a usos que no sean domésticos.

El requerimiento de calidad es particularmente importante y los concesionarios están obligados a tomar en cuenta los parámetros que se dictan para determinar los propósitos para los que se pueda usar el agua, las sustancias que el agua pueda o no contener, las concentraciones de sustancias específicas, los sistemas de tomas de muestras, el monitoreo e información de calidad de las fuentes de agua que se usan a efectos de abastecimiento y otros.

Las obligaciones se pueden extender a aspectos técnicos; de la manera de proveer los servicios, construcción de infraestructura y diseño, calidad y características de equipos e instalaciones a utilizar. Las obligaciones se complementan con una serie de facultades, como las de requerir medidores en ciertos casos, controlar a los usuarios, prevenir actividades de contaminación, controlar contaminación en las redes de desagües que operan y otros.

En Tabla N° 18 indica la relación estimada del consumo anual de agua potable, la producción de aguas servidas y su tratamiento.

**Tabla N° 18**  
**Consumo de agua potable y agua servida**

Tipo de conexión	Lt/Hab/día	No. de viviendas	Agua potable Mm3/año	Agua servida Mm3/año
Agua con alcantarillado	130	298,301	61.69	55.52
Agua con cámara séptica	130	116,408	24.07	21.67
Conectadas solo a agua	87	298,453	41.31	37.18
<b>TOTAL</b>		<b>713,162</b>	<b>127.07</b>	<b>144.37</b>

FUENTE: MEMORIA ANUAL, EPSAS – GESTION - 2008.

El total de agua tratada por año alcanza a 144.37 millones de metros cúbicos por año. En la Tabla N° 19 se puede observar la relación de volúmenes de aguas tratadas por su origen.

**Tabla N° 19**  
**Tratamiento de aguas**

Volúmenes de Aguas tratadas por su origen	Mm3/año
Agua potable tratada	60.04
Agua subterránea que posiblemente no requiera tratamiento	34.13
Agua potable no tratada	32.90
Agua servida tratada con lagunas	33.31
Agua servida tratada con cámara séptica	16.00
Agua servida eliminada si sistema	68.06

FUENTE: MEMORIA ANUAL - EPSAS. 2008.

Los cálculos han sido realizados en base a poblaciones con más de 5,000 habitantes. Se puede establecer que el 47% del abastecimiento de agua en poblaciones con más de 5,000 habitantes, 60 millones de m<sup>3</sup> por año, ha sido tratada. Se acepta que por tener abastecimiento de aguas subterráneas de pozos profundos no necesite tratamiento el 27% del abastecimiento de agua, 34 millones de m<sup>3</sup> por año. El 26% del agua abastecida a poblaciones de más de 5,000 habitantes posiblemente requiriere tratamiento y no lo tiene.

Se puede asumir que el 90% del agua potable es el aporte a las aguas servidas en poblaciones de más de 5,000 habitantes, el 60% de ellas no tiene tratamiento alguno, el 11% es tratado en cámaras sépticas y el 29% es tratado en lagunas.

Solamente la EPSA (La Paz y El Alto), SEMAPA (Cochabamba), ELAPAS en Sucre, AAPOS en Potosí y COSAALT en Tarija tienen plantas de tratamiento y pocas poblaciones intermedias con aguas superficiales como Yacuiba, Camiri y Puerto Suárez.

Las ciudades que tienen abastecimiento por aguas subterráneas de pozos profundos son Santa Cruz de la Sierra, Oruro, parte de Cochabamba, parte de El Alto y muchas poblaciones menores del oriente boliviano, que posiblemente no requieren tratamiento.

Las empresas que disponen de plantas de tratamiento de aguas mediante lagunas son EPSAS (para las aguas de El Alto), SEMAPA en Cochabamba y COSAALT en Tarija y Santa Cruz, todas ellas congregan al 46% de las viviendas de las poblaciones con más de 5,000 habitantes y se estima que el 60% de sus aguas servidas son tratadas.

En todas las poblaciones, en mayor porcentaje en el oriente boliviano, existen cámaras sépticas para tratamiento de aguas servidas. En muchos casos se tratan solamente aguas negras, provenientes de los inodoros, dejando que las grises, provenientes de baños y cocinas fluyan directamente a las calles, con graves problemas de salud y contaminación ambiental. Se estima también que el 60% de las aguas servidas de las viviendas con cámara séptica son tratadas. La ausencia de tratamiento de aguas servidas que contaminan los ríos que cruzan incluso las grandes ciudades (es el caso de la ciudad de La Paz) hace de este uno de los programas críticos del Plan Nacional de Saneamiento básico 92 – 2000.

Los datos del censo 1992, en lo que se refieren a los servicios públicos, sobre cuya base se hicieron los cálculos de caudales de agua potable consumida y aguas servidas producidas en Bolivia, no consideran el caso de las aguas industriales. Si se asume que en los procesos industriales se generan aguas servidas por un volumen equivalente al 15% del caudal de aguas servidas domésticas, se producirían anualmente 17 millones de m<sup>3</sup> de aguas servidas industriales.

El impacto ambiental y su tratamiento son proporcionalmente más altos por su contenido de sustancias tóxicas, lo cual es muy preocupante para el caso de desagües mineros o de fundidoras de minerales por el alto grado de la demanda bioquímica de oxígeno que producen curtiembres, mataderos y otras. Esta agua por lo general aún no es tratada, en algunos casos por estas alejadas de las poblaciones o en otros casos por los fuertes perjuicios que producen a poblaciones cercanas a los ríos o el caso de los desagües de los ingenios azucareros en oriente.

En los centros urbanos, gran parte de los residuos de las actividades industriales, lo mismo que toda la carga biológica de la población urbana, es transportada vía alcantarillado, hasta los ríos que atraviesan las ciudades o que están en sus proximidades.

Respecto a las descargas de desechos industriales líquidos y parte de los sólidos, en particular la industria manufacturera, evacuan sus desechos directamente en los cursos de agua. Los niveles son alarmantes, principalmente en las ciudades de La Paz y Cochabamba. Las aguas de estos ríos se encuentran próximas al límite de conversión en aguas negras, es decir, que no se puede recuperar en el mediano plazo.

En la ciudad de La Paz, la carga de desechos industriales contribuye en aproximadamente un 56% a la contaminación del río Choqueyapu, que

la traviesa. Todos los establecimientos industriales de la ciudad descargan directamente o indirectamente sus aguas en dicho río o en ríos de la misma cuenca. De acuerdo a estimaciones de la GTZ, ya en 1978 la carga contaminante producida por la industria equivalía a aquella producida por la mitad de la población. Estudios posteriores muestran que cantidades del orden de 14,736 ton/año, equivalentes al 43% de los residuos sólidos, son eliminados por la industria en los cursos de agua.

### **III) Gestión comercial de las empresas operadoras**

Con la aprobación de la Ley de servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico AAPS, es la única institución que aprueba o rechaza el nivel tarifario de los prestadores del servicio. Esto significa que todas las empresas públicas o privadas deben someter su sistema tarifario al proceso de revisión y aprobación de la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua. Esto significa que la Ley permite a las empresas cobrar tarifas de acuerdo a los reglamentos de la misma, cobrar por servicios prestados a los usuarios, con aprobación de la Autoridad de Fiscalización y Control Social. AAPS, y cobrar multas a los usuarios por faltas al contrato privado.

Los criterios de funcionamiento de las EPSAS son los de rentabilidad, generando ingresos propios suficientes, cubriendo costos de administración, operación y mantenimiento además de cubrir el servicio de la deuda. Las metas de expansión de cobertura que se acuerda con la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable generan necesidades de financiamiento que generalmente provienen de la tarifa aplicada al agua.

En el área rural las instituciones a cargo de la prestación de servicios en el área rural, podrán estar compuestas por comités, Juntas administrativas, cooperativas de servicios, ONG's y proyectos en los

que se establecerán tarifas bajo criterios de semi – sostenibilidad, que permitan compensar los gastos de administración, operación y mantenimiento.

## **4.9 PLANIFICACIÓN DE LA AUDITORÍA**

### **4.9.1 Aspectos de la auditoría ambiental**

El proceso de desarrollo de una auditoría medio ambiental implica una serie de actividades comprendidas dentro de una metodología especial. Las actividades propias de la auditoría consisten en la búsqueda y recopilación de información, visitas, aplicación de cuestionarios, estudio de los documentos de la empresa, entrevistas con el personal de la empresa, observación por parte del auditor, toma de muestras y análisis de las mismas, etc. Procesada toda esta información, se procede a su análisis para conocer la situación medioambiental de la empresa, incluyendo aspectos jurídicos y económicos afectados; y finalmente, se formula y elabora el informe.

El proceso, en realidad se inicia con el establecimiento de un diagnóstico previo, con el cual se tiene una visión más o menos precisa del trabajo a realizar, pudiéndose concretar éste a través de un contrato. El paso siguiente consistirá en definir el contrato, firmarlo y ejecutar lo convenido. El contrato deberá contener la misión y objetivos de los auditores, los controles técnicos y científicos que se efectuarán, los documentos necesarios, la cronología de las intervenciones y el presupuesto.

En cuanto a los objetivos del examen lo que se persigue en primer lugar es la verificación de la situación técnica y medioambiental de la empresa en función de la información recopilada, documentos, entrevistas, cuestionarios, controles técnicos y de la normativa y reglamentación existente. En segundo lugar se contempla el análisis y

la discusión crítica de los resultados en función de los objetivos planteados en un principio.

#### **4.9.2 Planeación de la auditoría ambiental**

A continuación se presenta la planificación a utilizar, que es la base para efectuar la auditoría ambiental referida al desempeño de las empresas, y que consta de las cinco fases siguientes:

##### **A) Estudio de la información recopilada**

El análisis de toda la información obtenida a través de documentos, entrevistas y conversaciones, cuestionarios, normativas, controles técnicos, visitas e inspecciones, antiguos planes de gestión ambiental, etc., debe ser profundo y completo a fin de conocer el funcionamiento de la empresa y su control interno. Los resultados de los análisis se apoyaron en una sólida base constituida por pruebas irrefutables, tanto si se trata de aspectos positivos de la empresa como si son negativos, deficiencias, incumplimientos de la normativa, etc.

##### **B) Estudio de las áreas fuertes y débiles de la empresa.**

Se persigue en esta fase la verificación del cumplimiento por parte de la empresa de la normativa y reglamentación existentes, por lo que el auditor (vigilador) deberá ser riguroso, evaluando objetivamente, sector por sector, los riesgos, fallos y deficiencias detectadas. La Cámara Internacional del medio Ambiente aconseja los siguientes criterios de evaluación:

- Formación y experiencia del personal.
- Definición clara y precisa del reparto de tareas y responsabilidades.
- División de las funciones para minimizar los conflictos de poder.
- Sistema de autorización eficaz.

- Existencia de control interno.
- Existencia de medidas de seguridad.
- Existencia de documentos que determinen las gestiones a seguir.
- El trabajo del auditor deberá seguir dos criterios:
  - a. El riesgo que corre la empresa y
  - b. La eficiencia del control interno.

### **C) Recopilación de evidencias**

El resultado de la aplicación de las pruebas obtenidas constituye el material de evidencia de auditoría que determina la situación legal de la empresa y en las que se apoya el informe final de la auditoría.

Por lo tanto, las deficiencias e incumplimiento de la normativa detectados han de fundamentarse rigurosamente sobre estas pruebas.

Los métodos para la obtención de pruebas, en general, son: cuestionarios, test, entrevistas y reuniones, observaciones, visitas técnicas o inspecciones, análisis de datos disponibles, análisis de muestras, de emisiones, de residuos, etc.

### **D) Evaluación de las evidencias**

Las evidencias obtenidas se analizan cuidadosamente para detectar todas las fallas y deficiencias del funcionamiento de la empresa o entidad y los riesgos que supone el no solucionar dichos problemas.

### **E) Informe sobre los resultados de la auditoría (o informe previo)**

Una vez recopilada y analizada toda la información se estará en condiciones de redactar un informe dirigido en principio a los directivos

de la empresa, quienes decidirán si lo hacen extensivo a los técnicos y demás personal que crean oportuno.

En el informe se mostrarán todas las deficiencias encontradas en el funcionamiento interno, así como los riesgos medioambientales, jurídicos, económicos y financieros que amenazan a la empresa.

Normalmente se realiza una reunión entre el auditor y los directivos y técnicos con el objeto de discutirlos resultados, plantear y responder interrogantes, formular dudas o realizar críticas.

#### **4.9.3 Proceso de ejecución de la auditoría**

Con el fin de lograr mayor comprensión, el proceso de ejecución de la auditoría ambiental se ha concordado con las fases normales en el ejercicio de toda auditoría, estas son: de planeamiento, ejecución e informe; en las cuales se distinguen los siguientes elementos específicos enfocados y dirigidos al control del desempeño ambiental.

##### **I. Planeamiento**

Comprende las actividades siguientes:

- Conocimiento de la entidad auditada.
- Análisis general.
- Estudio preliminar.

##### **II. Ejecución**

Comprende las actividades siguientes:

- Elaboración detallada del plan de auditoría.
- Preparación del programa de auditoría.
- Aplicación de pruebas y obtención de evidencias y hallazgos.
- Desarrollo de observaciones y hallazgos de auditoría.
- Recomendaciones.
- Preparación del informe preliminar.

### **Personal que participa en la Auditoría**

El personal que interviene en la auditoría ambiental puede ser que trabaje en la empresa y bajo autorización de la autoridad correspondiente, solo la supervisión será independiente de la empresa para evitar con ello ser juez y parte en los trabajos a realizar; Este planteamiento lo determina de común acuerdo con la empresa la y los auditores que efectuaran el trabajo.

### **Desarrollo en campo de la Auditoría Ambiental**

Es la etapa de ejecución que se realiza conforme al plan de auditoría presentado, revisado y autorizado por el jefe encargado y por el supervisor que está designado por parte de la empresa.

El desarrollo en campo consiste tres etapas:

- Reunión inicial.-** Aquí se da a conocer el plan de auditoría.
  
- Conducción de la auditoría.-** Es la realización de las actividades, se basa en el plan de auditoría. Los requisitos del programa de desempeño ambiental se evalúan en base a evidencias objetivas, las desviaciones que se detecten son documentadas y toda la información se tiene que manejar por el coordinador de la auditoría.
  
- Reunión final.-** Es la reunión de cierre de auditoría antes de preparar el reporte, que tiene por objeto dar a conocer por parte del coordinador, los resultados, conclusión y a la vez para aclarar dudas que surgieran de la auditoría.

El reporte de auditoría se entrega al Comité / Dirección colegiada según normas y estructuras organizacionales.

### III. Informe

Comprende las actividades siguientes:

- Informe por proyecto y/o programa.
- Informe final.

### IV. Seguimiento

Comprende las actividades siguientes:

- Acciones de seguimiento.
- Verificación del cumplimiento de las recomendaciones.

Es importante aclarar que este procedimiento es aplicable en forma general y ofrece flexibilidad de acuerdo con la naturaleza de la empresa, entidad, actividad, proyecto, obra o problema ambiental.

La planeación tiene el propósito de identificar lo que se va a examinar, cómo, cuándo y con qué recursos, igualmente se determina el alcance, tiempo, objetivos, criterios, y enfoque requeridos para llevar a cabo una labor eficiente y efectiva.

La ejecución consiste en la recopilación de pruebas y análisis de evidencias adecuadas en cuanto a calidad y cantidad, basándose en los objetivos de la auditoría, los criterios y la metodología desarrollados en la fase de planeación.

La elaboración del informe incluye la comunicación de los resultados de la auditoría a las diferentes instancias. El seguimiento es la actividad de retomar los resultados de auditorías anteriores para tenerlos en cuenta en la planeación de la siguiente y darle continuidad a la labor realizada.

#### 4.9.4 Estructura del informe

El contenido y estructura mínima del informe final debe ser el siguiente:

- Antecedentes
- Términos de la Auditoría
- Resultados
- Conclusiones
- Recomendaciones
- Seguimientos
- Anexos.

El informe final será entregado al Comité Técnico quien dará su visto bueno dentro del marco de las funciones que le compete y la dirección respectiva dará aprobación al informe final, para su envío, entrega y presentación a la Administración.

#### **4.10 EJECUCIÓN DE LA AUDITORÍA SOBRE EL DESEMPEÑO AMBIENTAL**

##### **4.10.1 Auditoría ambiental**

Se han establecido como puntos fundamentales, para la ejecución de la auditoría que se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos técnicos, que están emitidas en el informe ISSN: 1018-5119 DHT – N° 99 de diciembre del 2005, y que emana de la Oficina Regional de OMS.

Ahora analizaremos cada una de estas referencias planteadas para su implementaron y aplicación:

-  **Establecimiento de prioridades nacionales.-** A partir de los problemas y defectos más comunes identificados deben formularse estrategias de mejoramiento.
-  **Establecimiento de prioridades regionales.-** Al igual que el caso anterior, deben priorizarse a nivel regional.

- ☞ **Establecimiento de programas de educación en higiene.-** Considerar que es necesario programas educativos y promocionales.
- ☞ **Revisión del PSA y actualización.-** La información de las actividades debe ser utilizada para auditar y evaluar el grado de cumplimiento.
- ☞ **Aseguramiento de la operación y el mantenimiento comunitario.-** Los resultados de la vigilancia debe servir para identificar las necesidades de capacitación de los responsables de la gestión de los sistemas de agua.
- ☞ **Establecimiento de conciencia pública e información.-** La publicación periódica de información sobre aspectos de salud, obligar a las EPSA a mejorar sus prácticas de trabajo.

#### 4.10.2 Niveles de vigilancia

El establecimiento de la vigilancia, demanda tener en cuenta la disponibilidad de recursos económicos, materiales y humanos. Las actividades emprendidas en las diferentes etapas de desarrollo de la vigilancia son:

##### ‡ **Fase inicial;**

- ◆ Requisitos para el desarrollo institucional.
- ◆ Capacitación del personal de vigilancia.
- ◆ Definición de roles de los participantes.
- ◆ Desarrollo de metodologías apropiadas al área de trabajo.
- ◆ Inicio de la vigilancia rutinaria en áreas prioritarias.
- ◆ Establecimiento de sistemas de reporte de resultados, archivos y comunicación.
- ◆ Promoción de mejoras de acuerdo a prioridades.
- ◆ Divulgación de resultados.

† **Fase intermedia;**

- ◆ Capacitación del personal implicado en el programa.
- ◆ Ampliar la capacidad analítica a nivel regional y local.
- ◆ Fortalecimiento de laboratorios nacionales.
- ◆ Inicio de análisis de contaminantes químicos.
- ◆ Evaluación de metodologías de muestreo y análisis,
- ◆ Aplicación de métodos estándar apropiados.
- ◆ Capacidad de análisis estadístico de datos.
- ◆ Establecimiento de base nacional de datos.
- ◆ Identificación de problemas comunes.
- ◆ Ampliación de reportes para incluir la interpretación a nivel nacional.

† **Fase avanzada;**

- ◆ Capacitación del personal implicado en el programa.
- ◆ Aumento de análisis rutinarios y definición de frecuencias. para los parámetros que afectan la salud y aceptabilidad.
- ◆ Empleo de la red de laboratorios nacionales, regionales y locales, incluyendo el control de la calidad analítica.
- ◆ Aplicación del marco nacional para la seguridad del agua.
- ◆ Mejoramiento de los servicios del agua en base a las prioridades nacionales y locales.
- ◆ Ejecución de programas de educación en higiene.
- ◆ Establecimiento de archivos regionales de base de datos compatibles con la base de datos nacional.
- ◆ Disseminación de datos a nivel local, regional y nacional.

**I. Ejecución**

Comprende las actividades realizadas las siguientes:

 **Elaboración detallada del plan de auditoría**

Se ha diseñado un Memorandum de Planificación que incorpora aspectos relativos de cómo se efectuara la auditoria tomando en cuenta como prioridad: naturaleza y objetivos del examen, alcance, antecedentes, enfoque de auditoria esperado, relación con los procedimientos. La revisión del PSA, (planes de seguridad del agua) y actualización, aseguramiento de la operación y el mantenimiento comunitario, establecimiento de conciencia pública e información.

 **Preparación del programa de auditoría**

Se ha diseñado los pasos que se efectuaran en el proceso del examen; este programa nos permite establecer cuales serán los procedimientos elementales de aplicación inmediata, determinara los métodos de obtención del informe preliminar

 **Aplicación de pruebas y obtención de evidencias y hallazgos**

Es evidente que existe información documentada, de las EPSA, como también; información de la entidad fiscalizadora (SISAB) denominada; AAPS actualmente sobre el proceso de su tratamiento de la calidad del agua en la gestión, que respaldan las actividades de las entidades en examen; estos registros y datos son evidencias que afirman ciertas actividades desarrolladas.

Se ha recolectado una compilación de datos referente a los hallazgos encontrados, para luego hacer un relevamiento de control interno mediante la técnica del cuestionario, que posteriormente es respondida, luego llevada a una hoja de trabajo describiendo en forma clara lo encontrado sobre la deficiencias del tratamiento del agua y su incumpliendo de las normas relativas a los requisitos elementales de su pureza.

 **Desarrollo de observaciones y hallazgos de auditoría**

Efectuar la redacción de la planilla de deficiencia sobre los hechos hallados aplicando los atributos del hallazgo, estableciendo hechos, situaciones, datos y aspectos señalados mediante evidencias físicas de información y muestras físicas tomadas en los puntos de la red de suministro de agua.



### **Recomendaciones**

Al culminar el examen se efectúa la redacción del informe con los respectivos detalles y anexos demostrativos de la situación encontrada, por el periodo así determinado, y en proceso de validación ante la gerencia o consejo.



### **Preparación del informe preliminar**

Se realiza la transcripción del informe preliminar y en limpio sobre la auditoría práctica al periodo solicitado, además este informe preliminar en muchas ocasiones, tiene agregado un informe complementario que respalda situaciones que hubiesen escapado en el examen realizado y por supuesto este informe complementario determina; con más claridad la condición hallada.

Evidentemente este informe pasa a la gerencia para su aprobación o su rechazo, o en su caso mejorar las deficiencias halladas mediante el responsable de la dirección o unidad respectiva. Para luego ser enviada a la Contraloría General del Estado. Para su revisión ulterior con la anuencia del Consejo y todos quienes participan en la directiva.

### **Desarrollo en campo de la auditoría ambiental**

Es la etapa de ejecución que se realiza conforme al plan de auditoría presentado, revisado y autorizado por el jefe encargado y por el supervisor que está designado por parte de la empresa.

A continuación se presenta la fase de ejecución del trabajo: en el siguiente diagrama de flujo. (Ver figura N° 3)

## **II. Informe**

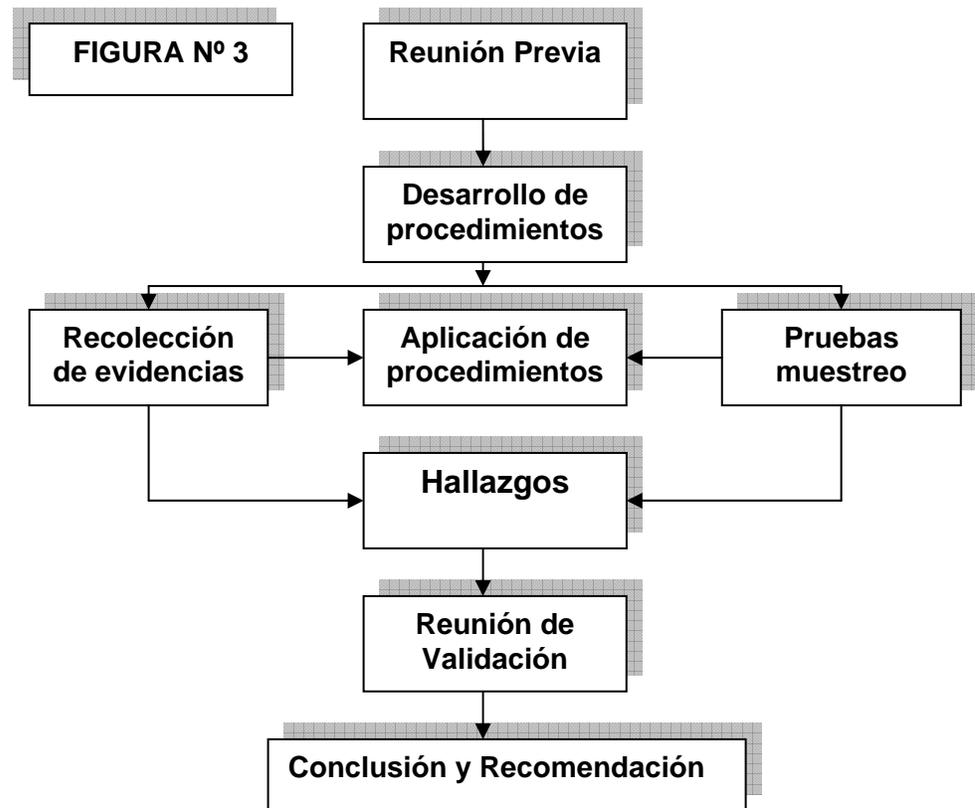
El informe es el resultado del proceso de auditoría, en la cual se van a comunicar a la entidad todos aquellos hallazgos de importancia, así como las conclusiones y recomendaciones que el auditor considere necesarias

El informe de auditoría se prepara bajo la dirección del auditor líder, que es responsable de que sea preciso y completo. Los temas a incluir en el informe de auditoría deben ser aquellos establecidos en el Plan de Auditoría. Cualquier cambio deseado en el momento de la preparación del informe debe ser acordado entre las parte a las que concierne.

## **III. Seguimiento**

Comprende las actividades siguientes:

-  Acciones de seguimiento.
-  Comprobación del cumplimiento de las recomendaciones.



FUENTE: ELABORACION PROPIA

## CAPITULO V

### 5. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA

Realizada la auditoria de desempeño ambiental de la gestión 2008, se ha establecido los resultados del examen que a continuación se presenta en forma didáctica su resultado.

#### 5.1 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

##### 5.1.1 ¿Qué disposiciones legales o regulatorios relativos al medio ambiente acata la empresa y/o cooperativa que dirige y/o supervisa?

**CUADRO Nº 5.1.1.1  
NORMATIVAS REGULATORIAS QUE SE CUMPLE POR LAS EPSA**

Nº	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA
1	Ley del Medio Ambiente.	3
2	Reglamentos específicos de la Ley Nº 1333.	3
3	Convenios Internacionales sobre protección del medio ambiente OPS/OMS.	1
4	Regulaciones por medio de Resoluciones.	1
5	Ministeriales emitidas por el Ministerio del área.	2
6	Otras emitidas por la empresa y/o cooperativa.	0
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>

\* **FUENTE:** Elaboración propia en base a las investigaciones y documentación obtenida en las instituciones como: EPSA regional del Alto de la Paz, EPSA central de ciudad de La Paz, Empresas Municipales de Aguas en las provincias denominado "EMAPA" y las Cooperativas de Agua, en la ciudad de Cochabamba la central de SEMAPA y Cooperativas en las provincias, además de empresas privadas como Aguas del Tunari.

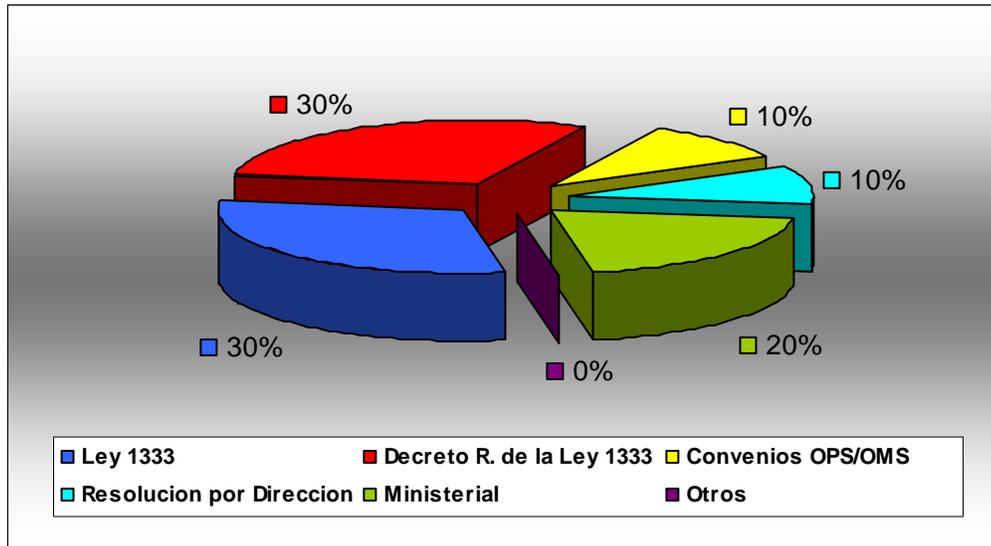
\*\* En la preparación de los cuadro enumerados que parten del Nº 5.1.1.1. Al grafico Nº 5.1.21.2. Estas han sido objeto de análisis y estudio para ser enfocados de esta manera; el objetivo es demostrar en forma general e integral en todos los aspectos que conciernen en una auditoria de este tipo.

\*\*\* El proceso de la determinación de los porcentajes fue realizado en base a datos verídicos y otros en base a información obtenida de la entidad reguladora de aguas, como el Ministerio de Medio Ambiente y Aguas.

\*\*\*\* Los gráficos son referencias de cómo se presentan la situación actual hasta la gestión 2008.

#### GRÁFICO Nº 5.1.1.1

## NORMATIVAS REGULATORIAS QUE SE CUMPLE POR LAS EPSA



FUENTE: ELABORACION PROPIA

Como se puede apreciar, se ha tomado una muestra de 10 EPSAS que trabajan en el suministro de agua en sus regiones, en donde podemos apreciar; que la Ley N° 1333 esta con un 30% de aplicación seguido de su Reglamentación el Decreto Supremo N° 24176, asimismo seguido de un 20% de aplicación de las Resoluciones Ministeriales que derivan del Ministerio de Medio Ambiente y Aguas, el resto es objeto de estudio.

**5.1.2** ¿Cuáles son los objetivos principales y los principios básicos de la empresa y/o cooperativa sobre la protección del medio ambiente?

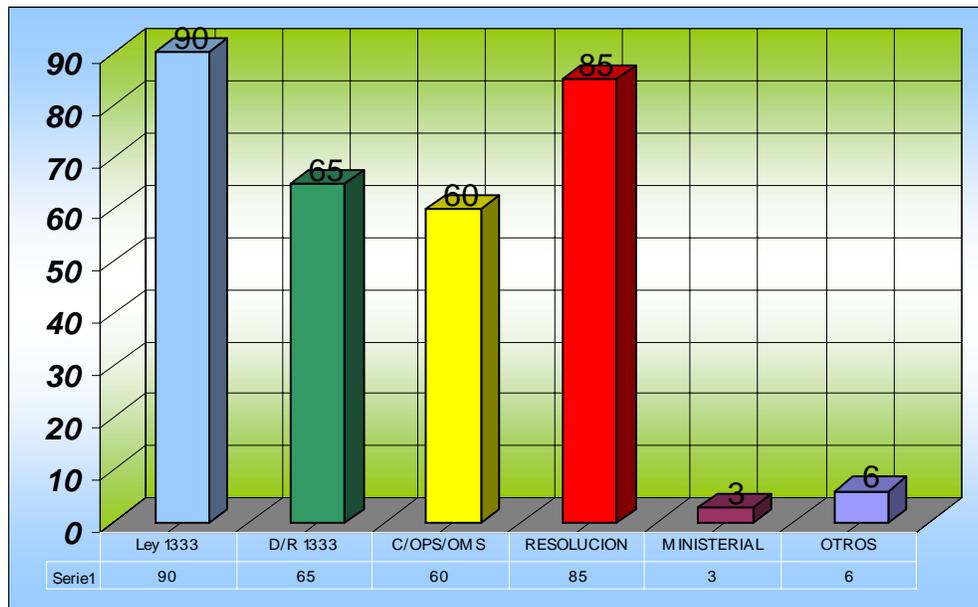
### CUADRO N° 5.1.2.1 OBJETIVOS PRINCIPALES Y BÁSICOS QUE CUMPLEN LAS EPSA SOBRE LA PROTECCIÓN

Nº	DESCRIPCIÓN	Porcentaje de Avance
1	Calidad (Inocuidad del agua).	90 %
2	Cantidad (población que consume agua de acuerdo a los diferentes niveles de servicio).	65 %
3	Accesibilidad (Población que tiene acceso a los diferentes niveles de servicios de agua; Conexión domiciliaria, Pileta pública, Pozo perforado protegido, Pozo excavado protegido, Manantial protegido, y Recolección del agua de lluvia).	60 %
4	Asequibilidad (Tarifa justa pagada por los consumidores)	85 %

	domésticos).	
5	Continuidad (Porcentaje del tiempo durante el cual el agua de bebida está disponible).	90 %
6	Otros aspectos tecnológicos.	10 %
<b>TOTAL</b>		<b>400 %</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**GRÁFICO Nº 5.1.2.1**  
**OBJETIVOS PRINCIPALES Y BASICOS QUE CUMPLEN LAS EPSAS EN LA PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

La calidad del agua es una prioridad medular en el proceso de su tratamiento, se advierte que un 90% de importancia esta en la calidad y la continuidad es decir; esta disponible para su consumo, seguido con un 85% de la asequibilidad, vale decir; una tarifa de consumo muy baja para la sociedad, determinado su accesibilidad de este vital elemento, que tienen un 60%, asimismo la cantidad de provisión en las áreas urbanas y peri urbanas esta con un 65% esto equivale, que las EPSA, no están cumpliendo al 100% existe un brecha de 35% de incumplimiento en sus políticas de conexiones de piletas y otros adyacentes en la ejecución.

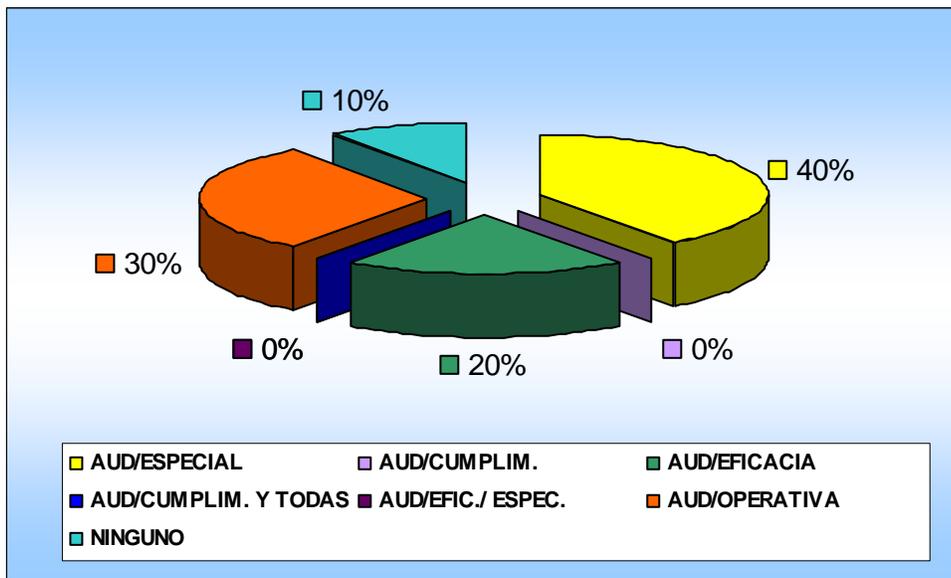
**5.1.3 ¿Qué tipo de auditorías se efectúan en la Planta de Tratamiento?**

**CUADRO Nº 5.1.3.1  
 AUDITORÍAS QUE SE EFECTUAN EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO**

Nº	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA
1	Auditorías especiales.	4
2	Auditoria de cumplimiento.	0
3	Auditoría de eficacia.	2
4	Auditoría de cumplimiento y todas.	0
5	Auditoría de eficacia y especial.	0
6	Auditoría operativa.	3
7	Ninguno.	1
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**GRÁFICO Nº 5.1.3.1.  
 AUDITORÍAS QUE SE EFECTÚAN EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

Se observa que los responsables de las Plantas de Tratamiento anticipan en una auditoria especial en razón a que ellos establecen; por ser un examen cuidadoso sobre la calidad del agua, asimismo también menciona que debería ser una auditoria operativa, en razón a que se

aplican insumos en el tratamiento, eso implica muchos gastos en la evaluación del agua en especial en las provincias y áreas peri urbanas. Posteriormente esta la auditoria de eficacia con una frecuencia de 2 EPSAS que la efectúan en departamento de la Paz.

**5.1.4** ¿En su empresa y/o cooperativa se efectúan auditorías ambientales con objetivos dirigidos al cumplimiento de convenios internacionales y disposiciones nacionales relativas al agua?

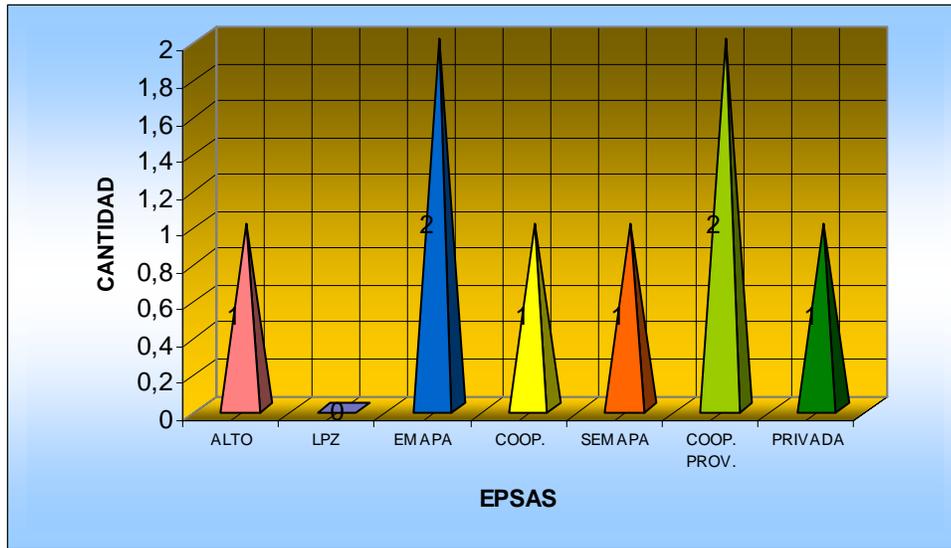
**CUADRO Nº 5.1.4.1**  
**AUDITORÍAS DIRIGIDAS AL CUMPLIMIENTO DE CONVENIOS INTERNACIONALES Y DISPOSICIONES LEGALES RELATIVA AL AGUA**

Nº	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Auditoria SI NB-512-97	Auditoria NO CONVEN. OPS/OMS	Auditoria SI CONVEN. OPS/OMS
1	EPSA – La ciudad del Alto de la Paz.	2	2 - Si	1 - No	1 - Si
2	EPSA – La Ciudad de La Paz.	1	1 - Si		1 - Si
3	EMAPA – Provincias.	2	2 - Si	2 - No	
4	COOPERATIVAS – Zonas ciudad de la Paz.	1	1 - Si	1 - Si	
5	SEMAPA – La ciudad de Cochabamba.	1	1 - Si	1 - No	
6	SEMAPA – Regional en las provincias.	2	2 - SI	2 - No	
7	EPSA – empresa privada.	1	1 - Si	1 - No	
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>2</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

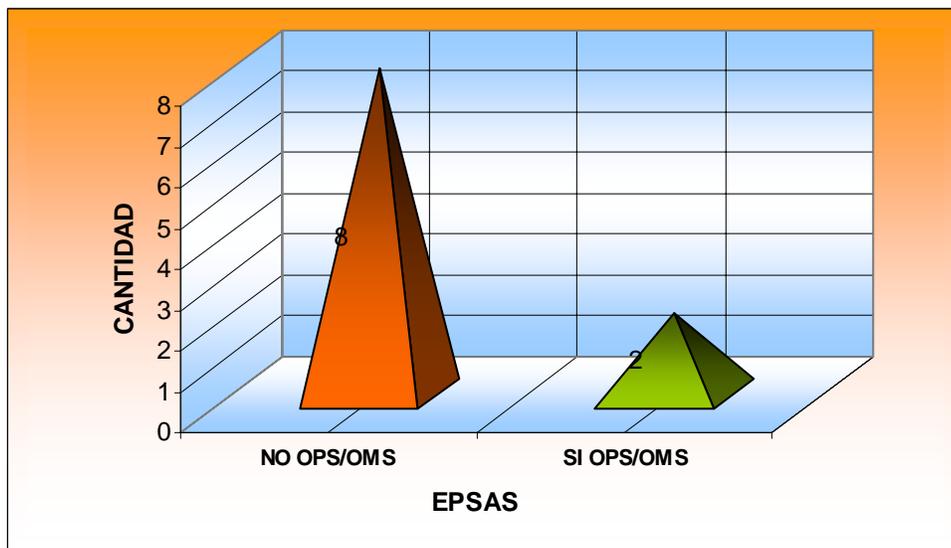
Existe un cumplimiento absoluto de 10 EPSAS en la normativa Boliviana 512-97 pero en las auditorias al cumplimiento de los convenios internacionales de la OPS/OMS existe solo 2 que en realidad una es la central y la otra una regional en el Alto con autonomía administrativa y operativa, actualmente el resto de las EPSAS, solo efectúan revisión del control periódico bajo la NB-512-97 que no es muy optimo en materia de agua.

**GRÁFICO Nº 5.1.4.1**  
**EPSAS QUE NO REALIZARON AUDITORÍAS DE LOS CONVENIOS INTERNACIONALES Y DISPOSICIONES LEGALES RELATIVA AL AGUA EN EL DEPARTAMENTO DE LA PAZ Y COCHABAMBA**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

**GRÁFICO Nº 5.1.4.2**  
**EPSAS QUE SI Y NO REALIZARON AUDITORÍAS DE LOS CONVENIOS INTERNACIONALES Y DISPOSICIONES LEGALES RELATIVA AL AGUA EN EL DEPARTAMENTO DE LA PAZ Y COCHABAMBA**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

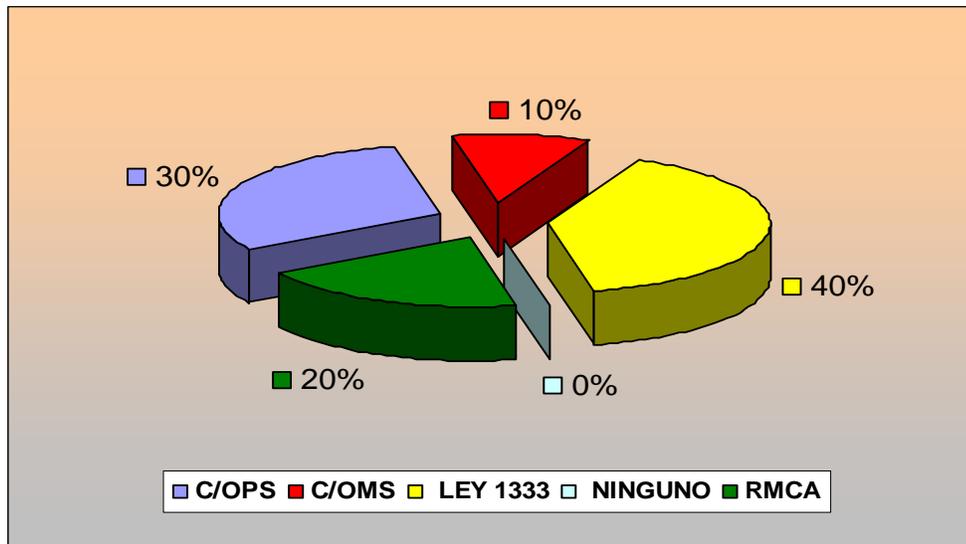
5.1.5 Si su respuesta anterior es afirmativa, ¿Qué disposiciones legales y/o convenios internacionales se aplicaron en las auditorías ambientales efectuadas?

**CUADRO Nº 5.1.5.1**  
**QUÉ DISPOSICIONES LEGALES O CONVENIOS INTERNACIONALES SE APLICARON EN LAS AUDITORÍAS AMBIENTALES EFECTUADAS**

Nº	DESCRIPCION	Frecuencia	Si	No
1	"Convenio sobre Derechos humanos", OEA.	0		
2	"Convenio sobre Derechos Labores", OIT.	0		
3	"Convenio sobre Protección al Medio Ambiente", OPS.	3	1	
4	"Convenio recomendación de aguas y tierra", OMS.	1	1	
5	Ley de Medio Ambiente Nº 1333.	4		
6	Decreto Supremo Nº 24176, "RMCH".	0		
7	Decreto Supremo Nº 24176, "RMCA".	2		
8	Ninguna de las anteriores mencionadas.	0		8
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>	<b>2</b>	<b>8</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**GRÁFICO Nº 5.1.5.1**  
**QUÉ DISPOSICIONES LEGALES O CONVENIOS INTERNACIONALES SE APLICARÓN EN LAS AUDITORÍAS AMBIENTALES EFECTUADAS**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

Evaluada la información se obtienen de las 10 EPSA, solo dos empresas han efectuado una auditoría referida al cumplimiento de convenios internacionales una específicamente relativa al agua y tierra y la otra al medio ambiente enfocado a la calidad del agua, es evidente que el resto no ha cumplido ningún examen. Pero si han realizado el examen bajo la norma boliviana que por cierto muy deficiente e incompleto.

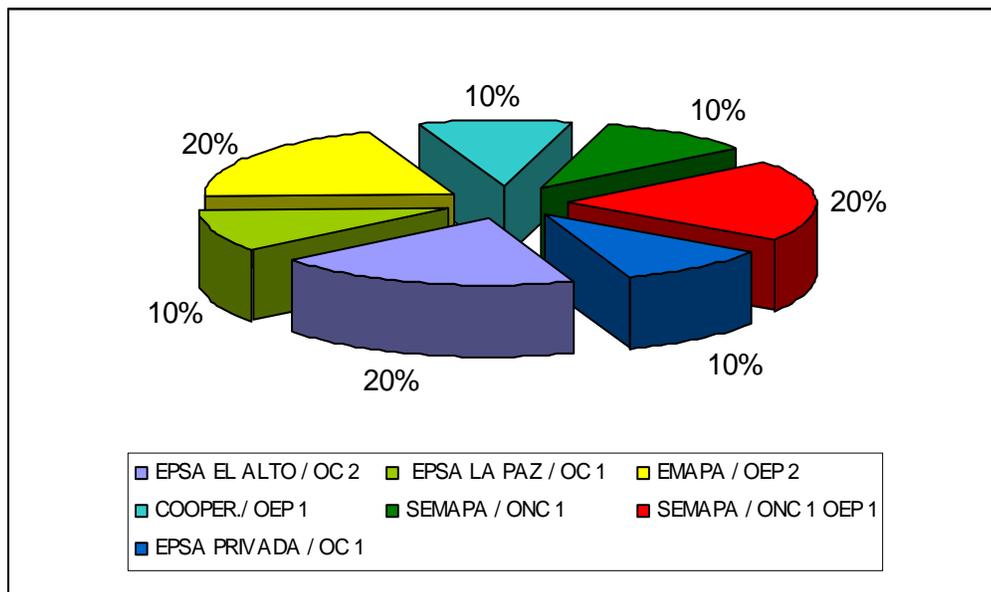
**5.1.6** ¿Cuáles fueron los resultados hallados en el control de la calidad del agua para consumo humano en las EPSA, las cooperativas, empresas municipales y las empresas privadas según documentación y muestras cumplidas?

**CUADRO Nº 5.1.6.1  
 RESULTADOS HALLADOS EN EL CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA EN  
 LAS EPSA, COOPERATIVAS, MUNICIPALES Y EMPRESAS PRIVADAS**

Nº	DESCRIPCIÓN DE LAS ENTIDADES	cantidad	CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA			TOTAL
			Obligación cumplida	Obligación No cumplida	Obligación en proceso	
1	EPSA – La ciudad del Alto de La Paz.	2	O/C			2
2	EPSA – La Ciudad de La Paz.	1	O/C			1
3	EMAPA – Provincias.	2			OEP	2
4	COOPERATIVAS – Zonas de la ciudad de La Paz.	1			OEP	1
5	SEMAPA – La ciudad de Cochabamba.	1		ONC		1
6	SEMAPA – Regional en las provincias.	2		ONC	OEP	2
7	EPSA – Empresa Privada	1	O/C			1
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>10</b>

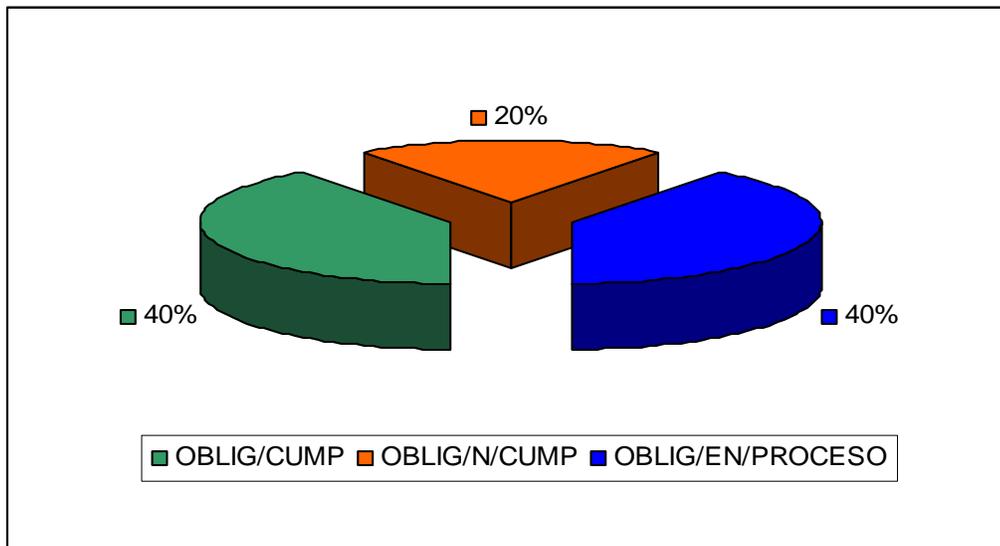
FUENTE: ELABORACION PROPIA

**GRÁFICO Nº 5.1.6.1**  
**RESULTADOS HALLADOS EN EL CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA EN**  
**LAS EPSA, COOPERATIVAS, MUNICIPALES Y EMPRESAS PRIVADAS**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

**GRÁFICO Nº 5.1.6.2**  
**RESULTADOS HALLADOS EN EL CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA EN**  
**LAS EPSA, COOPERATIVAS, MUNICIPALES Y EMPRESAS PRIVADAS**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

Según datos e información; se evidencia que existen 4; una central y la regional del Alto (EPSA), 1 cooperativa y 1 EPSA Privada de CBBA, que han cumplido con la obligación según muestra efectuada, la calidad del agua es muy optima, por tanto; según la norma boliviana 512-97; Obligación Cumplida, existe dos empresas municipal de CBBA, que no han cumplido, y además existe 4 que están en proceso de cumplimiento debido a factores de personal y ejecución presupuesto, no cumplida.

**5.1.7 ¿La calidad del agua potable que se consume en las ciudades cumplen los parámetros de control mínimo establecidos por la OPS/OMS/NB-512-97?**

**CUADRO Nº 5.1.7.1  
 LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE QUE SE CONSUME EN LA CIUDAD  
 DE LA PAZ CUMPLE LOS PARAMETROS DE CONTROL MÍNIMO  
 ESTABLECIDOS POR LA OPS / OMS / NB – 512 – 97**

Parámetros	Resultados	Recomendable	Limite Máximo Aceptable	Valor Guía OPS / OMS
Dureza Total (1)	100 mg/l	100 mg/l	500 mg/l	500 mg/l
pH	5,5 – 7,0	7,0 – 8,5	6,5 – 9,2	6,5 – 8,5
Plomo	0,1 mg/l	0,00 mg/l	0,1 mg/l	0,05 mg/l
Manganeso	0,05 mg/l	0,05 mg/l	0,5 mg/l	0,1 mg/l
Hierro	0,40 mg/l	0,30 mg/l	1,0 mg/l	0,30 mg/l
Sulfato	250 mg/l	200 mg/l	400 mg/l	400 mg/l
Coliformes Totales	0,10 * UFC/100 ml	0 * UFC/100 ml	10 * UFC/100 ml	0 * UFC/100 ml (2)
Coliformes fecales	0 UFC/100 ml	0 UFC/100 ml	0 UFC/100 ml	0 UFC/100 ml
Cloro libre residual	0,2 mg/l	0,2 mg/l (3)	1,0 mg/l	0,2 – 0,5 mg/l

FUENTE: ELABORACION PROPIA

En el presente trabajo se han considerado los siguientes **valores recomendables** y **límites máximos aceptables** según la Norma Boliviana NB-512-97 y de las **recomendaciones de la Guía de la OPS/OMS**, sobre requisitos de calidad para agua potable (ver Cuadro Nº 5.1.7.1):

**Notas:**

- \* Unidades Formadoras de Colonias
- (1) Expresada como CaCO<sub>3</sub>.
- (2) Ocasionalmente en alguna muestra, pero no en muestras consecutivas, se admite hasta 3 bacterias coliformes totales por 100 ml de muestra.
- (3) El valor recomendable en la NB-512-97 dice 1,2 mg/l, que es mayor que el límite máximo aceptable (1,0 mg/l), indicando que existe un error. Se consultó el

borrador original de la norma, en la cual se recomienda un valor de 0,2 mg/l, que es consistente con el rango de valores guía recomendado por la OPS/OMS.

En la red de distribución abastecida por la planta de Achachicala, los parámetros físico-químicos y bacteriológicos examinados se encuentran dentro de los **límites máximos aceptables** establecidos en la Norma Boliviana NB-512-97, con excepción del pH que, en un 60% de las muestras analizadas, se encuentra fuera del **rango máximo aceptable** según esa norma (ver Anexo 4.1). Asimismo, en un 90% de las muestras analizadas, el pH está fuera tanto del **rango recomendable** de la misma norma (pH 7-8,5) como del **rango guía** recomendado por la OPS/OMS (pH 6,5-8,5).

Las diferencias observadas entre los dos muestreos se debe a que el agua de Milluni es mezclada con cantidades variables de agua del embalse de Tuni, a fin de cubrir las necesidades tanto de COBEE como de EPSAS.

Los parámetros analizados en las muestras de agua del Sistema de Pampahasi cumplen con la Norma Boliviana NB-512-97, excepto por el pH que, en la mayoría de las muestras, no se encuentra dentro del **rango recomendable** de la misma norma ni están dentro del **rango guía** recomendado por la OPS/OMS (Ver cuadro 5.1.7.1)

La red de distribución de agua potable que es alimentada por el Sistema Achachicala, presentó en todos los puntos controlados durante el primer muestreo (Ver cuadro 5.1.7.1) un contenido de cloro libre de por lo menos 0,2 mg/litro, que es el **valor recomendable** según la Norma Boliviana NB-512-97 para evitar una reinfección bacteriológica.

**CUADRO Nº 5.1.7.2**  
**LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE QUE SE CONSUME EN LA CIUDAD**  
**DEL ALTO DE LA PAZ CUMPLE LOS PARAMETROS DE**  
**CONTROL MÍNIMO ESTABLECIDOS**  
**POR LA OPS / OMS / NB – 512 – 97**

Parámetros	Resultados	Recomendable	Limite Máximo Aceptable	Valor Guía OPS / OMS
Dureza Total (1)	100 mg/l	100 mg/l	500 mg/l	500 mg/l
pH	7,5 – 8,5	7,0 – 8,5	6,5 – 9,2	6,5 – 8,5
Plomo	0,1 mg/l	0,00 mg/l	0,1 mg/l	0,05 mg/l
Manganeso	0,05 mg/l	0,05 mg/l	0,5 mg/l	0,1 mg/l
Hierro	0,30 mg/l	0,30 mg/l	1,0 mg/l	0,30 mg/l
Sulfato	200 mg/l	200 mg/l	400 mg/l	400 mg/l
Coliformes Totales	3 * UFC/100 ml	0 * UFC/100 ml	10 * UFC/100 ml	0 * UFC/100 ml (2)
Coliformes fecales	0 UFC/100 ml	0 UFC/100 ml	0 UFC/100 ml	0 UFC/100 ml
Cloro libre residual	0,15 mg/l – 0,3 mg/l	0,2 mg/l (3)	1,0 mg/l	0,2 – 0,5 mg/l

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**Notas:**

- \* Unidades Formadoras de Colonias
- (1) Expresada como CaCO<sub>3</sub>.

- (2) Ocasionalmente en alguna muestra, pero no en muestras consecutivas, se admite hasta 3 bacterias coliformes totales por 100 ml de muestra.
- (3) Todos los parámetros físicoquímicos determinados en muestras tomadas de la red de distribución alimentada por la planta de Alto Lima, están dentro de los **valores recomendables** establecidos en la Norma Boliviana NB-512-97 (Ver cuadro 5.1.7.2)

Sin embargo, sólo durante el primer muestreo se han detectado bacterias coliformes en una muestra obtenida en el Colegio Rafael Mendoza, en Villa Esperanza (2 UFC/100 ml) y en la Clínica Virgen de Candelaria en la Avenida 16 de Julio (10 UFC/100 ml). Si bien estos valores están dentro de los **límites máximos aceptables** por la Norma Boliviana NB-512-97 (10 UFC/100 ml), no satisfacen los **valores guía** de la OPS/OMS, que establece un valor de 0 UFC/100 ml y, ocasionalmente, en alguna muestra no consecutiva, hasta 3 UFC/100 ml de bacterias coliformes totales.

Por otra parte, y a diferencia de lo que ocurre en la red de distribución abastecida por el sistema Achachicala, se observa que la calidad del agua que ingresa a la red de distribución abastecida por la planta de Alto Lima es sumamente constante a lo largo de dicha red, sobre todo en relación a los valores observados para la conductividad eléctrica, pH, dureza total, plomo, cloro libre residual y coliformes fecales.

El agua tratada que sale de la planta de Alto Lima tenía una concentración de 0,3 mg/l de cloro libre en ambos muestreos, manteniéndose valores entre 0,15 y 0,3 mg/l de cloro libre en la red de distribución.

**CUADRO Nº 5.1.7.3**  
**LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE QUE SE CONSUME EN LA CIUDAD**  
**DE COCHABAMBA CUMPLE LOS PARAMETROS DE**  
**CONTROL MÍNIMO ESTABLECIDOS**  
**POR LA OPS / OMS / NB – 512 – 97**

Parámetros	Resultados	Recomendable	Limite Máximo Aceptable	Valor Guía OPS / OMS
Dureza Total (1)	49 - 91 mg/l	100 mg/l	500 mg/l	500 mg/l
pH	7,4 – 8,0	7,0 – 8,5	6,5 – 9,2	6,5 – 8,5
Plomo	0,00 mg/l	0,00 mg/l	0,1 mg/l	0,05 mg/l
Manganeso	0,03 mg/l	0,05 mg/l	0,5 mg/l	0,1 mg/l
Hierro	0,40 mg/l	0,30 mg/l	1,0 mg/l	0,30 mg/l
Sulfato	250 mg/l	200 mg/l	400 mg/l	400 mg/l
Coliformes Totales	0,10 * UFC/100 ml	0 * UFC/100 ml	10 * UFC/100 ml	0 * UFC/100 ml (2)
Coliformes fecales	300 * UFC/100 ml	0 * UFC/100 ml	0 * UFC/100 ml	0 * UFC/100 ml
Cloro libre residual	0,15 mg/l	0,2 mg/l (3)	1,0 mg/l	0,2 – 0,5 mg/l

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**Notas:**

\* Unidades Formadoras de Colonias

(1) Expresada como CaCO<sub>3</sub>.

(2) Ocasionalmente en alguna muestra, pero no en muestras consecutivas, se admite hasta 3 bacterias coliformes totales por 100 ml de muestra.

- (3) La calidad del agua de todas las muestras en ambos muestreos, medida en términos de su pH (7,4 - 8,0) y dureza total (49 - 91 mg/l), están dentro de los **valores recomendables** de la Norma Boliviana NB-512-97 y de los **valores guía** de la OPS/OMS (Ver cuadro 5.1.7.3).

Sin embargo, tres muestras (una en el primer muestreo y dos en ambos muestreos) contenían bacterias coliformes, dos de ellas por encima del **límite máximo aceptable** según la Norma Boliviana NB-512-97 (Ver cuadro 5.1.7.3). En particular, el agua de un domicilio ubicado en el centro de la ciudad (Calle: Lanza esq. Jordán) mostraba un elevado contenido de coliformes totales (2.300 UFC/100 ml) y coliformes fecales (300 UFC/100 ml).

Por otra parte, y de manera similar a lo que ocurre en la red de distribución abastecida por el sistema Achachicala, se observa que la calidad del agua que ingresa a la red de distribución abastecida por la planta de Cala Cala se modifica a la salida de la red en los puntos muestreados correspondientes al casco viejo de la ciudad, sobre todo en relación a los valores observados para la conductividad eléctrica, dureza total, cloro libre residual y coliformes.

En el primer muestreo, se detectaron problemas de cloración en los lugares examinados de las redes de distribución. Cuatro muestras de agua potable tomadas en la zona central, La Chimba y Pacata Alta, así como la muestra de la estación de bombeo de Coña Coña, contenían valores iguales o menores a 0,1 mg/l de cloro libre, por debajo del **valor recomendable** establecido en la Norma Boliviana NB-512-97.

En el segundo muestreo, las muestras provenientes de la Chimba y de Alto Pacata mantuvieron un contenido inferior a 0,1 mg/l de cloro libre; y la muestra de la estación de bombeo de Coña Coña mostró un valor de 0.15 mg/l, que sigue siendo inferior al **valor recomendable** de la Norma Boliviana (Ver cuadro 5.1.7.3).

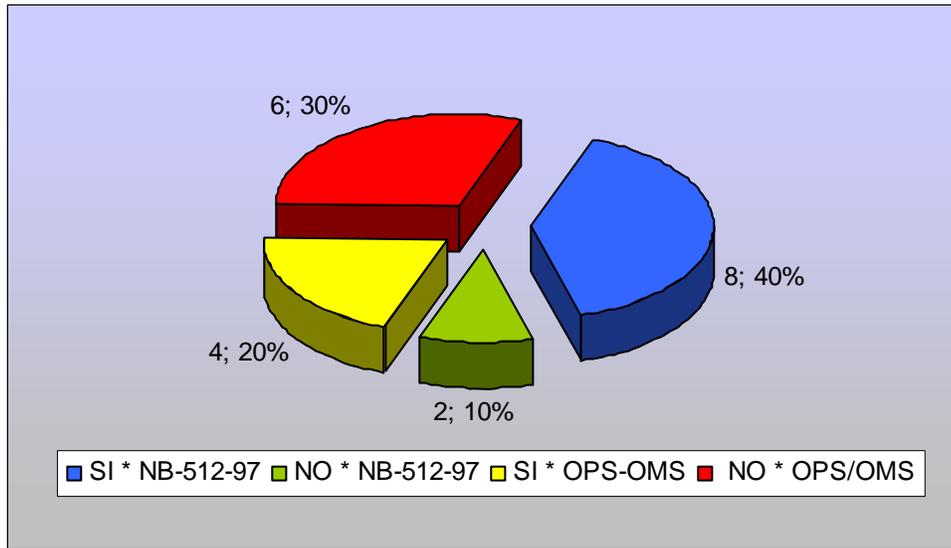
### 5.1.8 ¿Cuáles son las regiones que no cumple el reglamento nacional NB – 512 - 97 y las emitidas por la OPS/OMS?

**CUADRO Nº 5.1.8.1**  
**CUÁLES SON LAS REGIONES QUE NO CUMPLEN EL REGLAMENTO NACIONAL NB – 512 - 97 Y LAS EMITIDAS POR LA OPS/OMS**

Nº	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CUM- PLE SI NB- 512-97	CUM- PLE NO NB- 512-97	CUM- PLE SI OPS/ OMS	CUM- PLE NO OPS/ OMS	TOTALES
1	EPSA – La ciudad del Alto de la Paz.	2	Si		Si		2
2	EPSA – La Ciudad de La Paz.	1	Si		Si		1
3	EMAPA – Provincias.	2	Si	No		No	2
4	COOPERATIVAS – Zonas ciudad de la Paz.	1	Si			No	1
5	SEMAPA – La ciudad de Cochabamba.	1	Si			No	1
6	SEMAPA – Regional en las provincias.	2	Si	No		No	2
7	EPSA – empresa privada.	1	Si		Si		1
<b>TOTAL</b>			8	2	4	6	10

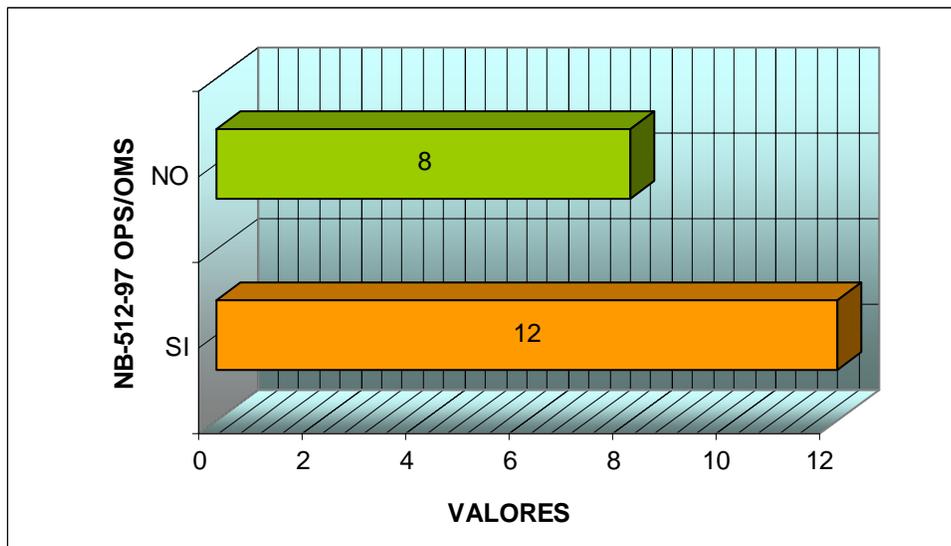
FUENTE: ELABORACION PROPIA

**GRÁFICO Nº 5.1.8.1**  
**CUALES SON LAS REGIONES QUE NO CUMPLEN LA NB-512-97 Y LAS RECOMENDACIONES DE LA OPS/OMS**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

**GRÁFICO Nº 5.1.8.2**  
**CUALES SON LAS REGIONES QUE NO CUMPLEN LA NB-512-97 Y LAS RECOMENDACIONES DE LA OPS/OMS**



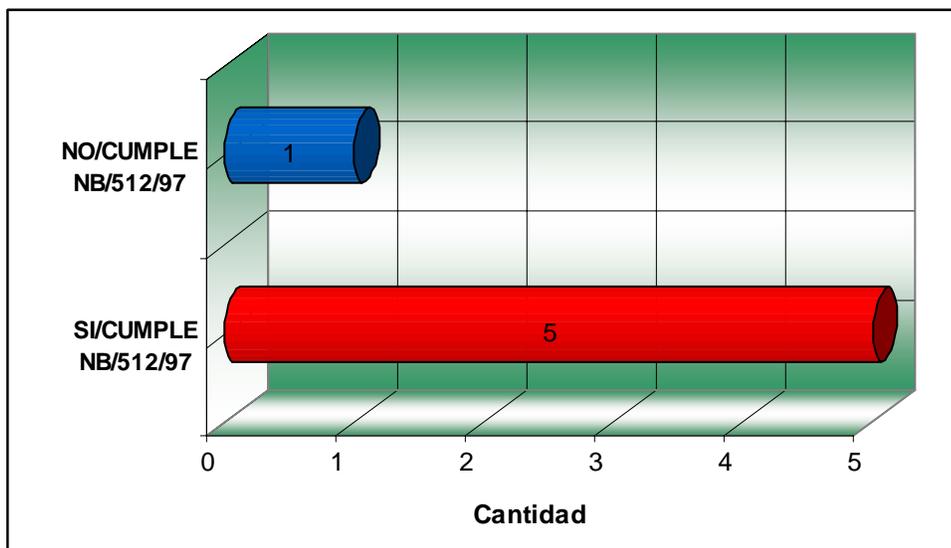
FUENTE: ELABORACION PROPIA

Se ha establecido mediante datos; las Provincias del Depto. La Paz y del Departamento. CBBA, no existe un adecuado control sobre la calidad de parámetros mínimos establecidos según muestra en el cuadro adjunto (ver: 5.1.8.1) no cumple la NB-512-97, además se identifica que; las Provincias (LPZ), Cooperativas (LPZ), SEMAPA (CBBA), SEMAPA Provincias (CBBA) no cumplen los convenios OPS/OMS.

En conclusión; 8 EPSAS cumplen la normativa boliviana 512-97, 2 EPSA no cumplen, 4 EPSA cumplen los convenios de la OPS/OMS y 6 EPSA no cumplen los convenios internacionales de la OPS/OMS.

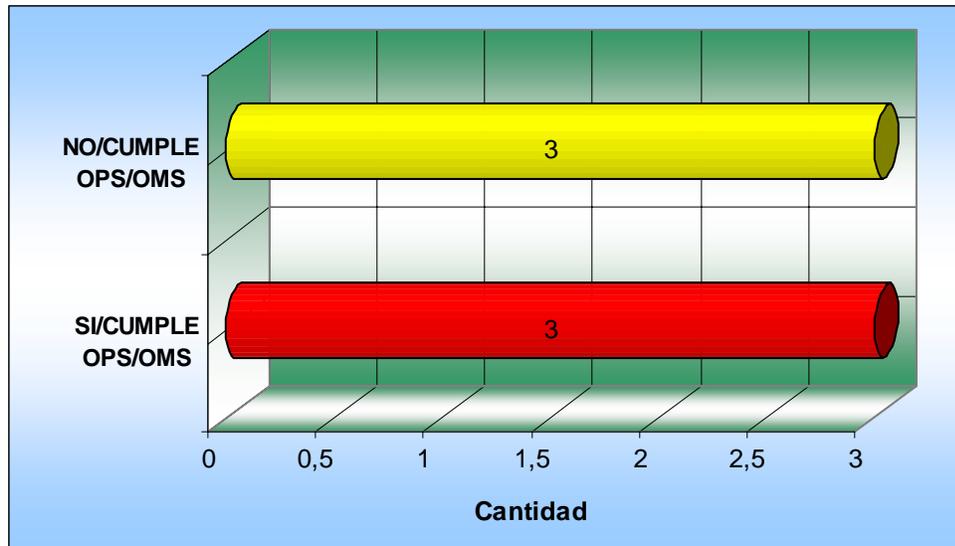
**5.1.9 ¿Cómo se estratifican a nivel de regiones en el cumplimiento de las NB-512-97 y las recomendaciones de la OPS/OMS?**

**GRÁFICO Nº 5.1.9.1  
COMO SE ESTRATIFICAN A NIVEL DE REGIONES EN EL  
DEPARTAMENTO DE LA PAZ EN EL CUMPLIMIENTO DE LAS NB-512-97**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

**GRÁFICO Nº 5.1.9.2**  
**COMO SE ESTRATIFICAN A NIVEL DE REGIONES EN EL**  
**DEPARTAMENTO DE LA PAZ EN EL CUMPLIMIENTO DE LAS**  
**RECOMENDACIONES DE LA OPS/OMS**

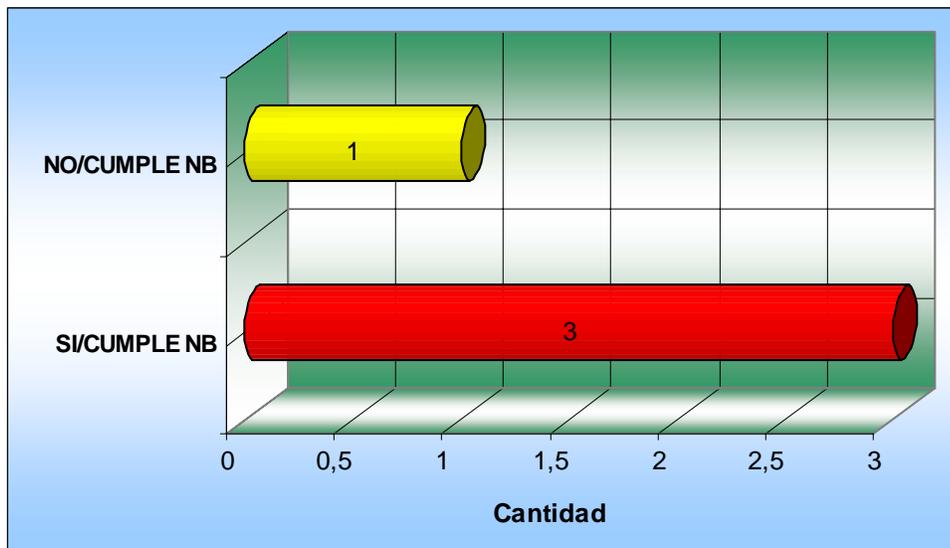


FUENTE: ELABORACION PROPIA

Conclusiones, es evidente que en el departamento de La Paz, 5 EPSAS, cumplen la normativa relativa al reglamento NB-512-97 y una en las provincias no cumple la normativa boliviana, como EMAPA.

Con relación a las recomendaciones de los organismo internacional OPS/OMS, se evidencia que si acatan las recomendaciones 3 EPSAS, el resto no cumple o al menos desconocen sus recomendaciones y por tanto no aplicación, 2 EPSAS en las provincias y una cooperativa EPSA, en la ciudad de la Paz.

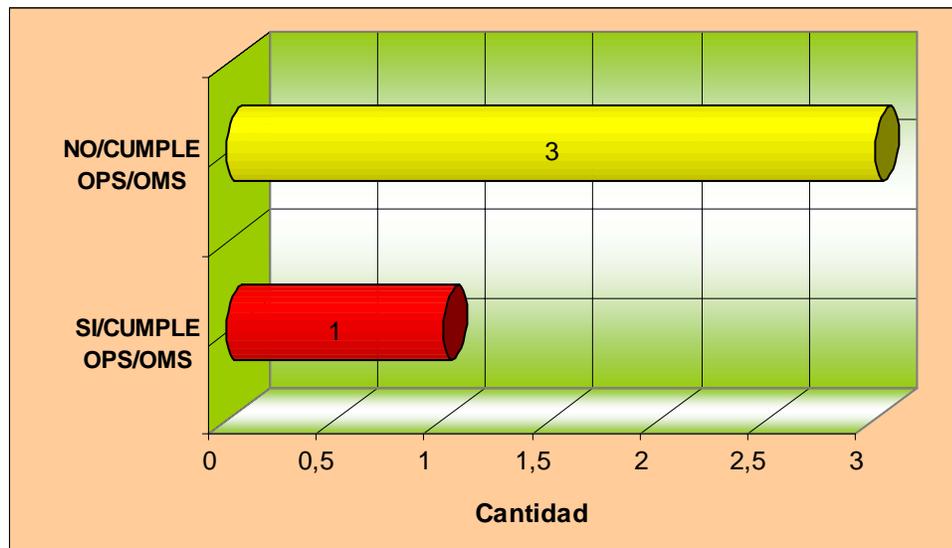
**GRÁFICO Nº 5.1.9.3**  
**COMO SE ESTRATIFICAN A NIVEL DE REGIONES**  
**EN EL DEPARTAMENTO DE COCHABAMBA**  
**EN EL CUMPLIMIENTO DE LAS NB-512-97**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

Concluimos estableciendo que; es evidente que en el departamento de Cochabamba, 3 EPSAS, si cumplen la normativa relativa al reglamento NB-512-97 y una empresa Municipal (EPSAS) en las provincias no cumple la normativa boliviana. .

**GRÁFICO Nº 5.1.9.4**  
**COMO SE ESTRATIFICAN A NIVEL DE REGIONES EN EL**  
**DEPARTAMENTO DE COCHABAMBA EN EL CUMPLIMIENTO DE LAS**  
**RECOMENDACIONES DE LA OPS/OMS**



Con respecto a las recomendaciones de los organismo internacional OPS/OMS, se evidencia que no acatan las recomendaciones 3 (EPSAS); de la ciudad de Cochabamba SEMAPA, y 2 empresas municipales en las provincias el resto si cumple una empresa privada (EPSAS) las recomendaciones, pero en forma incompleta no en su integridad y por tanto la aplicación de la norma boliviana y las recomendaciones de la OPS/OMS son muy por debajo de lo regular.

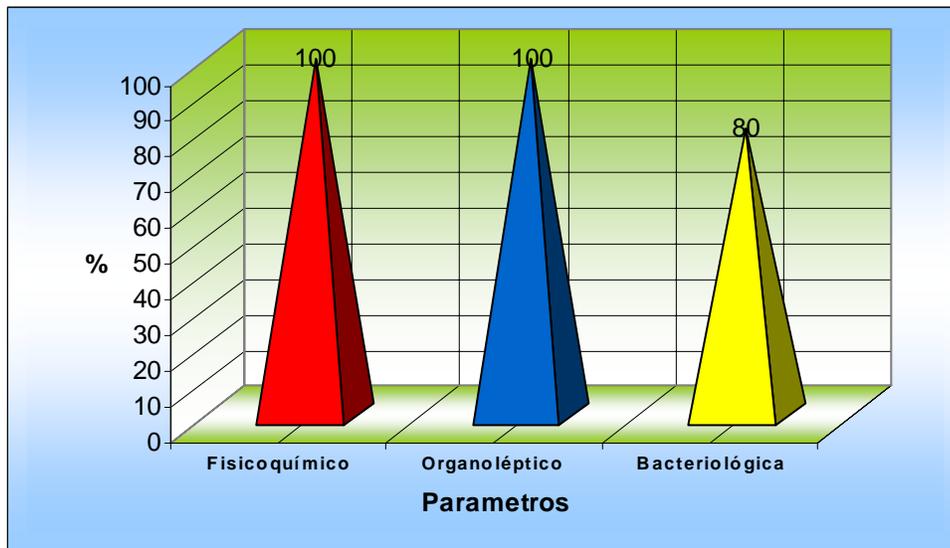
**5.1.10** ¿Cuáles son las características del agua cruda, tratada, del agua potable en Red en la ciudad del Alto y la ciudad de La Paz?

**CUADRO Nº 5.1.10.1**  
**CARACTERÍSTICAS DEL AGUA CRUDA EN LA CIUDAD DEL ALTO DE**  
**LAS FUENTES DEL WUAYNA POTOSI, MILLUNI, CONDORIRI Y AJUAN**  
**KHOTA**

Nº	PARAMETROS	Nº DE ANALISIS	ANALISIS ACEPTADOS	SATIFAC-TORIO
1	Fisicoquímico	145	145	100,00%
2	Organoléptico	156	156	100,00%
3	Bacteriológica	103	99	80,00%
<b>TOTAL</b>		<b>404</b>	<b>400</b>	<b>99,30%</b>

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**GRÁFICO Nº 5.1.10.1**  
**CARACTERÍSTICAS DEL AGUA CRUDA EN LA CIUDAD DEL ALTO DE**  
**LAS FUENTES DEL WUAYNA POTOSI, MILLUNI, CONDORIRI**  
**Y JUAN KHOTA**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

Se estable, que el agua cruda en la ciudad del Alto de La Paz, bajo un examen se ha determinado mediante fichas de registro que el tratamiento de purificación esta bajo el cuadro (ver: 5.1.10.1), esto significa que existe un 99,30% de conformidad y 0,70% que presenta

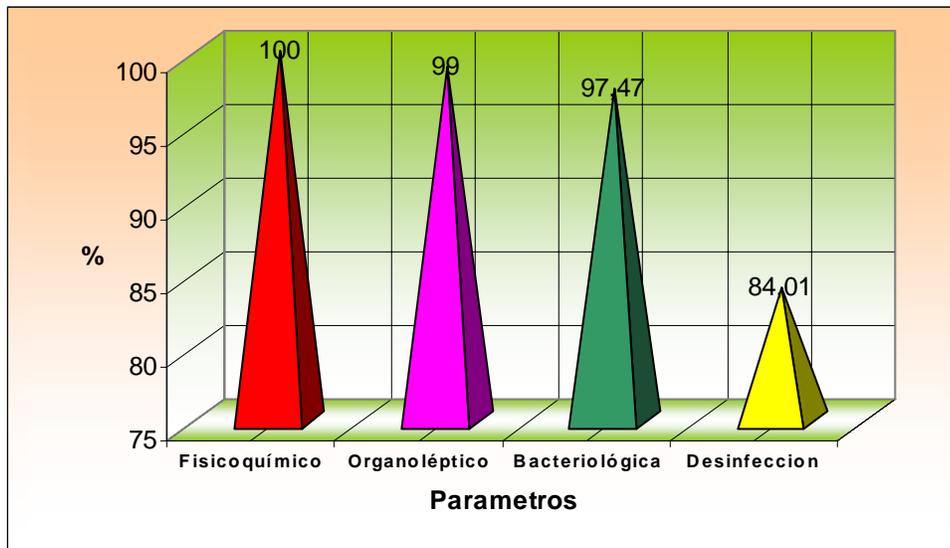
cierta resistencia de las bacterias (UFC) que al salir del almacenamiento se incrustan en las redes de distribución.

**CUADRO Nº 5.1.10.2**  
**CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DISTRIBUIDA**  
**EN LA RED CIUDAD DEL ALTO**

Nº	PARAMETROS	Nº DE ANALISIS	ANALISIS ACEPTADOS	SATIFAC-TORIO
1	Fisicoquímico	178	178	100,00%
2	Organoléptico	403	400	99,00%
3	Bacteriológica	396	386	97,47%
4	desinfección	1902	1798	84,01%
<b>TOTAL</b>		<b>2879</b>	<b>2762</b>	<b>95,93%</b>

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**GRAFICO Nº 5.1.10.2**  
**CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DISTRIBUIDA**  
**EN LA RED CIUDAD DEL ALTO**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Con relación a las características del agua distribuida en la Red de la ciudad del Alto, podemos afirmar que existe un 95,93% de control sobre la distribución del agua en la ciudad, no es óptima pero el agua

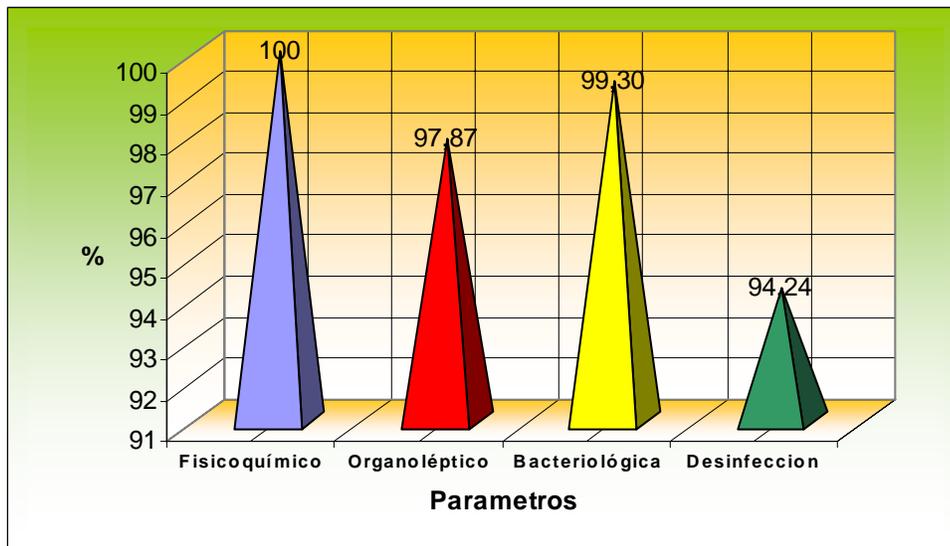
es de muy buena calidad, (ver; cuadro 5.1.10.2), en el Alto y además están dentro de los valores recomendados.

**CUADRO N° 5.1.10.3  
 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA TRATADA  
 EN LA CIUDAD DEL ALTO**

Nº	PARAMETROS	Nº DE ANALISIS	ANALISIS ACEPTADOS	SATIFAC-TORIO
1	Fisicoquímico	352	352	100,00%
2	Organoléptico	266	259	97,36%
3	Bacteriológica	192	191	99,30%
4	Desinfección	191	180	94,24%
<b>TOTAL</b>		<b>1001</b>	<b>982</b>	<b>98,10%</b>

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**GRAFICO N° 5.1.10.3  
 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA TRATADA EN LA CIUDAD DEL ALTO**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

El agua del embalse Tuni que alimenta la planta de tratamiento de Alto Lima es agua cruda de buena calidad (ver; cuadro 5.1.10.3), aunque está infectada con coliformes totales (130 UFC/100ml) y requiere de un tratamiento reducido para su potabilización (floculación, filtración y

cloración). Existe un control de 98,10% esto representa que cumple la normativa boliviana 512-97. Además están dentro de los valores recomendables. (Ver; cuadro N° 5.1.10.3.1)

**CUADRO N° 5.1.10.3.1  
 CARACTERISTICAS DEL AGUA TRATADA  
 EN LA CIUDAD DEL ALTO**

Nº	Planta de Tratamiento	Conforme	No Conforme	Conclusión
1	Alto Lima	98,10%		98,10%
<b>TOTAL</b>		<b>1</b>		<b>1</b>

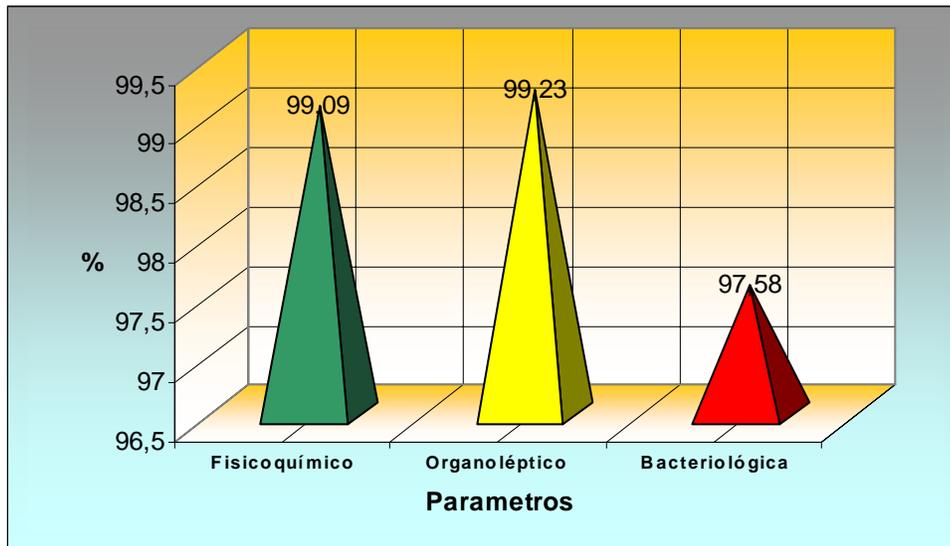
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**CUADRO N° 5.1.10.4  
 CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA EN LA CIUDAD DE LA PAZ DE  
 LAS FUENTES DE INCACHACA, HAMPATURI, TUNI Y CONDORIRI**

Nº	PARAMETROS	Nº DE ANALISIS	ANALISIS ACEPTADOS	SATIFAC-TORIO
1	Fisicoquímico	220	218	99,09%
2	Organoléptico	392	391	99,23%
3	Bacteriológica	290	289	97,58%
<b>TOTAL</b>		<b>902</b>	<b>898</b>	<b>99,56%</b>

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**GRAFICO Nº 5.1.10.4**  
**CARACTERÍSTICAS DEL AGUA CRUDA EN LA CIUDAD DE LA PAZ DE**  
**LAS FUENTES DE INCACHACA, HAMPATURI, TUNI Y CONDORIRI**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

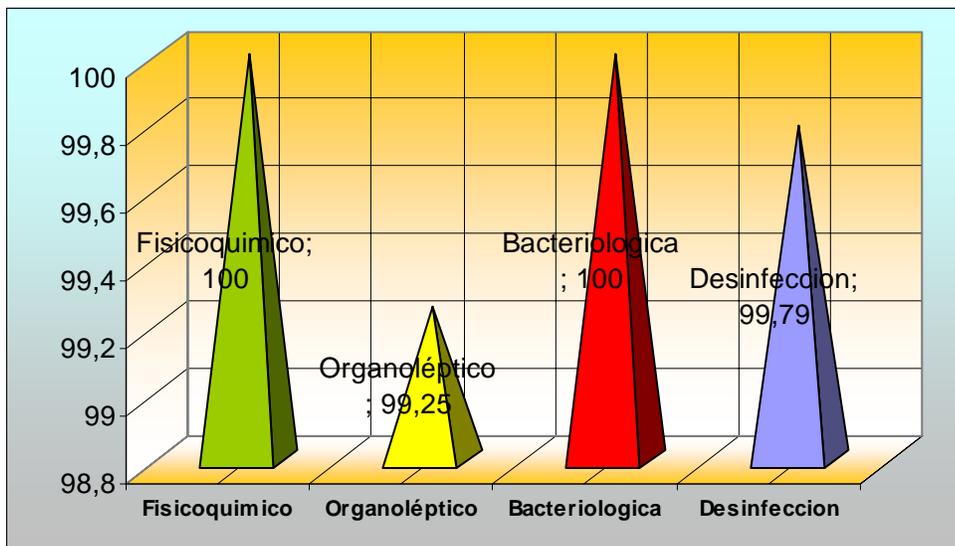
Con relación a las características del agua cruda se evidencia según cuadro y grafica (ver: 5.1.10.4) existe un cumplimiento del 99,56% de la norma boliviana 512-97, la diferencia se debe a que en la región cuando este sale de los estanques de almacenamiento se incrustan coliformes fecales y totales que influyen en la calidad, a continuación se hace una desinfección en las Redes de distribución paralelamente.

**CUADRO Nº 5.1.10.5  
 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DISTRIBUIDA EN LA RED DE LA CIUDAD  
 DE LA PAZ**

Nº	PARAMETROS	Nº DE ANALISIS	ANALISIS ACEPTADOS	SATIFAC-TORIO
1	Fisicoquímico	178	178	100,00%
2	Organoléptico	403	400	99,25%
3	Bacteriológica	396	396	100,00%
4	desinfección	1902	1898	99,79%
<b>TOTAL</b>		<b>2879</b>	<b>2762</b>	<b>99,76%</b>

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**GRAFICO Nº 5.1.10.5  
 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DISTRIBUIDA EN LA RED  
 DE LA CIUDAD DE LA PAZ**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

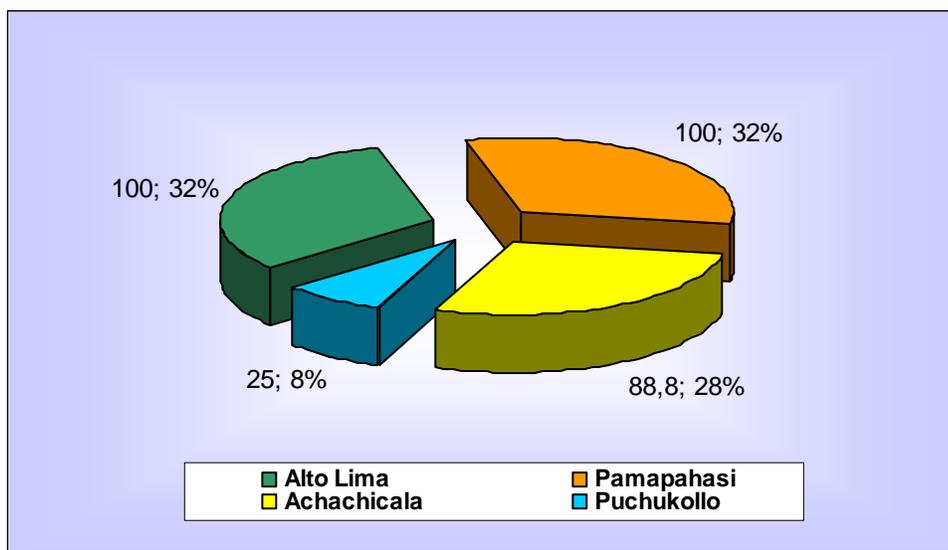
Efectuada el examen las características del cumplimiento ascienden a 99,76%. Lo que refleja que existe un cumplimiento muy cercano a lo óptimo por tanto; la diferencia 0,24% es subsanable con la desinfección de cloro libre. El agua es muy buena calidad.

**CUADRO Nº 5.1.10.6**  
**CARACTERÍSTICAS DEL AGUA TRATADA EN LA CIUDAD DE LA PAZ**

Nº	Planta de Tratamiento	Conforme	No Conforme	Conclusión
1	Alto Lima	100,00%		100,00%
2	Pampahasi	100,00%		100,00%
3	Achachicala	88,80%		88,80%
4	Puchucollo		No Conforme	No Conforme
<b>TOTAL</b>		<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**GRAFICO Nº 5.1.10.6**  
**CARACTERÍSTICAS DEL AGUA TRATADA EN LA CIUDAD DE LA PAZ**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

La ciudad de La Paz se abastece de agua potable básicamente a través de dos plantas de tratamiento de aguas superficiales: (i) Planta de Achachicala; y (ii) Planta de Pampahasi.

La planta de tratamiento de Pampahasi recibe agua cruda de buena calidad (ver cuadro 5.1.10.6), lo que facilita su procesamiento mediante simple cloración.

En cambio, la Planta de Achachicala potabiliza aguas altamente contaminadas provenientes tanto de los embalses de Tuni y de Milluni como del río Choqueyapu.

Los análisis físico-químicos y microbiológicos del agua proveniente de la región de Milluni, muestran un alto contenido de sólidos en suspensión (124 mg/l y 46 mg/l respectivamente),

hierro (24,4 mg/l y 7,1 mg/l), manganeso (8,9 mg/l y 2,1 mg/l) y sulfato (616 mg/l y 146 mg/l). La conductividad eléctrica (903 umhos/cm y 301 umhos/cm) es consistente con la presencia de esas sales disueltas. No se encontraron bacterias coliformes en estas muestras, probablemente por el pH ácido del agua de Milluni (pH 4,5;).

El tratamiento en la Planta de Achachicala produce agua para suministro a la población con parámetros que se encuentran dentro de los **límites máximos aceptables** establecidos por la Norma Boliviana NB-512-97, excepto por el pH (9,7) que está fuera del **rango máximo aceptable**

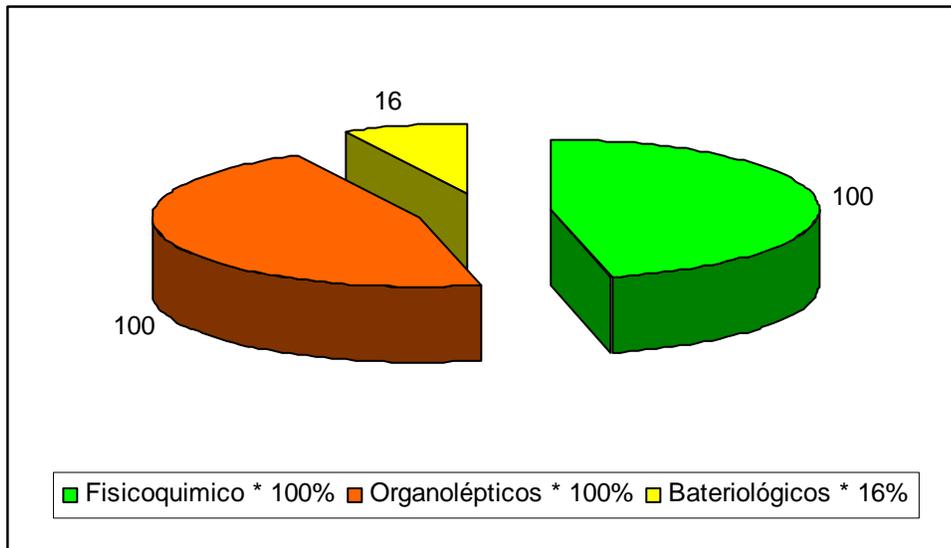
**5.1.11 ¿Cuáles son las características del agua cruda, distribuida, almacenada y aguas tratadas en la ciudad de Cochabamba?**

**CUADRO N° 5.1.11.1  
 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA CRUDA EN LA REGION DE  
 COCHABAMBA**

Nº	PARAMETROS	Nº DE ANALISIS	ANALISIS ACEPTADOS	SATIFAC-TORIO
1	Físicoquímico	1795	1795	100,00%
2	Organoléptico	1795	1795	100,00%
3	Bacteriológica	970	156	16,00%
<b>TOTAL</b>		<b>4560</b>	<b>3746</b>	<b>82%</b>

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**GRAFICO Nº 5.1.11.1**  
**CARACTERÍSTICAS DEL AGUA CRUDA EN LA REGION DE CBBA**



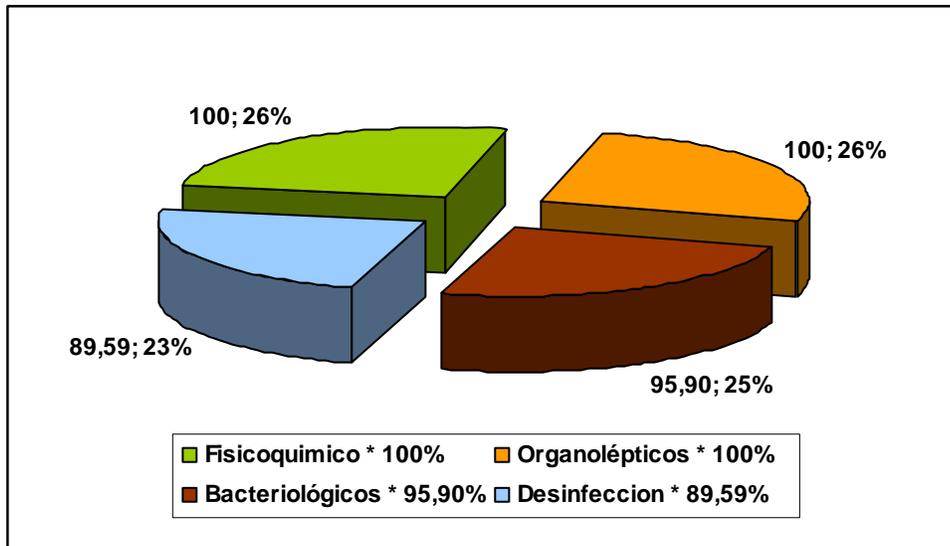
En la región de Cochabamba presenta la siguiente característica; existen pruebas de muestreo realizadas se han cumplido con la obligación de control de dosificación, excepto en la bacteriológica el 82% representa muy bajo para la calidad del agua, por tanto es una obligación por complementar el proceso de dosificación del agua.

**CUADRO Nº 5.1.11.2**  
**CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DISTRIBUIDA EN LA REGIÓN DE COCHABAMBA**

Nº	PARAMETROS	Nº DE ANALISIS	ANALISIS ACEPTADOS	SATIFAC-TORIO
1	Fisicoquímico	1055	1055	100%
2	Organoléptico	390	390	100%
3	Bacteriológica	488	468	95,90%
4	desinfección	365	327	89,59%
<b>TOTAL</b>		<b>2298</b>	<b>2240</b>	<b>97,48%</b>

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**GRAFICO Nº 5.1.11.2**  
**CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DISTRIBUIDA EN LA REGIÓN DE CBBA.**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

Existe un cumplimiento aceptable del 97,48% Estos valores no cumplen con el **valor recomendable** de la Norma Boliviana NB-512-97 ni con el **valor guía** de la OPS/OMS, pero están dentro del **límite máximo aceptable** de dicha Norma Boliviana.

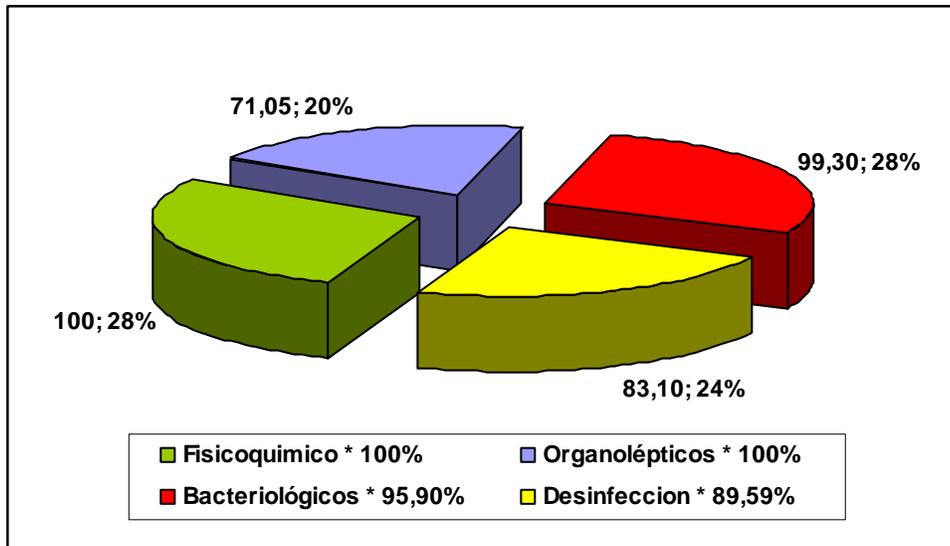
La diferencia que representa el 2,57% es debido a que la desinfección realizada con cloro es muy irregular, es decir que no es suficiente. Por tanto; se considera aceptable y esta dentro de **límite máximo aceptable** de dicha Norma Boliviana.

**CUADRO Nº 5.1.11.3**  
**CARACTERÍSTICAS DEL AGUA ALMACENADA EN LA REGIÓN DE COCHABAMBA**

Nº	PARAMETROS	Nº DE ANALISIS	ANALISIS ACEPTADOS	SATIFAC-TORIO
1	Físicoquímico	552	552	100,00%
2	Organoléptico	266	189	71,05%
3	Bacteriológica	142	141	99,30%
4	Desinfección	71	59	83,10%
<b>TOTAL</b>		<b>1031</b>	<b>941</b>	<b>91,27%</b>

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**GRÁFICO Nº 5.1.11.3**  
**CARACTERÍSTICAS DEL AGUA ALMACENADA EN LA REGIÓN DE LA**  
**CBBA.**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

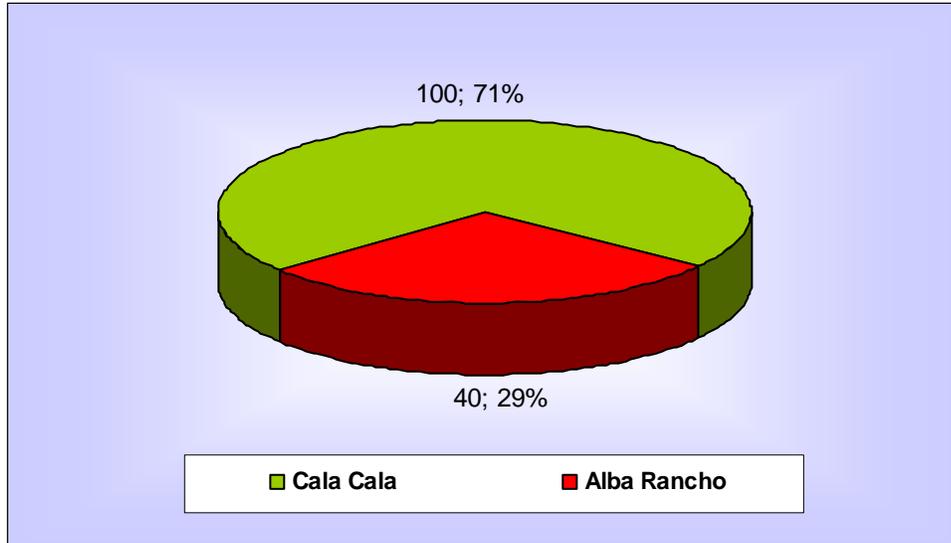
Según la información no existe las acciones de mantenimiento adecuado ni acciones de control en dosificación de tanques de regulación y de almacenamiento en los que los análisis de desinfección dieron resultados por debajo de 95%, por tanto representa una obligación no cumplida hasta la fecha.

**CUADRO Nº 5.1.11.4**  
**CARACTERÍSTICAS DEL AGUA TRATADA EN LA CIUDAD DE CBBA**

Nº	Planta de Tratamiento	Conforme	No Conforme	Conclusión
1	Cala Cala	100,00%		100,00%
2	Alba Rancho		No existe informe	Obligación no cumplida
<b>TOTAL</b>		<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### GRÁFICO Nº 5.1.11.4 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA TRATADA EN LA CIUDAD DE CBBA



FUENTE: ELABORACION PROPIA

La planta de Cala Cala es agua cruda de muy buena calidad (ver; 5.1.11.4), aunque está infectada con coliformes totales (20 y 3.000 UFC/100ml respectivamente) y con coliformes fecales (17 y 100 UFC/100ml), requiriendo de un tratamiento de cloración para su potabilización. Con relación a datos e información sobre los análisis bacteriológicos de la Planta de tratamiento de Aguas Residuales “Alba Rancho” y el cuerpo receptor RIO ROCHA, no existe hasta la conclusión de la gestión, por tanto representa existe infracción a las Ley Nº 1333 de Medio Ambiente y su Reglamentación como estipula los Contratos de Concesión y Manual de seguimientos lo constituye una obligación no cumplida.

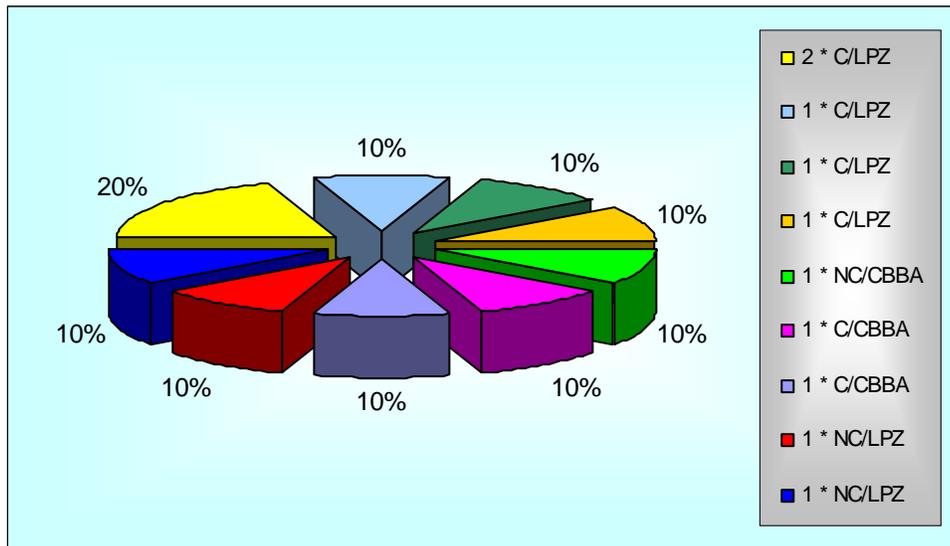
#### 5.1.12 ¿Qué departamento presenta la mejor calidad del agua potable para consumo humano?

**CUADRO Nº 5.1.12.1**  
**QUE DEPARTAMENTO PRESENTA LA MEJOR CALIDAD DEL AGUA**  
**POTABLE PARA CONSUMO HUMANO**

Cantidad	EPSA, INSTITUCION, EMPRESAS, COOPERATIVAS	Agua en conformidad con la NB-512-97	Agua no conforme con la NB-512-97	DEPTOS.
2	EPSA * El Alto	A-C		LA PAZ
1	EPSA * La Paz	A-C		LA PAZ
2	EMAPA	A-C	ANC NB 512	LA PAZ
1	COOPERATIVA		ANC NB-512	LA PAZ
1	SEMAPA		ANC NB-512	CBBA
2	SEMAPA * Provincia	A-C		CBBA
1	EPSA * Privada	A-C		CBBA
	<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**GRÁFICO Nº 5.1.12.1**  
**QUE DEPARTAMENTO PRESENTA LA MEJOR CALIDAD DEL AGUA**  
**POTABLE PARA CONSUMO HUMANO**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

Mediante el cuadro y la grafica (ver: 5.1.12.1), se determina que en el departamento de LPZ, la ciudad del Alto tiene la mejor calidad del agua, en razón a que esta mas próximo a las cordilleras del Wayna Potosí, Condoriri, Ajuan khota y Tilata y otros que proveen a la región del Alto, la distribución del agua almacenada es mas optima, dulce y pura solo necesita de una desinfección de bacterias de la misma manera la ciudad de la LPZ, presenta calidad del agua para consumo humano, esta obviamente necesita desinfección no muy elevada, pero cumpliendo los requisitos establecidos por la NB-512-97.

En el departamento de Cochabamba, en las provincias existe una mejor calidad de agua para consumo humano, esto debido a que las provincias proveen agua dulce con desinfección fisicoquímico, pero en la ciudad de Cochabamba existe problemas de tratamiento del agua, debido básicamente, a que los personeros no atacan las observaciones que efectúa la entidad fiscalizadora de agua, no cumplen POA, y PEDS que representa obligaciones no cumplidas según informes de la entidad fiscalizadora además de las recomendaciones de OPS/OMS, por otra parte las entidades privadas proveen de agua dulce con desinfección bacteriológica y fisicoquímica.

**5.1.13** ¿Qué regiones disponen de un laboratorio para los análisis fisicoquímico, bacteriológico, organoléptico y desinfección para el cálculo del índice de langelier?

**CUADRO N° 5.1.13.1**  
**QUÉ REGIONES DISPONEN DE UN LABORATORIO PARA LOS ANÁLISIS**  
**FISICOQUÍMICO, BACTERIOLÓGICO, ORGANOLÉPTICO Y**  
**DESINFECCIÓN**

Cantidad	EPSA, INSTITUCION, EMPRESAS, COOPERATIVAS	INSTITUCIÓN QUE EFECTUA EL CONTROL	DEPARTAMENTO	PERIODO DE CONTROL	FRECUENCIA DE MUESTREO
2	EPSA * El Alto	INLASA	La Paz	Semanal en Red	6/m* día
1	EPSA * La Paz	INLASA	La Paz	Semanal en Red	10/m * día
2	EMAPA	UMSA/LAB.	La Paz	Cada mes en Red	4/m * mes
1	COOPERATIVA	UMSA. /LAB.	La Paz	Semanal en Red	3/m * día
1	SEMAPA	E. PRIVADA	Cochabamba	Semanal en Red	10/m * día
2	SEMAPA * Provincia	UMSS. /LAB.	Cochabamba	Cada mes en Red	4/m * día
1	EPSA * Privada	LAB. /PART.	Cochabamba	Semanal en Red	10/m * día

FUENTE: ELABORACION PROPIA

En el departamento de La Paz, habitualmente las EPSAS sean Cooperativas, EMAPA, y otras Asociaciones acuden a laboratorios de la UMSA, en razón a que los análisis son económicos, y no muy burocráticas. Existe una institución reconocida que es INLASA que también provee de este servicio refrendando sus análisis.

En el Departamento de CBBA, existen entidades privadas que prestan el servicio del análisis del agua que por cierto costo no es muy económica, según información SEMAPA toma estos servicios. En las provincias las EPSAS generalmente concurren a la UMSS, que tiene un laboratorio especializado y que se presta este servicio de análisis del agua. Las empresas privadas EPSA recurren a empresas y laboratorio privado para el análisis del agua en la ciudad de CBBA.

**5.1.14 ¿Cual es la calidad y características del agua tratada en las plantas de Tratamiento en la ciudad de La Paz y El Alto?**

**CUADRO Nº 5.1.14.1  
 LA CALIDAD Y CARACTERÍSTICAS DEL AGUA TRATADA EN LAS  
 PLANTAS DE TRATAMIENTO EN LA CIUDAD DE LA PAZ Y EL ALTO**

Nº	PLANTAS DE TRATAMIENTO	Parámetros		Gestión 2008	S / NS
		2006	2007		
1	Planta de Tratamiento Alto Lima	90%	100%	100%	S
2	Planta de Tratamiento Pampahasi	95%	101%	100%	S
3	Planta de Tratamiento Achachicala	70%	75%	90%	NS
4	Planta de Tratamiento Puchukollo	50%	50%	60%	NS

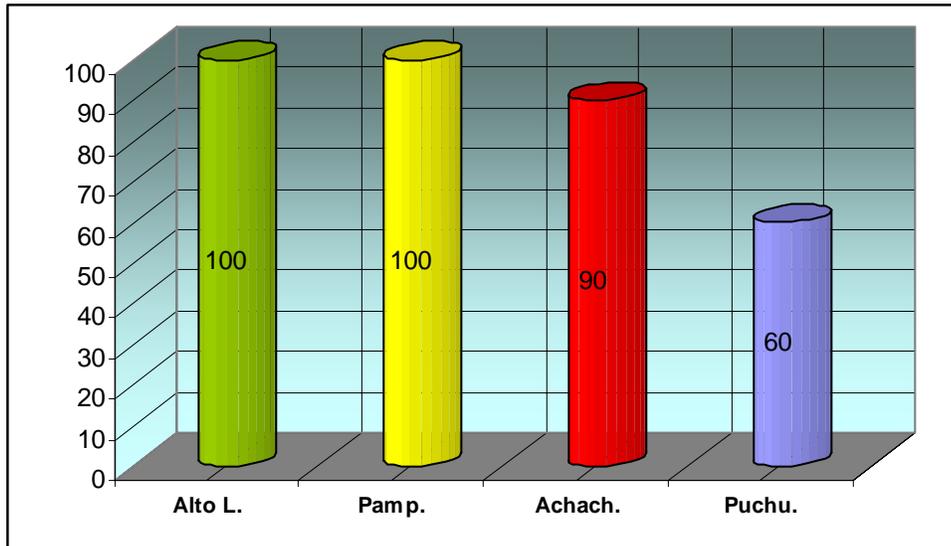
FUENTE: ELABORACION PROPIA

**CUADRO Nº 5.1.14.1.1.  
 DETALLES DE LA PLANTA DE TRAMIENTO PUCHUKOLLO**

Ref.	Descripción	detalle		Limites V/M/T.
		Unidad	Efluente P.	
1	DBO	mg/l O2	97.80	80
2	DQO	mg/l O2	270.10	250
3	FOSFORO	mg/l O2	4.80	2
4	NITROGENO TOTAL	mg/l N	71.30	15
5	AMONIACO TOTAL	mg/l	65	25
6	COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	5x7 10 <sup>4</sup>	5 x 10 <sup>4</sup>
7	COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	5x5 10 <sup>4</sup>	5 x 10 <sup>4</sup>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**GRÁFICO Nº 5.1.14.1**  
**CUAL ES LA CALIDAD Y CARACTERÍSTICAS DEL AGUA TRATADA EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO EN LA CIUDAD DE LA PAZ Y EL ALTO**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

El agua del embalse Tuni que alimenta la planta de tratamiento de Alto Lima es agua cruda de buena calidad, aunque está infectada con coliformes totales (130 UFC/100ml) y requiere de un tratamiento reducido para su potabilización (floculación, filtración y cloración).

El agua que sale de la planta de tratamiento de Alto Lima presenta valores de los parámetros físico-químicos y microbiológicos que están dentro de los valores recomendables establecidos en la Norma Boliviana NB-512-97.

Con relación a la Planta de Tratamiento de Pampahasi; muestra un 100% de conformidad; el agua es de buena calidad, requiere de desinfección físico-químicos (conductividad, sólidos suspendidos, pH, dureza total y plomo) y microbiológicos (Coliformes totales y fecales) establecidos en la Norma Boliviana NB-512-97.

La Planta de Tratamiento de Achachicala según reportes de datos; indican un que los parámetros de Dureza Total y Sulfatos se encuentran fuera de los rangos de porcentajes de conformidad según la NB-512-97. Indicando un porcentaje de 70% y 83,30% para Dureza Total y Sulfatos, obligación no cumplida. Por tanto no satisfactorio.

Según evaluación la calidad del efluente de la Planta de Tratamiento de Puchukollo que presenta la EPSA, ellos no cumplen con los valores límites aceptables como se muestra en el cuadro (ver: 5.1.14.1.1) ejemplo:

**5.1.15 ¿Cual es el cumplimiento de las Plantas de Tratamientos que están con lodos subproductos a nivel de las regiones?**

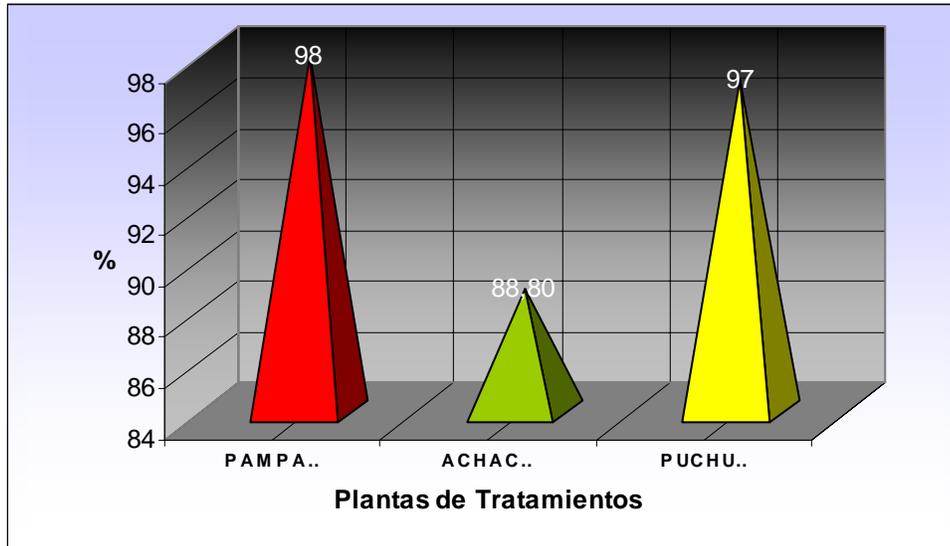
**CUADRO Nº 5.1.15.1**

**CUAL ES EL CUMPLIMIENTO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTOS QUE ESTÁN CON LODOS SUBPRODUCTOS A NIVEL DE LAS REGIONES**

Nº	PLANTAS DE TRATAMIENTO	Lodos y Subproductos		Gestión 2008	S / NS
		2006	2007		
1	Planta de Tratamiento Papahasi	Los lodos 20 cm. Altura no justifica aun la remoción	Contienen metales pesados; Zn, Fe y Mn los mismos son removidas en el proceso Potabilización	Esta en procesos de limpieza de los metales con avance del 98% aun en proceso	S
2	Planta de Tratamiento Achachicala	Existe contaminación de minerales provenientes de Milluni.	En proceso de remoción y Potabilización	Están en proceso del 88,80%	NS
3	Planta de Tratamiento Puchucollo	5,40% del volumen de lodos de 12050 m3	5,20 volumen de 9963 m3 en ala laguna II - 1	5,50 Volumen de lodos estableciendo que aun son bajos, 97%	S

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**GRÁFICO Nº 5.1.15.1**  
**CUAL ES EL CUMPLIMIENTO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTOS**  
**QUE ESTÁN CON LODOS SUBPRODUCTOS A NIVEL**  
**DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ**



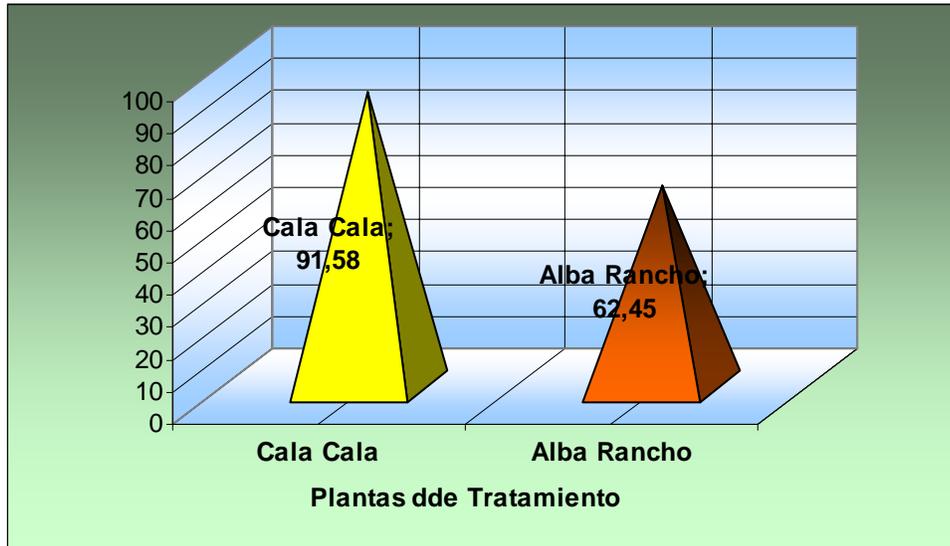
FUENTE: ELABORACION PROPIA

**CUADRO Nº 5.1.15.2**  
**CUAL ES EL CUMPLIMIENTO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTOS**  
**QUE ESTÁN CON LODOS SUBPRODUCTOS**  
**A NIVEL DEL DEPARTO DE COCHABAMBA**

Nº	PLANTAS DE TRATAMIENTO	Lodos y Subproductos		Gestión 2008	S / NS
		2006	2007		
1	Planta de Tratamiento Cala Cala	No existe control	Proceso incompleto	No se ha realizado el control de la calidad Físico, Químico, Organoléptico y Bacteriológico Con un avance 91,58%	En proceso
2	Planta de Tratamiento de Alba Rancho	Control muy flojo y si registro	Se ha realizado muestras pero sin resultados	Obligación no cumplido por SEMAPA 62,45%	NS

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**GRÁFICO Nº 5.1.15.2**  
**CUAL ES EL CUMPLIMIENTO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTOS**  
**QUE ESTÁN CON LODOS SUBPRODUCTOS A NIVEL**  
**DEL DEPARTAMENTO DE COCHABAMBA**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

**5.1.16** ¿En que región se consume mas cantidad de agua y cuales las fuentes de volumen de agua según la auditoría de desempeño ambiental?

**CUADRO Nº 5.1.16.1**  
**EN QUE REGIÓN SE CONSUME MAS CANTIDAD DE AGUA Y CUALES**  
**LAS FUENTES DE VOLUMEN DE AGUA SEGÚN LA AUDITORÍA DE**  
**DESEMPEÑO AMBIENTAL**

Nº	EPSA PUBLICA, PRIVADA, COOPERATIVAS Y EMAPA	REGION	Mil Litros/por día	Mil Litros/por día	Mm3/año	Mm3/año
1	La Ciudad del Alto	LPZ	65.		16,20	
2	La Ciudad de La Paz	LPZ	87.		29,50	
3	La Ciudad de Cochabamba	CBBA		144.34		35,75
	<b>TOTALES</b>		<b>152.</b>	<b>144.34</b>	<b>45,70</b>	<b>35,75</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**CUADRO Nº 5.1.16.2**  
**CUALES LAS FUENTES Y EL VOLUMEN DE AGUA EN DEL**  
**DEPARTAMENTO DE LA PAZ SEGÚN LA AUDITORIA**

Nº	Fuente de Agua	REGIÓN	Mm3	M3	Región que provee	IN SITU
1	Milluni – Laguna Jakokota	LPZ	9,90		LPZ - ALTO	EL ALTO
2	Incachaca	LPZ	4,56		LPZ	LA PAZ
3	Hampaturi	LPZ	3,34		LPZ	LA PAZ
4	Ajuan khota	LPZ	3,32		EL ALTO	EL ALTO
5	Condoriri	LPZ		230.000	LPZ - ALTO	EL ALTO
6	Tuni	LPZ	27,00		LPZ - ALTO	LA PAZ
7	Tilata	LPZ	4,416		EL ALTO	EL ALTO

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**CUADRO Nº 5.1.16.3**  
**CUÁLES LAS FUENTES Y EL VOLUMEN DE AGUA EN DEL**  
**DEPARTAMENTO DE COCHABAMBA SEGÚN LA AUDITORÍA**

Empresa	Fuente	Q año seco L/s	Q año húmedo L/s	Q (L/s)
SEMAPA (Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado)	Fuentes superficiales	191	404	Entre 191 y 404
	Escalerani	126.0	277.0	
	Wara Wara	39.0	80.0	
	Chungara	25.0	46.0	
	Hierbabuenani	1.0	1.0	
	Acuíferos subterráneos			462

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**5.1.17** ¿Cuales son los Indicadores Técnicos de la gestión 2008, evaluada según auditoría efectuada en las regiones de Cochabamba y La Paz?

**CUADRO Nº 5.1.17.1**

**CUALES SON LOS INDICADORES TÉCNICOS DE LA GESTIÓN 2008,  
 EVALUADA SEGÚN AUDITORÍA EFECTUADA EN LA REGION DE LA PAZ**

Nº	Detalle	Valor veces	Cumplimiento	Valor en M <sup>3</sup>	OBSERVAC.
1	Cobertura de Agua Potable	99.20	Bien		
2	Cobertura de Alcantarillado	101.23	Bien		
3	Cobertura de micro medición	100.00	Optimo		
4	Dotación de Agua potable	121.92	Poco		l/hab/dia
5	Cobertura de control de calidad	100.00	Bien		
6	Capacidad de fuentes	48.88	Poco	140.950.253,31	
7	Capacidad de plantas	66.59	bien	96.311.738,08	
8	Presiones mínimas	10.11	Elevado		18 m. c. a.
9	Consumo máximo diario			81.584.420,40	alto
10	Eficiencia de atención	84,00	Poco		4901
11	Cobertura de reclamos	10,57	Poco		518

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**CUADRO Nº 5.1.17.2**

**CUALES SON LOS INDICADORES TÉCNICOS DE LA GESTIÓN 2008,  
 EVALUADA SEGÚN AUDITORÍA EFECTUADA EN LA REGION DE  
 COCHABAMBA**

Nº	Detalle	Valor veces	Cumplimiento	Valor en M <sup>3</sup>	OBSERVAC.
1	Cobertura de Agua Potable	68,72	Poco		
2	Cobertura de Alcantarillado	79,77	Bien		
3	Cobertura de micro medición	101.00	error		
4	Dotación de Agua potable	164,34	Poco		l/hab./día
5	Cobertura de control de calidad	177,70	error		
6	Capacidad de fuentes	99,22	Optimo	976.707,00	
7	Capacidad de plantas	99,25	Optimo	381.482,00	
8	Presiones mínimas	53,95	Elevado		18 m.c.a.
9	Consumo máximo diario			126.581,28	
10	Eficiencia de atención	85,58	Poco		4901
11	Cobertura de reclamos	53,21	Poco		518

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**5.1.18** ¿Cual es el cumplimiento de control de calidad de agua residual – descargas de aguas servidas – convenio con industrias en el departamento de CBBA?

**CUADRO N° 5.1.18.1**  
**CUAL ES EL CUMPLIMIENTO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA RESIDUAL – DESCARGAS DE AGUAS SERVIDAS – CONVENIO CON INDUSTRIAS EN EL DEPARTAMENTO DE CBBA**

Nº	Detalle	Valor veces	Cumplimiento	Valor en M <sup>3</sup>	OBSERVACION
1	Evaluación de calidad	0	ONC	No existe	Durante el examen no existe información verídica de las plantas de tratamiento de aguas residuales: como ALBA RANCHO y el cuerpo receptor: RIO ROCHA de acuerdo a la Ley de Medio Ambiente N° 1333 y Reglamento como estipula el contrato de concesión manuales de seguimientos.
2	Alcantarillado sanitario	0	ONC		
3	Afluentes	0	ONC	No existe	
4	Cuerpo receptor	0	ONC		
5	Aguas servidas	0	ONC	No existe	
6	Aguas residuales	0	ONC	No existe	

FUENTE: ELABORACION PROPIA

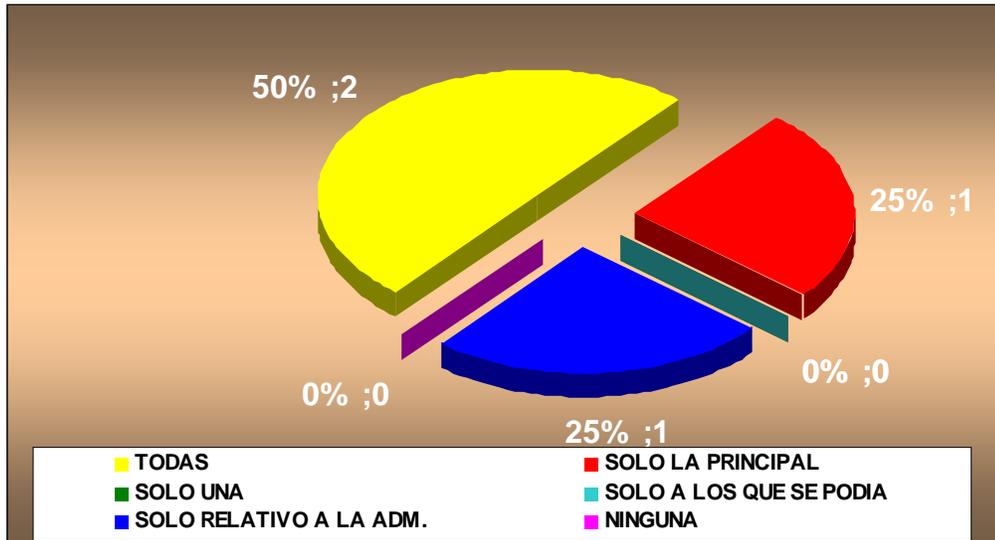
**5.1.19** ¿Se han implementado las recomendaciones de las auditorías ambientales efectuadas en la empresa y/o cooperativa?

**CUADRO N° 5.1.19.1**  
**¿SE HAN IMPLEMENTADO LAS RECOMENDACIONES DE LAS AUDITORÍAS AMBIENTALES EFECTUADAS EN EL DEPARTAMENTO DE COCHABAMBA?**

Nº	DESCRIPCION	Frecuencia	Si	No
1	Todas las recomendaciones.	2	✓	
2	Solo aquellas principales.	1	✓	
3	Solo una recomendación.	0		
4	Solamente a los que se podía incorporar.	0		
5	Solo relativo de la administración.	1	✓	
6	Ninguna recomendación.	0		
<b>TOTAL</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**GRÁFICA Nº 5.1.19.1**  
**¿SE HAN IMPLEMENTADO LAS RECOMENDACIONES**  
**DE LAS AUDITORÍAS AMBIENTALES EFECTUADAS**  
**EN EL DEPARTAMENTO DE COCHABAMBA?**



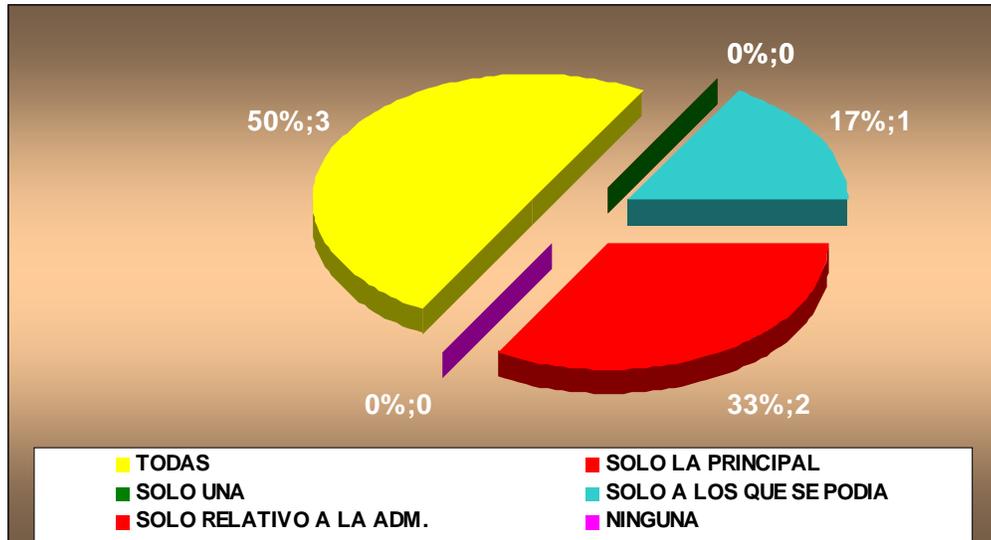
FUENTE: ELABORACION PROPIA

**CUADRO Nº 5.1.19.2**  
**¿SE HAN IMPLEMENTADO LAS RECOMENDACIONES**  
**DE LAS AUDITORÍAS AMBIENTALES EFECTUADAS**  
**EN EL DEPARTAMENTO DE LA PAZ?**

Nº	DESCRIPCION	Frecuencia	Si	No
1	Todas las recomendaciones.	3	✓	
2	Solo aquellas principales.	0		
3	Solo una recomendación.	0		
4	Solamente a los que se podía incorporar.	1	✓	
5	Solo relativo de la administración.	2	✓	
6	Ninguna recomendación.	0		
<b>TOTAL</b>		<b>6</b>	<b>6</b>	

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**GRÁFICO Nº 5.1.19.2**  
**¿SE HAN IMPLEMENTADO LAS RECOMENDACIONES**  
**DE LAS AUDITORÍAS AMBIENTALES EFECTUADAS**  
**EN EL DEPARTAMENTO DE LA PAZ?**



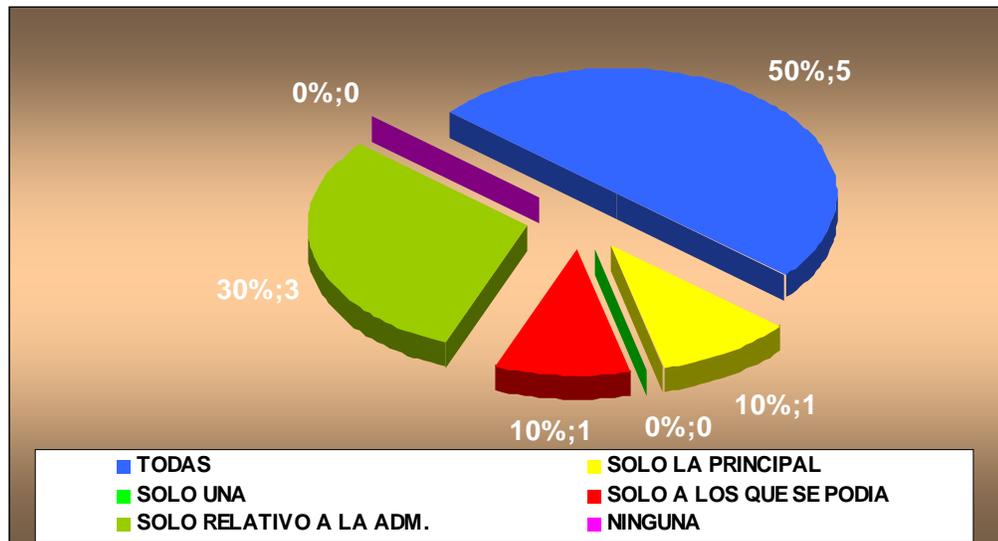
FUENTE: ELABORACION PROPIA

**GRÁFICO Nº 5.1.19.3**  
**¿SE HAN IMPLEMENTADO LAS RECOMENDACIONES**  
**DE LAS AUDITORÍAS AMBIENTALES EFECTUADAS**  
**EN LOS DEPARTAMENTOS?**

Nº	DESCRIPCION	Frecuencia	Si	No
1	Todas las recomendaciones.	5	✓	
2	Solo aquellas principales.	1	✓	
3	Solo una recomendación.	0		
4	Solamente a los que se podía incorporar.	1	✓	
5	Solo relativo de la administración.	3	✓	
6	Ninguna recomendación.	0		
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>	<b>10</b>	

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**GRÁFICO Nº 5.1.19.3**  
**¿SE HAN IMPLEMENTADO LAS RECOMENDACIONES DE LAS**  
**AUDITORIAS AMBIENTALES EFECTUADAS EN LOS DEPARTAMENTOS?**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

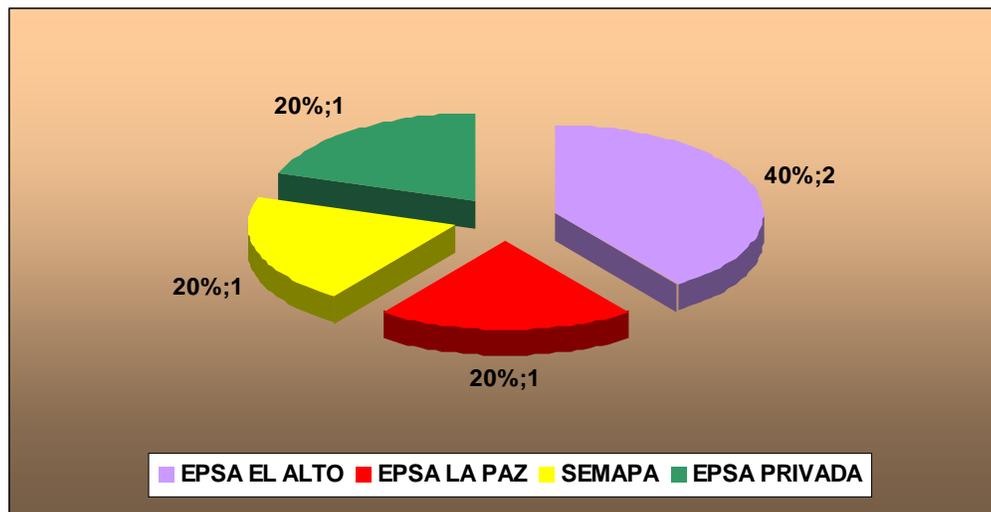
**5.1.20** ¿La empresa y/o cooperativa cuenta con un sistema de gestión y control ambiental?

**CUADRO Nº 5.1.20.1**  
**LA EPSA, EPSA MUNICIPAL, EMPRESA PRIVADA Y COOPERATIVAS**  
**CUENTA CON UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

Nº	DESCRIPCIÓN	Canti- dad	RESPTA. SI	RESPTA. NO	Frecu- encia
1	EPSA – La ciudad del Alto de La Paz.	2	2		2
2	EPSA – La Ciudad de La Paz.	1	1		1
3	EMAPA – Provincias.	2		2	2
4	COOPERATIVAS – Zonas ciudad de La Paz.	1		1	1
5	SEMAPA – La ciudad de Cochabamba.	1	1		1
6	SEMAPA – Regional en las provincias.	2		2	2
7	EPSA – Empresa Privada.	1	1		1
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>10</b>

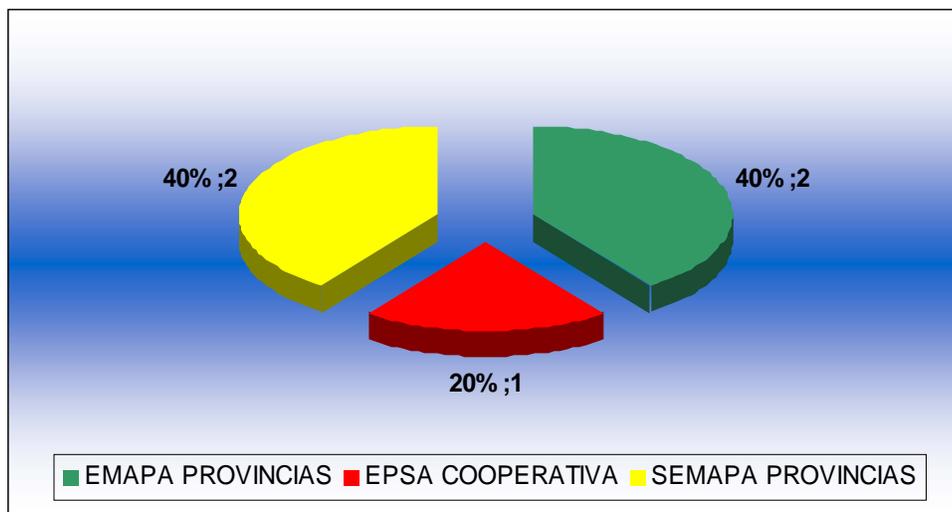
FUENTE: ELABORACION PROPIA

**GRÁFICO N° 5.1.20.1**  
**LAS EPSAS, EPSA MUNICIPAL, EMPRESA PRIVADA Y COOPERATIVAS**  
**QUE SI CUENTAN CON UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL**



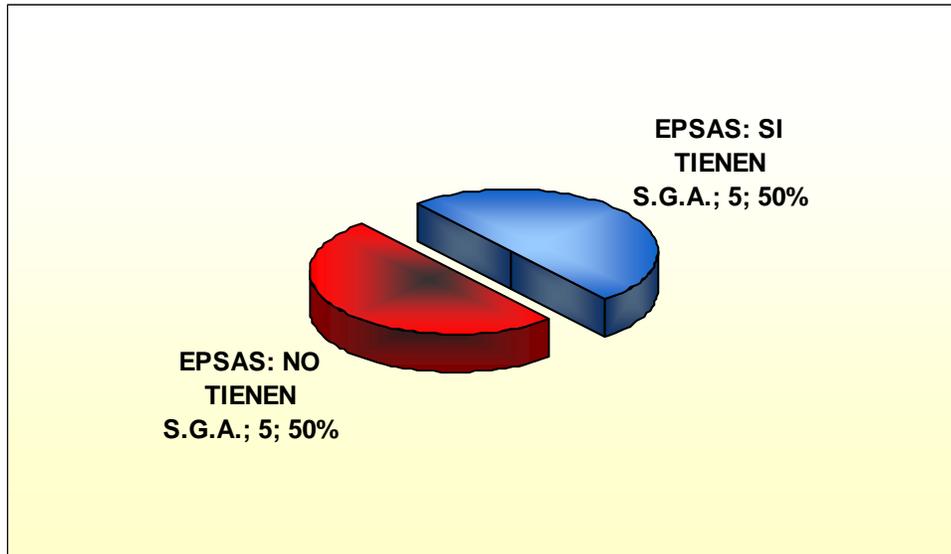
FUENTE: ELABORACION PROPIA

**GRÁFICO N° 5.1.20.2**  
**LAS EPSAS, EPSA MUNICIPAL, EMPRESA PRIVADA Y COOPERATIVAS**  
**QUE NO CUENTAN CON UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

**GRÁFICO Nº 5.1.20.3**  
**LAS EPSAS, EPSA MUNICIPAL, EMPRESA PRIVADA Y COOPERATIVAS**  
**QUE SI Y NO CUENTAN CON UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

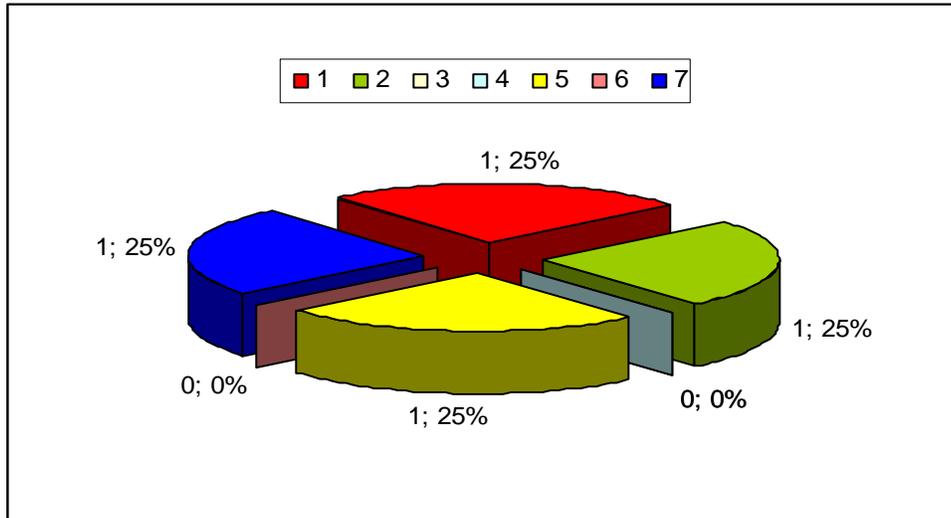
**5.1.21 ¿La empresa cuenta con la certificación por la norma ISO 14001?**

**CUADRO Nº 5.1.21.1**  
**LAS EPSAS CUENTAN CON LA CERTIFICACIÓN POR LA**  
**NORMA ISO 14001**

Nº	DESCRIPCIÓN	Canti dad	RESPTA. SI	RESPTA. NO	Total
1	EPSA – La ciudad del Alto de la Paz.	2	1	1	2
2	EPSA – La Ciudad de La Paz.	1	1		1
3	EMAPA – Provincias.	2		2	2
4	COOPERATIVAS – Zonas ciudad de la Paz.	1		1	1
5	SEMAPA – La ciudad de Cochabamba.	1	1		1
6	SEMAPA – Regional en las provincias.	2		2	2
7	EPSA – empresa privada Aguas del Tunari	1		1	1
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>10</b>

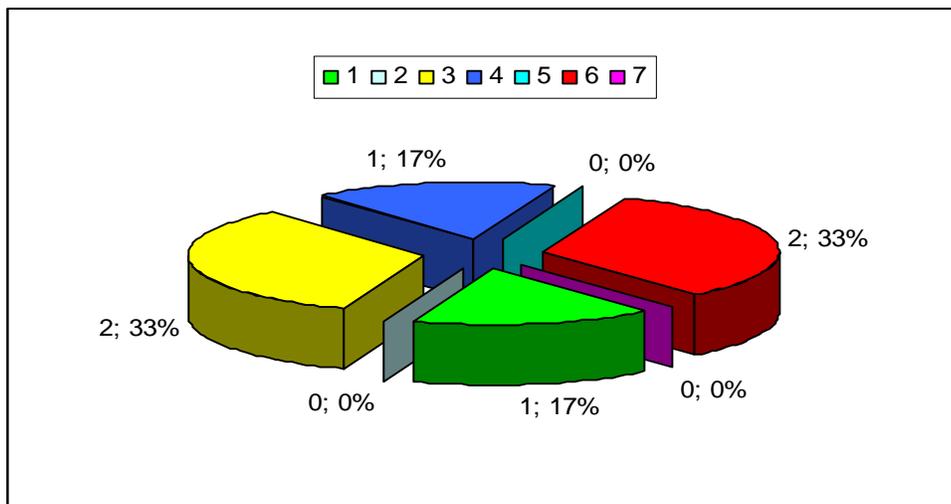
FUENTE: ELABORACION PROPIA

**GRÁFICO Nº 5.1.21.1**  
**LAS EPSAS QUE SI CUENTAN CON LA CERTIFICACIÓN**  
**POR LA NORMA ISO 14001**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

**GRÁFICO Nº 5.1.21.2**  
**LAS EPSAS QUE NO CUENTAN CON LA CERTIFICACIÓN**  
**POR LA NORMA ISO 14001**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

## **5.2 INFORME**

El informe es el resultado del proceso de auditoría, en la cual se van a comunicar a la entidad todos aquellos hallazgos de importancia, así como las conclusiones y recomendaciones que el auditor considere necesarias.

El informe de auditoría se prepara bajo la dirección del auditor líder (Supervisor), que es responsable de que sea preciso y completo.

Los temas a incluir en el informe de auditoría deben ser aquellos establecidos en el Plan de Auditoría.

Cualquier cambio deseado en el momento de la preparación del informe debe ser acordado entre las partes a las que concierne. (Ver; sub-título 4.10. Ejecución de la Auditoría sobre el desempeño ambiental, del capítulo IV.)

## **5.3 SEGUIMIENTO**

Una vez emitido el presente trabajo, la entidad que controla el seguimiento que es la Contraloría General del Estado hará el seguimiento a las recomendaciones del capítulo VI posterior a la presentación de los resultados y conclusiones, de acuerdo a lo establecido en los Artículos: 36, 37 y 38 del D.S. N° 23215.

La dilación y/o ausencia injustificada de las medidas que deben ser adoptadas, emergentes de esas recomendaciones, podrá generar responsabilidades de acuerdo a la Ley 1178.

## **CAPITULO VI**

### **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN**

#### **6.1 CONCLUSIONES**

La calidad del agua potable que finalmente recibe la población depende principalmente de:

- I. La eficacia del proceso de potabilización (medible en términos de la calidad del agua producida).
- II. El desempeño ambiental de las empresas de agua potable, en términos de las medidas que éstas deben adoptar para:
  - a) Localizar, proteger y racionalizar el uso de las fuentes de agua, a fin de evitar el deterioro e inclusive mejorar la calidad de las aguas captadas;
  - b) mejorar y controlar los procesos de potabilización; y
  - c) mantener la calidad del agua potable que sale de las plantas de tratamiento sin variaciones substanciales a lo largo de la red de distribución.

Las medidas relacionadas con el último punto, tienen que ver principalmente con la cantidad de cloro libre inicial que se debe añadir al agua para evitar re-infecciones bacteriológicas y con el estado de conservación de los materiales que componen la red de distribución (v.g. tanques de almacenamiento, tubería, válvulas bombas, etc.).

Un indicador razonable del grado de deterioro que ha sufrido una determinada red de distribución de agua potable es la magnitud de las variaciones que sufre la calidad del agua por su paso a través de dicha red. Específicamente, los criterios útiles para apreciar el estado de conservación de una red de distribución, son:

- a) Las variaciones en la conductividad eléctrica y la dureza total;
- b) Las disminuciones drásticas en la concentración de cloro libre;
- c) El incremento en coliformes totales y/o fecales; y
- d) La variación de otros parámetros (tales como metales pesados).

En base a los resultados presentados que antecede, y tomando en cuenta los criterios expuestos en los párrafos precedentes, se sacan las siguientes conclusiones; respecto a la eficacia de los procesos de potabilización en las plantas de tratamiento de agua examinadas en las ciudades de La Paz, El Alto y Cochabamba; y al desempeño ambiental de las empresas de agua potable EPSAS, cooperativas, SEMAPA de Cochabamba, SEMAPA de las provincias y las empresas privadas.

#### ***I. Eficacia del proceso de potabilización en las plantas de tratamiento***

En base a los resultados presentados en el capítulo V, y tomando en cuenta el criterio de calidad expuesto al inicio del capítulo VI, se concluye lo siguiente:

##### **a. Eficacia de la planta de tratamiento de Pampahasi - La Paz**

La planta de tratamiento de Pampahasi en La Paz es eficaz para producir agua potable cuyos parámetros analizados cumplen con los **valores recomendables** establecidos en la Norma Boliviana NB-512-97, como de igual forma las recomendaciones de los Convenios Internacionales OPS/OMS.

##### **b. Eficacia de la planta de tratamiento de Achachicala - La Paz**

La planta de tratamiento de Achachicala, considerando el tipo de aguas que potabiliza, es muy eficaz para producir agua potable bajo las siguientes condiciones:

- ❖ Los parámetros plomo, manganeso, hierro, sólidos en suspensión, coliformes totales y coliformes fecales están dentro de los **valores recomendables** establecidos en la Norma Boliviana NB-512-97;
- ❖ Los parámetros dureza total y sulfatos no cumplen con los **valores recomendables** pero están dentro de los **límites máximos aceptables** establecidos en la Norma Boliviana NB-512-97.

Sin embargo, el proceso de tratamiento en la planta de Achachicala no es eficaz con relación al parámetro pH. El agua que sale de la planta **no cumple** con el **rango máximo aceptable** (pH 6.5 - 9.2) establecido en la Norma Boliviana NB-512-97 ni con el **valor guía** de la OPS/OMS (pH 6.5 - 8.5).

A pesar de no cumplir con el requisito del pH, el agua que produce la planta de Achachicala es apta para el consumo humano. El problema del pH no tiene un efecto directo sobre la salud humana, pero sí un efecto indirecto, incluyendo una incidencia negativa en términos económicos, por lo siguiente:

- ❖ La velocidad de transformación química del cloro libre a sales de cloro es apreciable para valores de pH > 9, aumentando dicha velocidad conforme aumenta el pH. Asimismo, se indican las concentraciones mínimas recomendadas para cloro libre residual en función del pH, a fin de asegurar una desinfección efectiva. Se observa que el aumento en una unidad de pH (v.g. de 7 a 8; o de 8 a 9) demanda una duplicación de la concentración de cloro libre (v.g. de 0.2 a 0.4 mg/l, o de 0.4 a 0.8 mg/l, respectivamente). El agotamiento de cloro libre y/o su menor eficacia en la desinfección

bacteriana mediante los mecanismos señalados, inciden negativamente en el costo de las operaciones por el considerable incremento de la cantidad de cloro libre que requiere añadirse al agua que se envía a la red de distribución.

- ❖ En caso de no incrementarse la cantidad de cloro libre por el efecto mencionado en el párrafo anterior, se corre el riesgo de una re-infección bacteriana en la red de distribución, con el riesgo que ello implica para la salud de gran parte de la población paceña. EPSAS considera que 0,3 a 0,5 mg/litro de cloro libre es la concentración más adecuada para La Paz, sobre todo por la mala calidad del agua cruda que se trata en la Planta de Achachicala y por el estado de las tuberías en algunas partes de la red de distribución.
- ❖ Finalmente, un pH elevado puede causar daños en tuberías, calefones e instalaciones industriales que usan agua, debido a procesos corrosivos y, en caso de presencia de óxidos alcalinos, por el depósito de costras cálcico-magnésicas en el interior de conductores y recipientes de agua.

#### **c. Eficacia de la planta de tratamiento de Alto Lima - El Alto**

La planta de tratamiento de Alto Lima en El Alto es eficaz para producir agua potable cuyos parámetros analizados cumplen con los **valores recomendables** establecidos en la Norma Boliviana NB-512-97 como de igual forma las recomendaciones de los Convenios Internacionales OPS/OMS.

#### **d. Planta de tratamiento de Cala Cala - Cochabamba**

La planta de tratamiento de Cala Cala en Cochabamba es eficaz para producir agua potable cuyos parámetros analizados cumplen con los **valores recomendables** establecidos en la Norma Boliviana NB-512-97,

excepto que durante el semestre de la gestión 2008 no se cumplió el POA y PEDS.

## **II. *Desempeño ambiental de las empresas de agua potable***

En base a los resultados presentados en el capítulo V, y tomando en cuenta algunos de los criterios expuestos al inicio de este capítulo VI, se concluye lo siguiente:

### **a. Desempeño ambiental de EPSAS en La Paz y El Alto**

#### **– Captación de aguas**

Las aguas crudas captadas por EPSA para abastecer las plantas de Pampahasi en La Paz y de Alto Lima en El Alto, son de buena calidad (ver; cuadros N° 5.1.10.1. y 5.1.10.2.).

Sin embargo, las aguas captadas de Milluni y del río Choqueyapu para abastecer a la planta de Achachicala en La Paz, son de mala calidad. El agua de Milluni lleva grandes cantidades de sólidos suspendidos, así como hierro, manganeso y sulfatos disueltos, mientras que el agua del río Choqueyapu presenta elevadas concentraciones de coliformes totales y fecales patógenos, procedentes de las descargas domiciliarias ubicadas aguas arriba de la toma de EPSA, así como de cantidades considerables de sólidos suspendidos, este último debido principalmente al aprovechamiento y lavado de arenas que se explotan aguas arriba de la toma de EPSA.

A pesar de que la planta de Achachicala es eficaz para descontaminar las aguas procedentes de Milluni y del río Choqueyapu (sin tomar en cuenta el pH), la captación de éstas representa riesgos y perjuicios adicionales, no sólo porque dificultan y encarecen la potabilización del agua, sino también encierran el riesgo potencial de que fallas y/o descuidos humanos en el proceso de tratamiento no permitan reducir la concentración de los contaminantes a niveles inferiores a los

establecidos en las normas, con el consiguiente peligro para la salud humana.

Obviamente, no sería un objetivo factible ni razonable esperar que EPSAS se proponga descontaminar las aguas contenidas en la presa de Milluni. Sin embargo, la racionalización de su uso y el traslado de la ubicación de la toma del río Choqueyapu aguas arriba, sí lo son. A la fecha, EPSA no tomó ninguna medida que haya conducido al traslado de dicha toma, a pesar del considerable crecimiento poblacional que existe aguas arriba.

– **Procesos de potabilización**

El desempeño ambiental de EPSAS con relación al proceso de potabilización y de control de la calidad del agua, es adecuado. Sin embargo, la baja dosificación de cloro en el segundo muestreo a nivel de ambas plantas de tratamiento ubicadas en la ciudad de La Paz, se reflejó en las muy bajas concentraciones de cloro a nivel de las respectivas redes de distribución.

– **Variaciones de la calidad del agua en la red de distribución**

Los resultados observados sobre las variaciones en la calidad del agua potable que atraviesa la red de distribución abastecida por la planta de Achachicala, indican que existen problemas de deterioro en dicha red. Esta condición puede significar, además de los riesgos de contaminación, pérdidas por fugas de agua.

Las redes de distribución alimentadas por las plantas de Pampahasi y de Alto Lima, no presentan problemas serios de deterioro (o éste no es el suficiente como para modificar apreciablemente la calidad del agua que la recorre). Un caso especial que indican de un del de la calle Arce domicilio privado recibe agua de la planta de Pampahasi mezclada con agua que proviene de la planta de Achachicala y, por lo tanto, esos resultados no deben interpretarse como si fueran consecuencia de un alto grado de deterioro de esa parte de la red de distribución.

## **b. Desempeño ambiental de SEMAPA en Cochabamba**

### **– Captación de aguas**

Las aguas crudas que abastecen a la planta de tratamiento de Cala Cala, así como el agua de la estación de bombeo procedente del campo de pozos de Coña Coña, son de buena calidad (ver: 5.1.11.1 y 5.1.11.2)

### **– Procesos de potabilización**

El desempeño ambiental de SEMAPA con relación al proceso de potabilización es adecuado. Sin embargo, el desempeño ambiental relacionado con el control de la calidad del agua, no es adecuado, ya que existen indicios claros de deficiencias en el control de la calidad del agua potable y, sobre todo, en el control de la dosificación de cloro libre.

Por ejemplo, los responsables de la administración del POA y PEDS no han cumplido el respectivo control sobre la dosificación y desinfección bacteriológica en forma óptima y sujeto a la reglamentación de la Norma Bolivia 512-97. En tal sentido mencionados algunos casos; en el patio del Colegio Despertad - Chimba (20 UFC/100 ml); y en ambas muestras el contenido de cloro libre era muy deficiente (0.1 mg/l y < 0.1 mg/l, respectivamente). Durante el segundo muestreo en registros, en la muestra de Coña Coña, se repitió la presencia de coliformes (4 UFC/100 ml) y un bajo contenido de cloro libre (0.15 mg/l). Finalmente, en las primera y segundo ficha de control de muestreo en del domicilio en la calle 6 de Pacata Alta se registraron contenidos muy bajos de cloro libre (0.1 mg/l y < 0.1 mg/l, respectivamente).

### **– Variaciones de la calidad del agua en la red de distribución**

Los resultados observados sobre las variaciones en la calidad del agua potable que atraviesa la red de distribución abastecida por la planta de Cala Cala (ver: los resultados del capítulo V), son un indicio de que existen problemas de deterioro en dicha red, sobre todo con carácter serio en la parte del casco viejo de la ciudad. Esta condición puede significar, además de los problemas de contaminación observados, pérdidas importantes por fugas de agua.

## **6.2 RECOMENDACIÓN**

A continuación se formulan recomendaciones tanto para el Sector Normativo el Ministerio de Medio Ambiente y Agua y el Sector de Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico – AAPS, como Autoridad de Fiscalización.

### **VI. 1 *Sector Normativo del Agua Potable***

Las siguientes recomendaciones para el Sector Normativo surgen de las incoherencias observadas sobre las políticas nacionales y, sobre todo, las deficiencias en la normatividad que regula la calidad del agua potable:

- R. 01** Se recomienda a las Máximas Autoridades Ejecutivas a través de los Ministerios de Medio Ambiente, de Salud, de Recursos Naturales, Agua y otras Direcciones Generales, formar una comisión intersecretarial para interpretar correctamente y promover el ordenamiento definitivo del régimen de aguas (por lo menos en lo que concierne al agua potable), así como definir políticas de vigilancia, monitoreo y control de las empresas y sistemas de suministro de agua potable, asumiendo su papel de entes fiscalizadores, con el objetivo principal de lograr un mejor servicio e informar a la población periódicamente sobre la calidad del agua potable.

**R. 02** Se recomienda al Ejecutivo de IBNORCA promover a nivel del sector agua potable, la revisión y compatibilización con normas internacionales de la Norma Boliviana NB-512-97 (Requisitos para Agua Potable).

En particular, se le recomienda promover la coordinación entre el Secretario Nacional de Salud y los gerentes de las empresas de servicio de agua potable, a fin de establecer una política referente a la desinfección del agua potable, estableciendo valores mínimos y máximos de contenidos de sustancias desinfectantes (libres y combinadas), considerando temperatura, valor promedio del pH y otros. Asimismo, deberá considerarse la inclusión de nuevos parámetros, tales como la conductividad eléctrica y sólidos en suspensión (además de sólidos totales y turbidez ya incluidos en dicha norma).

## **VI. 2 *Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico***

Las siguientes recomendaciones a la Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico tienen el propósito de mejorar el desempeño ambiental de las Empresas de Servicio de Agua Potable en las ciudades de La Paz, El Alto y Cochabamba.

**R. 03** Se recomienda a la Máxima Autoridad de la Dirección, Prefecturales y Municipios coordinar acciones con las empresas de agua potable EPSAS, SEMAPA y otras EPSAS municipales, a fin de que éstas desarrollen una metodología para realizar con cierta frecuencia análisis de agua potable de sus redes de distribución, no solamente con fines de control de la calidad del agua potable, sino para detectar posibles deterioros, fallas, etc., en la infraestructura de abastecimiento de agua y la forma de tomar las previsiones y medidas para su pronta solución.

En este sentido, recomendamos además coordinar con las Direcciones Nacionales de Salud y de Recursos Naturales y Medio Ambiente para

concretar una propuesta de implementación de este sistema de vigilancia.

- R. 04** Se recomienda a la Máxima Autoridad Ejecutiva coordinar acciones con la empresa de agua potable EPSA, a fin de que ésta realice o contrate una evaluación de desempeño ambiental sobre el sistema de aguas y de manejo de la planta de tratamiento de Achachicala.

El propósito es evaluar la ecoeficiencia del proceso de potabilización, la racionalización del uso de las aguas de Milluni, la factibilidad del traslado aguas arriba de la toma del río Choqueyapu y la determinación de los riesgos potenciales y medidas de seguridad asociados a las decisiones a ser adoptadas.

Dicha evaluación deberá contemplar además el estudio de los efectos de un pH elevado (v.g. > 9) sobre la salud y la economía de la colectividad, incluyendo la problemática de la cloración asociada a pH's altos y, en caso necesario y justificado, promover un cambio de los límites actuales del rango recomendable y máximo aceptable establecidos en la Norma Boliviana NB-512-97.

La investigación tiene como objetivo desentrañar la calidad del agua y la aplicación de normas internacionales según los resultados determinados, las recomendaciones son emergentes de estas investigaciones y examen realizado., por tanto espero haber sido escuchado por entidades de control gubernamental sobre auditorias como la Contraloría General del Estado Plurinacional.

## CAPITULO VII

### 7. GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Agua potable.-** Aquella que por sus características organolépticas, físicas-químicas, microbiológicas y radiactivas se considera apta para el consumo humano y que cumple con lo establecido en la NB 512-97.

**Acuífero.-** Estructura geológicas estratégica sedimentaria, cuyo volumen de poros esta ocupado por agua en movimiento o estática.

**Aguas naturales.-** Aquellas cuyas propiedades originales no han sido modificadas por la actividad humana; y se clasifican en:

- a) Superficiales, como aguas de lagos, lagunas, pantanos, arroyos con aguas permanentes y/o intermitentes, ríos y sus afluentes, nevados y glaciares;
- b) Subterráneas, en estado liquido o gaseoso que afloren de forma natural o por efectos de métodos artificiales;
- c) Meteóricas o atmosferaza, que provienen de lluvias de precipitación natural o artificial.

Las aguas naturales según su salinidad de clasifican como sigue:

**Cuadro Nº 17**  
**Las Aguas Naturales según su Salinidad**

TIPO DE AGUA	Sólidos Disueltos Totales en mg/l			
	Desde	Cifras	Hasta	Cifra
Agua dulce menor a	1.500	-----	-----	-----
Agua Salobre	Desde	1.500	Hasta	10.000
Agua Salina	Desde	10.000	Hasta	34.000
Agua Marina	Desde	34.000	Hasta	36.000
Agua Hipersalina	Desde	36.000	Hasta	70.000

FUENTE: REGLAMENTO EN MATERIA DE CONTAMINACIÓN HIDRICA Pág. Nº 2/33 CODIGO SIM\_LA\_005

**Fuentes de abastecimiento de agua.-** Depósitos o cursos naturales de agua, superficies o subterráneos.

**Índice de langelier.-** Es la diferencia entre el pH real (medido) de un agua y el pH hipotético si el agua estuviera en equilibrio con carbonato de calcio sólido.

**Insumos químicos.-** Productos químicos utilizados en el tratamiento y desinfección del agua.

**Parámetro.-** Nombre del elemento o variable a medirse mediante un procedimiento analítico de laboratorio, variable a medirse mediante un procedimiento analítico de laboratorio de uno a varios elementos.

**Planta de tratamiento de agua.-** Conjunto de obras civiles, instalaciones de equipos convenientemente dispuestos para llevar a cabo procesos y operaciones unitarias que permitan obtener agua de calidad apta para consumo y uso humano. Se denomina también planta potabilizadora de agua.

**Punto de muestreo.-** Lugar físico de donde se extrae una muestra representativa.

**Punto de impacto.-** Punto fuera del área de descarga en un curso de agua, aguas arriba, donde no existe impacto de la descarga de aguas residuales crudas o tratadas.

**Prevención.-** Disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro de la calidad del agua.

**Red de distribución.-** Conjunto de tuberías, accesorios y dispositivos que permiten la entrega del agua a los consumidores.

**Riesgo en salud.-** Probabilidad de ocasionar daño a la salud de los consumidores debido a una operación defectuosa o contaminación en el sistema de abastecimiento del agua.

**Sistema de agua potable.-** Es un conjunto de estructuras, equipos, accesorios e instalaciones que tienen por objeto transformar la calidad del agua y transportarla desde la fuente de abastecimiento hasta los puntos de consumo, en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión.

**Tratamiento.-** Proceso físico, químico y/o biológico que modifica alguna propiedad física, química y/o biológica del agua residual cruda.

**Consumidor.-** Toda persona natural o jurídica, pública o privada que utiliza los servicios de agua para realizar sus actividades.

**Valor máximo aceptable.-** Valor máximo de concentración permitido para los parámetros definidos en el NB 512 y los reglamentos internos.

**Vigilancia de la calidad del agua.-** Proceso continuo y sistemático de recolección, análisis, interpretación y difusión de datos relacionados con la identificación, notificación, medición, determinación de causas de enfermedad y prevención de muestras vinculadas con la calidad del agua de consumo humano, con el propósito de formular estrategias de prevención adecuadas.

**Zona de abastecimiento de agua.-** Comprende una de las partes de la red de distribución, con características y condiciones homogéneas de operación, funcionamiento, calidad, cantidad, continuidad y presión.

## 7.1 SIGLAS Y ABREVIATURAS

<b>APHA:</b>	American Public Health Association.
<b>ASTM:</b>	American Society for Testing and Material Standards.
<b>EPSA:</b>	Entidad Prestadora de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario.
<b>IBNORCA:</b>	Instituto Boliviano de Normas de Calidad.
<b>MMA:</b>	Ministerio de Medio Ambiente y Agua
<b>AFCS – AAPS:</b>	Autoridad de Fiscalización Control Social Agua Potable y Saneamiento Básico.
<b>MSOP:</b>	Ministerio de Servicios y Obras Públicas.
<b>OBA:</b>	Organismo Boliviano de Acreditación.
<b>VSB:</b>	Vice-ministerio de Servicios Públicos.
<b>WPCF:</b>	Water Pollution Control Federation. Su sigla actual también es WEF – Water Environmental Federation.
<b>CEPIS:</b>	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
<b>ISO:</b>	International Organization for Standardization.
<b>OMS:</b>	Organización Mundial de la Salud.
<b>OPS:</b>	Organización Panamericana de la Salud.
<b>UMSA:</b>	Universidad Mayor de San Andrés.

## 7.2 OTRAS SIGLAS TÉCNICAS UTILIZADAS

<b>°C:</b>	Grados Celsius.
<b>CaCO<sub>3</sub>:</b>	Carbonato de calcio.
<b>CA:</b>	Corriente alterna.
<b>Cm:</b>	Centímetro.
<b>DBO<sub>5</sub>:</b>	Demanda bioquímica de Oxígeno (5 días).
<b>DMS:</b>	Distancia Mínima de seguridad.
<b>DQO:</b>	Demanda Química de Oxígeno.
<b>Km.:</b>	Kilómetro.
<b>l/s:</b>	litros por segundo.
<b>L/hab.-d:</b>	Litros por habitantes día.
<b>m.:</b>	metros.
<b>m.c.a:</b>	metro columna de agua.
<b>m/s:</b>	metros por segundo.
<b>Máx.:</b>	máximo.
<b>MED:</b>	medio.
<b>MG/l:</b>	miligramo por litro
<b>MG/m<sup>3</sup>:</b>	miligramo por metro cúbico.
<b>MI/l:</b>	milímetro por litro.
<b>Mm.:</b>	milímetro.
<b>N/cm<sup>2</sup>:</b>	Newton por centímetro cuadrado.
<b>OD:</b>	Oxígeno Disuelto.
<b>pH:</b>	Potencial de Hidrogeno.
<b>UFC/100:</b>	Unidades Formadoras de Colonia por 100 mililitros.

## 8. BIBLIOGRAFIA EN GENERAL

### 8.1 BIBLIOGRAFIA DE LEYES, CODIGOS Y NORMAS ADMINISTRATIVAS

-  Nueva Constitución Política del Estado.
  - Refrendado el 25 de enero del 2009.
  - Promulgado el 7 de febrero del 2009.
  - Por el Presidente del Estado Plurinacional.
  
-  Ley N° 1178.
  - Ley de Administración y Control Gubernamental.
  - De fecha 20 de julio de 1990.
  - República de Bolivia.
  
-  Norma Boliviana NB-512 Reglamento Nacional de control de agua para consumo humano.
  - Primera revisión, noviembre del 2005.
  - La Paz – Bolivia.

### 8.2 BIBLIOGRAFIA DE NORMAS DE AUDITORÍA

-  Principios, Normas Generales y Básicas de Control Interno Gubernamental.  
Emitido por la Contraloría General de la Republica (CGR).  
(CI/08) de enero de 2001.
  
-  Normas de Auditoria Generalmente Aceptados (NAGA´s).  
Contraloría General de la Republica.  
La Paz – Bolivia.

### 8.3 TEXTOS DE METODOLOGÍAS

- 📖 Nuevas Técnicas de Investigación.  
Mario Bunge.  
Ediciones Britania.  
Distrito Federal – México 2001.
  
- 📖 Metodología y técnicas de investigación en ciencias sociales.  
Pardinas Felipe.  
Editorial siglo XXI año 1991.  
Bogota – Colombia.
  
- 📖 Metodología de la investigación.  
Hernández Roberto, Fernández Carlos y Baptista Pilar.  
Editorial Mc. Graw Hill – 1999.

### 8.4 BIBLIOGRAFIA DE OBRAS Y TEXTOS

#### 8.4.1 Textos de Auditoría

- 📖 Guía de Auditoría.  
Dr. Larry P. Bailey, Ph. D., CPA  
Dr. Oscar J. Holzmann, Ph. D.,  
Traductor Harcourt Brace.  
Edición Madrid – España 1999.4
  
- 📖 Auditoría un enfoque integral.  
O. Ray Whittington y Kurt Pany  
Mc. Graw Hill.12ª.  
Edición Santa Fe – Bogota 2001.

#### 8.4.2 Obras, Informes y Guías de la OPS/OMS

-  Estudio sanitario del agua.  
Pérez, J. A. y otros. Granada:  
Universidad de Granada, 1995.  
Manual práctico; incluye sección sobre la contaminación y la salud.
  
-  Química del agua.  
Catalán, J. G.  
Editorial Bellisco, 2ª edición 1990.  
Madrid – España.  
Obra técnica sobre el agua; incluye bibliografía.
  
-  Tratamiento y depuración de aguas: eficiencia y alcance de estos procesos en la transmisión de las enfermedades hídricas.  
Catalán, Enrique.  
Madrid – España.  
Ediciones Hermann Blume, 1982.  
Obra técnica; incluye bibliografía.
  
-  Problemática ambiental en Bolivia.  
Jorge Escobari Cusicanqui.  
“Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas”.  
(UDAPE), Ediciones Particular, abril de 2003.  
La Paz – Bolivia.
  
-  Guías para la calidad del agua de bebida potable.  
3ra edición, OMS 2004.
  
-  OPS. La salud de las Américas.  
Washington, DC.

2002. Vol. I.

-  Relación del agua, saneamiento y la vigilancia con la salud: Hechos y cifras.  
OMS 2004.
  
-  Guía para la calidad del agua potable y control de la calidad del agua para consumo humano.  
Rojas, Ricardo.  
Lima - Perú:  
CEPIS/OPS, 2002.
  
-  Informe regional sobre la Evaluación 2000 en la Región de las Américas. Agua potable y saneamiento. Estudio actual y perspectiva.  
Washington, DC, 2000.

## 9. CRONOGRAMA DE TRABAJO

ACTIVIDADES	TIEMPO ESTIMADO
<b>CONOCIMIENTO DE LA FORMULACIÓN DEL PROYECTO DE GRADO</b> Recopilar información sobre la metodología de preparación y presentación de un trabajo de grado	5
<b>RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN PRELIMINAR</b> Elección del tema Realización de la investigación preliminar Sondeo de fuentes de información	7
<b>CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN</b> Verificación y clasificación de la información preliminar	5
<b>ELABORACIÓN DEL PÉRFIL</b> Definición del tipo de investigación y selección de la metodología a utilizar Formulación del problema de investigación Justificación de la investigación Formulación de los objetivos	8
<b>RELEVAMIENTO, CLASIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN</b> Obtención de información complementaria Validación y clasificación de la información Análisis de los resultados	10
<b>ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE GRADO</b> Redacción en borrador del tema de investigación Validación y aprobación por parte del tutor Redacción y presentación de los resultados finales	45
<b>PREPARACIÓN DE LA DEFENSA</b> Resumen del tema de investigación Preparación de las diapositivas Defensa final	10
<b>TOTAL</b>	<b>90</b> DIAS

# **ANEXOS**

# **FORMULARIOS EN GENERAL**

**LA PAZ - BOLIVIA**

**PLANILLA Nº 1  
HOJA DE IDENTIFICACIÓN**

**Planillas de Registro de Información del Control de Calidad del Agua**

**1. IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN DE LA EPSA**

1. NOMBRE:	
2. DEPARTAMENTO:	
3. PROVINCIA:	
4. MUNICIPIO:	
5. DIRECCION:	
6. TELÉFONO:	
7. CASILLA:	
8. E-MAIL:	

**2. DATOS DEL SISTEMA DE AGUA**

NOMBRE DEL SISTEMA:	
GEO-REFERENCIACION:	
TIPO Y NÚMERO DE FUENTES:	
TIPO O PROCESO DE TRATAMIENTO:	
POBLACIÓN ABASTECIDA:	
VOLUMEN DE AGUA ABASTECIDA/DIA:	
NOMBRE RESPONSABLE DEL CONTROL DE CALIDAD:	
OTROS:	

**3. PARÁMETROS ESPECIALES Ó EXCEPTUADOS**


#### 4. TABLA DE PARÁMETROS, MÉTODOS Y LÍMITES DE DETECCIÓN

LISTA DE PARÁMETROS:	
MÉTODO DE ANÁLISIS EMPLEADO POR PARÁMETRO:	
LÍMITE DE DETECCIÓN DEL MÉTODO:	

**NOTA:** Este ítem puede ser presentado una sola vez por año.

**PLANILLA N° 2  
 REGISTRO DE CALIDAD DEL AGUA EN LA PLANTA  
 Y EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO  
 REPORTE MENSUAL**

NOMBRE DEL SISTEMA:

.....

TIPO DE TRATAMIENTO:

.....

FECHA	TIPO DE ANALISIS	PARÁMETRO	UNIDAD	Afluente a planta	VALOR		VALOR GUIA NB 512
					Efluente de planta	Efluente de tanque	
DIA:1	Control Mínimo	pH.					
		Conductividad.					
		Turbiedad.					
		Cloro residual.					
DIA:2	Control Mínimo	Termoresistente					
		pH.					
		Conductividad.					
		Turbiedad.					
DIA:3	Control Mínimo	Cloro residual.					
		Termoresistente					
		pH.					
		Conductividad.					
DIA:4	Control Mínimo	Turbiedad.					
		Cloro residual.					
		Termoresistente					
		pH.					
DIA:5	Control Mínimo	Conductividad.					
		Turbiedad.					
		Cloro residual.					
		Termoresistente					
DIA:30	Control Mínimo Y Básico	pH.					
		Conductividad.					
		Turbiedad.					

		Cloro residual.					
		Color.					
		Dureza.					
		Sodio.					
		Hierro total.					
		Manganeso.					
		Cloruros.					
		Sulfatos.					
		Termoresistente.					

**PLANILLA N° 3  
 CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN  
 REPORTE MENSUAL**

NOMBRE DEL SISTEMA:  
 .....

FECHA	TIPO DE ANALISIS	PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR EN EL PUNTO DE MUESTREO								Observación
				1	2	3	4	5	6	7	8	
DIA:1	Control Mínimo	pH.										
		Conductividad.										
		Turbiedad.										
		Cloro residual. Termoresistente										
DIA:2	Control Mínimo	pH.										
		Conductividad.										
		Turbiedad.										
		Cloro residual. Termoresistente										
DIA:3	Control Mínimo	pH.										
		Conductividad.										
		Turbiedad.										
		Cloro residual. Termoresistente										
DIA:4	Control Mínimo	pH.										
		Conductividad.										
		Turbiedad.										
		Cloro residual. Termoresistente										
DIA:5	Control Mínimo	pH.										
		Conductividad.										
		Turbiedad.										
		Cloro residual. Termoresistente										
DIA:3 0	Control Mínimo Y Básico	pH.										
		Conductividad.										
		Turbiedad.										
		Cloro residual.										
		Color.										
		Dureza.										
		Sodio.										
		Hierro total.										
Manganeso.												

		Cloruros.																	
		Sulfatos.																	
		Termoresistente.																	

**NOTA:** En caso de análisis de parámetros especiales (Tabla N° 4 del Reglamento) se debe reportar en formato similar.

**PLANILLA Nº 4  
 CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO  
 REPORTE SEMESTRAL**

NOMBRE DEL SISTEMA:  
 .....

TIPO DE ANALISIS	FECHA	PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR		VALOR GUIA NB 512	Observaciones
				Afluyente a planta	Efluente de planta		
Control Complementario.		<b>Químicos inorgánicos.</b>					
		Arsénico.					
		Bario.					
		Boro.					
		Cadmio.					
		Cianuro.					
		Cobre.					
		Fluoruro.					
		Aluminio.					
		Nitritos.					
		Nitratos.					
		Plomo.					
		Zinc.					
		Níquel.					
		<b>Subproductos de la desinfección.</b>					
		Trihalometanos					
		<b>Químicos orgánicos.</b>					
		<b>a) Plaguicidas.</b>					
		Plaguicidas Totales.					
		Plaguicidas Individuales.					
		<b>b) Hidrocarburo.</b>					
		Hidrocarburos Totales.					
		Benceno.					
		Tolueno.					
		Etilbenceno.					
		Xileno.					
		Benzo (a) pireno.					
		<b>Microbiológico.</b>					

	<b>a) Bacterias.</b>					
	Coniformes.					
	Totales.					
	Escherichia Coli.					
	Heterotroficas.					
	Pseudomonas.					
	Clostridium.					
	<b>b) Parásitos.</b>					
	Cryptosporidium					
	Giardia.					
	Amebas.					

**PLANILLA Nº 5 – CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN  
 REPORTE MENSUAL**

**DATOS COMPARATIVOS Y VALORES PROMEDIO**

NOMBRE DEL SISTEMA: .....

PERÍODO AL QUE CORRESPONDE EL REPORTE: .....

FECHA DE PRESENTACIÓN: .....

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR NB 512	NUMERO DE MUESTRAS ANALIZADAS	VALOR			% CONFORMIDAD	OBSERVA- -CIONES
				MINIMO	MÁXIMO	PROMEDIO		
<b>MINIMO</b>								
pH.								
Conductividad.								
Turbiedad.								
Cloro residual.								
Termorresistente.								
<b>MINIMO + BASICO</b>								
pH.								
Conductividad.								
Turbiedad.								
Cloro residual.								
Color.								
Dureza								
Sodio								
Hierro total.								
Manganeso.								
Cloruros.								
Sulfatos.								
Colif. Termorresistencias.								
Alcalinidad Total.								