

UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD VIGENTE AL OTORGAR AGUA DE
CALIDAD BACTERIOLÓGICA EN HERMOSILLO, SONORA



MAYELA EVA GUADALUPE INZUNZA BUSTAMANTE

Hermosillo, Sonora

Junio 2014

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



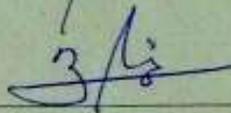
Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

FORMATO DE APROBACIÓN

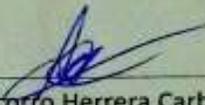
Los miembros del Comité de Tesis designado para revisar la Tesis de **Mayela Eva Guadalupe Inzunza Bustamante** la han encontrado satisfactoria y recomiendan que sea aceptada como requisito para obtener el Título de Licenciado en Biología con Opción en Biotecnología.



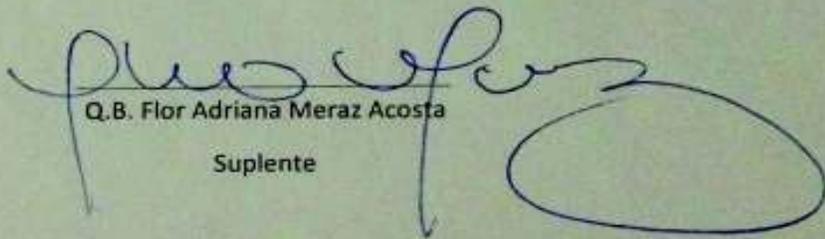
M.C. Geraciña Nubes Ortiz
Director de Tesis



M.S. Gilberto Solís Garza
Sinodal Secretario



M.C. Socorro Herrera Carbajal
Sinodal



Q.B. Flor Adriana Meraz Acosta
Suplente

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, y todo el esfuerzo en él plasmado, a Juan Manuel Inzunza Del Cid, mi abuelo, quien merece toda mi admiración y respeto.

A Evangelina Bustamante Ojeda, mi madre, mi mejor amiga; quien lo ha dado todo para que alcance mis sueños.

A los amigos que siempre han estado ahí, por su amor y paciencia; así como a todos aquellos que siempre representaron un ejemplo a seguir.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ofrece una extensa recopilación de información, la cual no hubiera sido realizada sin la valiosa colaboración de algunas personas, a las que extiendo mi más profundo agradecimiento.

Agradezco a la Ing. Iliana Vargas y a la Q.B. María Estela Araiza, de Agua de Hermosillo, por su transparencia y honestidad al atender todas las dudas sobre las instituciones involucradas en este estudio.

A mis sinodales, el M.S. Gilberto Solís Garza, la M.C. Socorro Herrera Carbajal y la Q.B. Flor Adriana Meraz Acosta, por tomarse el tiempo para revisar y corregir mi trabajo.

A mi directora de tesis, la M.C. Gerardina Nubes Ortiz, quien desde el primer día me dio su apoyo de manera incondicional. Agradezco su dedicación y sus consejos, los cuales no son sólo los de un asesor, sino los de una segunda madre.

A Emmanuel Mendoza e Ileen Aguilar, por su constante apoyo y compañía en el laboratorio, así como a todas las personas que directa o indirectamente participaron en mi trabajo de tesis.

Por último, pero no menos importante, agradezco todo el apoyo brindado desde siempre por mis padres, abuelos y hermanos. Además de mis amigos y compañeros, quienes estuvieron ahí desde el día en el que inicié mi carrera hasta el día en el que la concluí.

CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	4
II.1. Instituciones Responsables de la Vigilancia de la Calidad Bacteriológica del Agua	4
II.1.1. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS)	5
II.1.2. Secretaría de Salud (SSA)	9
II.1.2.1. Acciones estratégicas de la Secretaría de Salud	9
II.1.3. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)	12
II.1.4. Comisión Estatal del Agua (CEA)	14
II.1.5. Agua de Hermosillo	15
II.2. Normatividad Responsable de la Calidad del Agua	16
II.2.1. NOM-127-SSA1-1994, “Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización”	16
II.2.2. NOM-230-SSA1-2002, “Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo”	17
II.2.3. NOM-179-SSA1-1998, “Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público”	18
II.3. Calidad de Agua Potable y Enfermedades Diarreicas Agudas (EDAs)	19
II.4. Proceso de Potabilización	22
III. JUSTIFICACIÓN	24
IV. HIPÓTESIS	25
V. OBJETIVOS	26
V.1. Objetivo General	26
V.2. Objetivos Específicos	26
VI. METODOLOGÍA	27
VI.1. Descripción del Estudio	27
VI.1.1. Área de estudio	27

VI.2. Evaluación del Cumplimiento de la Normatividad Responsable de Otorgar Agua de Calidad Bacteriológica (ACB) en Hermosillo, Sonora	28
VI.3. Verificación de Eficiencia y Vigilancia de Cloración	29
VI.4. Opinión Pública Sobre ACB	30
VI.5. Recopilación Fotográfica	31
VI.6. Evaluación del Cumplimiento de las Funciones de COFEPRIS Sonora	31
VI.7. Evaluación de Resultados	31
VII. RESULTADOS	32
VII.1. Evaluación del Cumplimiento de la Normatividad Responsable de Otorgar Agua de Calidad Bacteriológica en Hermosillo, Sonora	32
VII.1.1. Secretaría de Salud	33
VII.1.2. Agua de Hermosillo	35
VII.1.3. Comisión Estatal del Agua	38
VII.2. Verificación de Eficiencia y Vigilancia de Cloración	39
VII.4. Opinión Pública Sobre ACB	50
VII.5. Recopilación Fotográfica	58
VII.6. Evaluación del Cumplimiento de las Funciones de COFEPRIS Sonora	65
VIII. DISCUSIÓN	67
IX. CONCLUSIONES	74
X. RECOMENDACIONES	75
XI. LITERATURA CITADA	77
XII. APÉNDICES	79

LISTA DE TABLAS

Tabla I	Número de fallecimientos por municipio debido a EDAs en el estado de Sonora en 2009 (Secretaría de Salud Pública, 2009).	21
Tabla II	Distribución de tanques de almacenamiento de agua potable ubicados por zona (Agua de Hermosillo, 2014).	28
Tabla III	Colonias seleccionadas por Zona donde se realizaron los muestreos de agua potable.	30
Tabla IV	Tabla de evaluación para el cumplimiento de la normatividad por parte de la Secretaría de Salud.	34
Tabla V	Tabla de evaluación para el cumplimiento de la normatividad por parte del Organismo Operador.	37
Tabla VI	Tabla de evaluación para el cumplimiento de la normatividad por parte de la Comisión Estatal del Agua.	38
Tabla VII	Determinación de coliformes totales (CT), coliformes fecales (CF) y <i>E. coli</i> (EC) en agua potable de la Zona Norte de Hermosillo, Sonora.	42
Tabla VIII	Determinación de cloro residual libre y unidades de pH detectadas en el agua potable en la Zona Norte de Hermosillo, Sonora.	42
Tabla IX	Determinación de coliformes totales (CT), coliformes fecales (CF) y <i>E. coli</i> (EC) en agua potable de la Zona Sur de Hermosillo, Sonora.	44
Tabla X	Determinación de cloro residual libre y unidades de pH detectadas en el agua potable en la Zona Sur de Hermosillo, Sonora.	44
Tabla XI	Determinación de coliformes totales (CT), coliformes fecales (CF) y <i>E. coli</i> (EC) en agua potable de la Zona Este de Hermosillo, Sonora.	46
Tabla XII	Determinación de cloro residual libre y unidades de pH detectadas en el agua potable en la Zona Este de Hermosillo, Sonora.	46
Tabla XIII	Determinación de coliformes totales (CT), coliformes fecales (CF) y <i>E. coli</i> (EC) en agua potable de la Zona Oeste de Hermosillo, Sonora.	48
Tabla XIV	Determinación de cloro residual libre y unidades de pH detectadas en el agua potable en la Zona Oeste de Hermosillo, Sonora.	48
Tabla XV	Relación de colonias que presentaron coliformes y tanque de almacenamiento que las abastece.	49
Tabla XVI	Escala de valores para evaluar el cumplimiento de la normatividad por parte de COFEPRIS Sonora	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Organigrama de la COFEPRIS (COFEPRIS, 2006).	7
Figura 2	Estructura Orgánica básica de la Secretaría de Salud Pública en Sonora (Dirección General de Innovación y Desarrollo. SSP, 2009).	11
Figura 3	Normativa por la que se rige cada institución responsable de otorgar ACB.	32
Figura 4	Uso del agua potable en actividades del hogar.	50
Figura 5	Tipo de agua que se utiliza para beber.	50
Figura 6	Cómo se considera el agua potable en las viviendas.	51
Figura 7	Sabores percibidos en el agua.	51
Figura 8	Zonas en las que se reportan sabores en el agua según encuestas de opinión pública.	53
Figura 9	Olor que se percibe en el agua.	54
Figura 10	Acceso a información sobre calidad del agua.	54
Figura 11	Calificación del servicio de agua potable por parte de las personas encuestadas.	55
Figura 12	¿Conoce en qué consiste el proceso de potabilización del agua?	55
Figura 13	Existencia de tanque de almacenamiento en la vivienda.	56
Figura 14	Enfermedades que los encuestados relacionan con la ingesta del agua que beben.	56
Figura 15	Instalaciones de la planta potabilizadora donde no hay malla o cerco protector.	60
Figura 16	Parte de las instalaciones de la planta donde se cuenta con cerco protector.	60
Figura 17	Árboles y ramas dentro de las instalaciones de la planta potabilizadora.	61
Figura 18	Contaminantes en el agua durante el proceso de potabilización.	61
Figura 19	Tuberías en mal estado, oxidadas y sin códigos de color e identificación.	62
Figura 20	Material sedimentado en paneles.	62
Figura 21	Material sedimentado en paneles.	62
Figura 22	Almacén de aplicación de material para desinfección del agua.	63
Figura 23	Equipo utilizado en la aplicación de desinfectantes del agua.	63
Figura 24	Almacén de productos destinados a la desinfección del agua.	64

RESUMEN

Existen diversos factores que influyen en la calidad del agua: la presencia o ausencia de fuentes de abastecimiento naturales; la infraestructura de redes de almacenamiento y distribución, y su potabilización. La vigilancia de la calidad del agua se define como la evaluación de forma continua, de la inocuidad y aceptabilidad de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo. Hay normas responsables de la vigilancia de la calidad del agua, como la NOM-127-SSA1-1994, NOM-230-SSA1-2002 y NOM-179-SSA1-1998. En ellas se establecen los niveles microbiológicos y parámetros físico-químicos que se encuentran dentro de los límites permisibles para el uso y consumo del agua potable. La hipótesis de esta tesis propone que la aplicación de la normatividad para otorgar agua de calidad bacteriológica en la ciudad de Hermosillo, Sonora, no se cumple en su totalidad por falta de recursos y vigilancia de la entidad responsable. El objetivo general fue determinar el porcentaje de aplicación de la normatividad al agua para uso y consumo humano, por parte de las instituciones correspondientes. Para ello, se diseñaron formatos donde se incluyeron los principales rubros de cada norma implicada y se les asignó un porcentaje. Para asignar las puntuaciones, se aplicaron cuestionarios en las instituciones encargadas de otorgar agua de calidad bacteriológica. Además se verificó la eficiencia de cloración mediante un monitoreo de cloro residual libre en el agua potable. Se encontró que el cumplimiento global de las tres normas es de 79.31%, siendo la NOM-230-SSA1-2002 la que presenta mayor cumplimiento, seguida de la NOM-127-SSA1-1994 y por último la NOM-179-SSA1-1998. El cumplimiento de la normatividad no es uniforme para ninguna de las entidades gubernamentales, siendo el Organismo Operador el que lleva la mayor responsabilidad de la aplicación y ejecución de la norma. Además, lo reportado por las instituciones no concuerda con los resultados obtenidos en el monitoreo.

I. INTRODUCCIÓN

Existen diversos factores que influyen en la calidad del agua que consume una población. Entre éstos se encuentran la presencia o ausencia de fuentes de abastecimiento naturales de agua; la infraestructura de redes de almacenamiento y distribución de agua; los aspectos culturales y socioeconómicos que condicionan la aceptación o rechazo a ciertas formas de abastecimiento y potabilización de agua y los factores políticos que afectan la normatividad relativa a la inversión en el desarrollo y mantenimiento de sistemas de abastecimiento de agua potable (Sánchez-Pérez et al, 2000).

La vigilancia de la calidad del agua de consumo puede definirse como la evaluación y examen, de forma continua y vigilante, desde el punto de vista de la salud pública, de la inocuidad y aceptabilidad de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo (OMS, 1997).

El agua de consumo inocua, mejor conocida como agua potable, no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda una vida, teniendo en cuenta las diferentes vulnerabilidades que pueden presentar las personas en las distintas etapas de su vida. Las personas que presentan mayor riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua son los lactantes y los niños de corta edad, las personas debilitadas o que viven en condiciones antihigiénicas y los ancianos. El agua potable es adecuada para todos los usos domésticos habituales, incluida la higiene personal.

Los mayores riesgos microbianos son los derivados del consumo de agua contaminada con excrementos humanos o animales. Los excrementos pueden ser fuente de patógenos, como bacterias, virus, protozoos y helmintos. Pueden producirse aumentos repentinos de la concentración de patógenos que pueden aumentar considerablemente el riesgo de enfermedades y desencadenar brotes de enfermedades transmitidas por el agua. Además, pueden exponerse a la enfermedad numerosas personas antes de que se detecte la contaminación microbiana.

Si no se garantiza la seguridad del agua, la comunidad puede quedar expuesta al riesgo de brotes de enfermedades intestinales y otras enfermedades infecciosas. Es particularmente

importante evitar los brotes de enfermedades transmitidas por el agua de consumo, dada su capacidad de infectar simultáneamente a un gran número de personas y potencialmente a una gran proporción de la comunidad.

La verificación de la calidad microbiológica del agua, en la mayoría de los casos, conlleva el análisis de microorganismos indicadores de contaminación patógenos específicos. La verificación de la calidad microbiológica del agua de consumo puede realizarla el proveedor, los organismos responsables de la vigilancia o una combinación de ambos.

Los riesgos para la salud asociados a los componentes químicos del agua de consumo son distintos de los asociados a la contaminación microbiana y se deben principalmente a la capacidad de los componentes químicos de producir efectos adversos sobre la salud tras periodos de exposición prolongados. Pocos componentes químicos del agua pueden ocasionar problemas de salud como resultado de una exposición única. Puede haber numerosos productos químicos de forma natural en el agua de consumo, como fluoruro, arsénico, uranio y selenio, que pueden ocasionar problemas de salud cuando su concentración es excesiva. Se han calculado valores de referencia para muchos componentes químicos del agua de consumo. Un valor de referencia representa normalmente la concentración de un componente que no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda una vida (OMS, 2006).

La NOM-127-SSA1-1994 establece los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano, que deben cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados o cualquier persona física o moral que la distribuya, en todo el territorio nacional, y la vigilancia del cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Salud y a los gobiernos de las entidades federativas, en coordinación con la Comisión Nacional del Agua, en sus respectivos ámbitos de competencia.

La NOM-230-SSA1-2002 establece los requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua, para preservar la calidad del agua para uso y consumo humano, así como los procedimientos sanitarios para su muestreo. La vigilancia del cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Salud y a los Gobiernos de las Entidades Federativas en sus respectivos ámbitos de competencia y a los organismos de tercera parte habilitados para tal efecto.

La NOM-179-SSA1-1998 trata la vigilancia y la evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano distribuida por sistemas de abastecimiento públicos. La vigilancia de su cumplimiento corresponde a la Secretaría de Salud, en coordinación con los gobiernos estatales, municipales, el Gobierno del Distrito Federal, las Comisiones Estatales de Agua y saneamiento y la Comisión Nacional del Agua en sus respectivos ámbitos de competencia.

En el estado de Sonora, se cuentan con 662,273 viviendas particulares habitadas que disponen de agua de la red pública en el ámbito de la vivienda, y en el municipio de Hermosillo la cifra es de 203,153 (INEGI, 2010). El organismo operador encargado del suministro de agua en Hermosillo, Sonora, es Agua de Hermosillo, que se encarga además de los servicios públicos como agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales, limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de los recursos, mercados y centrales de abasto, entre otros servicios (Agua de Hermosillo, 2010).

II. ANTECEDENTES

Existen diversas instituciones encargadas de regular la calidad del agua para uso y consumo humano, tanto a nivel nacional como estatal y municipal. Entre las más importantes destacan: la Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), la Secretaría de Salud (SSA), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y los Organismos Operadores de agua de cada región. También hay normas responsables de la vigilancia de la calidad, como la NOM-127-SSA1-1994, NOM-230-SSA1-2002 y NOM-179-SSA1-1998. En ellas se establecen entre otras cosas, los niveles microbiológicos y parámetros físico-químicos que se encuentran dentro de los límites permisibles para el uso y consumo del agua potable. Bajo esta normatividad, la calidad del agua se aplica a dos variables importantes, microbiológica y fisicoquímica. Estas dos variables incluyen una serie de parámetros que abarcan desde los análisis físicos generales hasta los toxicológicos. Sin demeritar el valor de cada uno de los parámetros de análisis, la variable microbiológica juega un papel sumamente importante al otorgar agua de calidad para uso y consumo humano. Los parámetros físicos y microbiológicos son de rutina diaria, los fisicoquímicos pueden realizarse mensual, semestral y anualmente y se cumplen según las necesidades estatales y federales y de apertura de pozos. La responsabilidad de ejecutar estas variables se distribuye entre las instituciones responsables de otorgar agua de calidad.

II.1. Instituciones Responsables de la Vigilancia de la Calidad Bacteriológica del Agua

La responsabilidad de la vigilancia de la calidad del agua se estipula a dos niveles, nivel federal y nivel estatal. A nivel federal encontramos a COFEPRIS y CONAGUA. A nivel estatal se integran la Comisión Estatal del Agua (CEA) y Secretaría de Salud. Para el Estado de Sonora, a nivel municipal la entidad se denomina Agua de Hermosillo, cada una cumpliendo funciones específicas y de vinculación entre ellas mismas.

II.1.1. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS)

La Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios es un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Salud, con autonomía técnica, administrativa y operativa, que tiene a su cargo el ejercicio de las atribuciones en materia de regulación, control y fomento sanitarios en los términos de la Ley General de Salud y demás disposiciones aplicables.

Su misión es proteger a la población contra riesgos a la salud provocados por el uso y consumo de bienes y servicios, insumos para la salud, así como por su exposición a factores ambientales y laborales, la ocurrencia de emergencias sanitarias y la prestación de servicios de salud mediante la regulación, control y prevención de riesgos sanitarios. Para su cumplimiento, la COFEPRIS tiene a su cargo las siguientes funciones:

I. Ejercer la regulación, control, vigilancia y fomento sanitarios, que en términos de las disposiciones aplicables corresponden a la Secretaría en materia de salud: medicamentos e insumos para la salud; alimentos y suplementos alimenticios; bebidas alcohólicas y no alcohólicas; productos de perfumería, belleza y aseo; tabaco, plaguicidas y fertilizantes, nutrientes vegetales, sustancias tóxicas, químicos, estupefacientes y psicotrópicos, productos biotecnológicos, materias primas y aditivos que intervengan en la elaboración de los productos señalados anteriormente, así como los establecimientos dedicados al proceso o almacenamiento de éstos; fuentes de radiación ionizante para uso médico; efectos nocivos de los factores ambientales en la salud humana; salud ocupacional; saneamiento básico, sanidad internacional y en general, los requisitos de condición sanitaria que deben cubrir los procesos, productos, métodos, instalaciones, servicios o actividades relacionados con las materias anteriormente descritas, en los términos de la Ley y demás disposiciones aplicables.

II. Elaborar y emitir las Normas Oficiales Mexicanas en coordinación con otras autoridades competentes en los casos que proceda.

III. Conducir el sistema federal sanitario, en coordinación con los gobiernos de los estados y del Distrito Federal.

- IV. Coordinar las acciones para la prestación de los Servicios de Salud a la Comunidad en materia de su competencia.
- V. Identificar, analizar, evaluar, regular, controlar, fomentar y difundir las condiciones y requisitos para la prevención y manejo de los riesgos sanitarios.
- VI. Expedir certificados oficiales de la condición sanitaria de procesos, productos, métodos, instalaciones, servicios o actividades relacionadas con las materias de su competencia.
- VII. Emitir, prorrogar o revocar las autorizaciones sanitarias en las materias de su competencia.
- VIII. Operar los servicios de sanidad internacional que la Ley y sus reglamentos le confieren a la Secretaría de Salud, con excepción de lo relativo a las personas.
- IX. Aplicar estrategias de investigación, evaluación y seguimiento de riesgos sanitarios, conjuntamente o en coadyuvancia con otras autoridades competentes.
- X. Imponer sanciones administrativas por el incumplimiento de disposiciones de la Ley en el ámbito de su competencia.
- XI. Ejercer las acciones de control, regulación y fomento sanitario correspondientes, para prevenir y reducir los riesgos sanitarios derivados de la exposición de la población a factores químicos, físicos y biológicos.
- XII. Participar, en coordinación con las unidades administrativas correspondientes de la Secretaría de Salud, en la instrumentación de las acciones de prevención y control de enfermedades, así como de vigilancia epidemiológica, cuando éstas se relacionen con los riesgos sanitarios derivados de los procesos, productos, métodos, instalaciones, servicios o actividades en las materias de su competencia.
- XIII. Las demás que señalen las disposiciones legales aplicables.

En la figura 1 se muestra un organigrama con la integración de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, el cual detalla los órganos y unidades administrativas que lo componen, para su debida organización y funcionamiento.

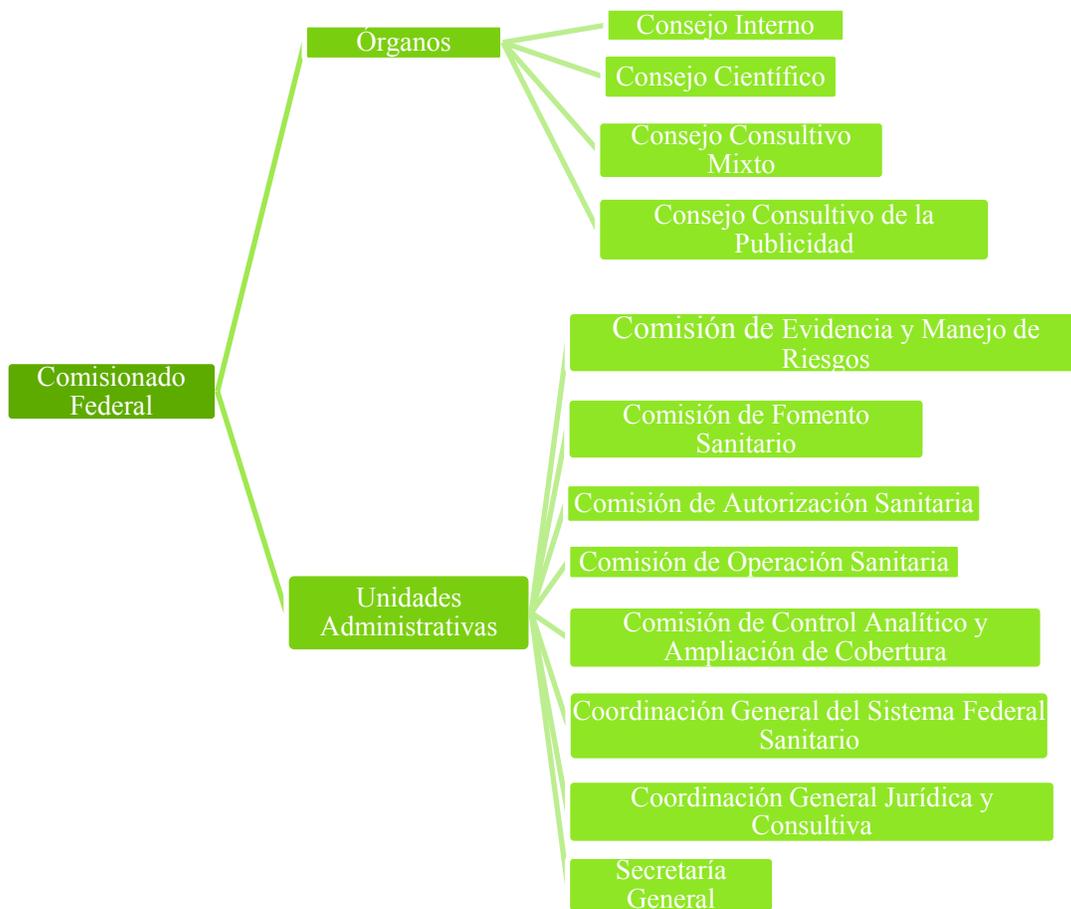


Figura 1. Organigrama de la COFEPRIS.(COFEPRIS, 2006).

En materia de calidad de agua, la COFEPRIS cuenta con tres proyectos: Agua de calidad bacteriológica, Agua de calidad fisicoquímica y Agua de contacto; siendo los dos primeros los de interés para el uso y consumo humano.

El proyecto de Agua de calidad bacteriológica tiene como objetivo general contribuir a la protección de la salud de la población contra riesgos de origen bacteriano en el agua para uso y consumo humano, mediante la vigilancia de la desinfección del agua que se distribuye en los sistemas formales de abastecimiento.

Sus objetivos específicos son los siguientes:

- Promover ante las autoridades sanitarias estatales la optimización de la vigilancia de la cloración del agua para uso y consumo humano.
- Estandarizar entre todos los involucrados la metodología de vigilancia de la cloración del agua.

- Elaborar un sistema de información con los resultados de calidad del agua (niveles de cloración).
- Fomentar ante los organismos responsables de los sistemas de abastecimiento de agua la cloración adecuada.
- Apoyar la creación de programas de fomento sanitario en localidades que no cuenten con sistema formal de abastecimiento de agua.

Entre sus acciones realizadas se encuentra la elaboración del “Manual de muestreo y determinación de cloro residual libre”, visitas de supervisión a los organismos operadores de cada entidad federativa y capacitación de su personal, así como el cambio de instalaciones con mal funcionamiento y la difusión de calidad de agua entre la población.

El proyecto Agua de calidad fisicoquímica tiene como objetivo general contribuir a la protección de la salud de la población contra riesgos derivados de la presencia de contaminantes químicos y físicos en el agua destinada para uso y consumo humano distribuida en sistemas de abastecimiento, mediante la vigilancia del agua que se distribuye en los sistemas formales de abastecimiento.

Sus objetivos específicos son:

- Realizar un diagnóstico nacional en ciudades de 50,000 habitantes o más y/o áreas rurales, de los tres contaminantes prioritarios: plomo, arsénico y flúor en agua.
- Fortalecer la capacidad analítica de los laboratorios estatales de salud.

Entre sus acciones realizadas se encuentra la elaboración de los “Lineamientos para determinar la calidad de agua física y químicamente limpia para uso y consumo humano”.

Además, se inició el diagnóstico de calidad de agua para determinar la presencia de arsénico, flúor y plomo en los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano de ciudades mayores a 50,000 habitantes. En este proyecto participan además de la COFEPRIS, la Comisión Nacional del Agua y los Organismos Operadores de Agua Potable (COFEPRIS, 2006).

II.1.2. Secretaría de Salud (SSA)

La misión de la Secretaría de Salud es contribuir a un desarrollo humano justo incluyente y sustentable, mediante la promoción de la salud como objetivo social compartido y el acceso universal a servicios integrales y de alta calidad que satisfagan las necesidades y respondan a las expectativas de la población, al tiempo que ofrecen oportunidades de avance profesional a los prestadores, en el marco de un financiamiento equitativo, un uso honesto, transparente y eficiente de los recursos y una amplia participación ciudadana.

La Secretaría de Salud en México es una secretaría de Estado a la que le corresponde el cumplimiento de acciones en materia de asistencia social, servicios médicos y salubridad general, con excepción de lo relativo al saneamiento del ambiente. Para su funcionamiento cuenta con un decálogo de acciones estratégicas, el cual se muestra a continuación:

II.1.2.1. Acciones estratégicas de la Secretaría de Salud

Dentro de las acciones estratégicas de la Secretaría de Salud, sólo tres de ellas son de ayuda para implementar mejoras a los sistemas de salud (2, 6 y 7), el resto son acciones para mejorar los sistemas administrativos de la misma institución.

1. Revisar y modificar el marco legal vigente para facilitar la integración del sistema universal de salud. Dentro de estas áreas se incluyen: los artículos 3º, 4º y 123 de la Constitución Política; la Ley General de Salud y sus reglamentos; la Ley Federal del Trabajo; la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; las leyes reglamentarias y orgánicas del Instituto Mexicano del Seguro Social, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado y Petróleos Mexicanos, y las constituciones, leyes orgánicas y leyes de salud estatales.
2. Incrementar la inversión en salud, consolidar el financiamiento del Sistema de Protección Social en Salud (SPSS) y mejorar la distribución de los recursos públicos entre

instituciones, entidades federativas y rubros de gasto (gasto de operación/gasto de inversión, gasto en atención curativa/gasto en actividades de salud pública).

3. Fortalecer las actividades de planeación estratégica con una visión sectorial de mediano y largo plazo, con el fin de anticiparse a los retos que nos plantea la transición epidemiológica y sus efectos en la atención a la salud.

4. Diseñar e implantar mecanismos de inversión en salud público/privadas para fortalecer la inversión en infraestructura y hacer más eficiente la operación de los servicios.

5. Implantar medidas que mejoren la eficiencia del sistema, dentro de las que destacan: i) la negociación de acuerdos para flexibilizar el uso de los recursos dedicados a la salud; ii) el fortalecimiento de las actividades de evaluación de los servicios, programas y políticas; iii) la puesta en marcha de un sistema de incentivos al buen desempeño que estimulen la calidad y la eficiencia, y iv) el desarrollo de un sistema integrado de información sectorial.

6. Consolidar las políticas de mejora continua de la calidad en todos los ámbitos del sistema: en las unidades de atención a la salud, en la esfera comunitaria y en las áreas administrativas.

7. Diseñar una estrategia sectorial de largo plazo de naturaleza intersectorial para el fortalecimiento de la promoción de la salud y la prevención de enfermedades que influya sobre los determinantes personales positivos de la salud y favorezca la adopción de estilos de vida saludables en los diversos grupos de edad.

8. Hacer un inventario sectorial exhaustivo de recursos y servicios de salud que guíe el diseño de planes de largo plazo para el fortalecimiento de la infraestructura en salud, recursos humanos, equipamiento, tecnología e investigación en salud.

9. Movilizar recursos adicionales para mejorar la formación de los recursos humanos para la salud y fortalecer la investigación básica y clínica en salud pública.

10. Fortalecer la vinculación con aquellos sectores cuyas actividades influyen de manera directa en las condiciones de salud, dentro de los que destacan los sectores alimentario, educativo, ambiental y de seguridad vial (Secretaría de Salud, 2007).

La estructura orgánica básica dictaminada por la Secretaría de Salud se muestra en la figura 2.

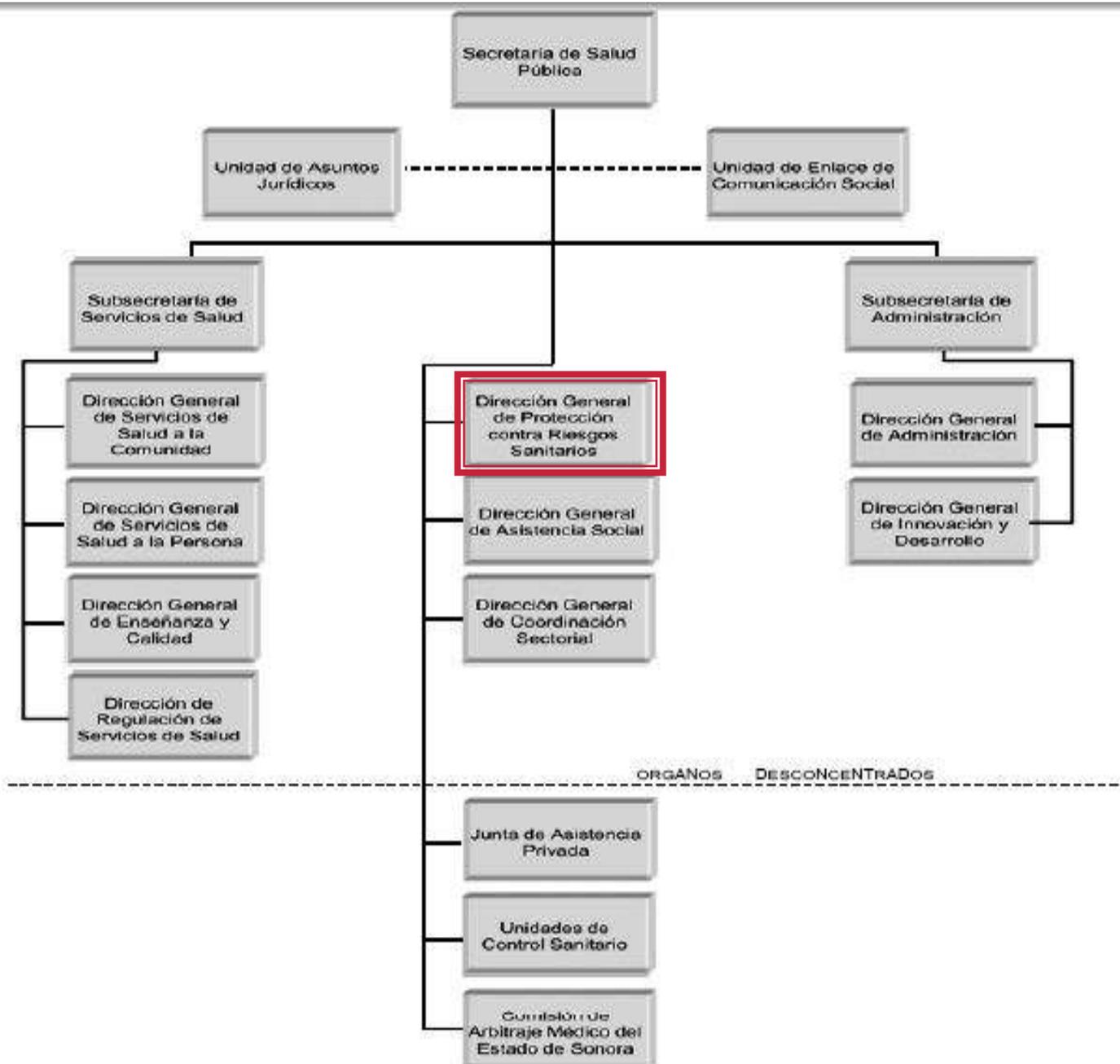


Figura 2. Estructura orgánica básica de la Secretaría de Salud Pública en Sonora. (Dirección General de Innovación y Desarrollo. SSP, 2009).

II.1.3. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)

La misión de la Comisión Nacional del Agua consiste en administrar y preservar las aguas nacionales, con la participación de la sociedad, para lograr el uso sustentable del recurso. Para la CONAGUA es indispensable la participación de la sociedad para alcanzar las metas en cada cuenca del país, debido a que los habitantes pueden dar la continuidad requerida a los programas planteados.

Considera que la sustentabilidad del agua se ha alcanzado cuando se cumplen los siguientes aspectos:

1. El agua genera bienestar social: se refiere al suministro de los servicios de agua potable y alcantarillado a la población, así como al tratamiento de las aguas residuales.
2. El agua propicia el desarrollo económico: considera al agua como un insumo en la actividad económica; por ejemplo, en la agricultura, la producción de energía eléctrica o la industria.
3. El agua se preserva: es el elemento que cierra el concepto de sustentabilidad. Se reconoce que el agua debe proporcionar bienestar social y apoyar el desarrollo económico, la Comisión Nacional del Agua está convencida de que se debe preservar en cantidad y calidad adecuadas para las generaciones actuales y futuras y la flora y fauna de cada región.

La comisión se divide en tres grupos para cumplir sus propósitos:

1. Oficinas Centrales. Apoyan a los Organismos de Cuenca y Direcciones Locales en la realización de las acciones necesarias para lograr el uso sustentable del agua en cada región del país, establece la política y estrategias hidráulicas nacionales, integra el presupuesto de la institución y vigila su aplicación, establece los programas para apoyar a los municipios en el suministro de los servicios de agua potable y saneamiento en las ciudades y comunidades rurales y para promover el uso eficiente del agua en el riego y la industria.
2. Organismos de Cuenca. Administran y preservan las aguas nacionales en cada una de las trece regiones hidrológico-administrativas en que se ha dividido el país. Los Organismos Cuenca realizan las siguientes funciones básicas:
 - Determinar la disponibilidad del agua.

- Orientar los nuevos polos de desarrollo.
- Lograr el uso sustentable del agua.
- Asegurar la preservación de los acuíferos.
- Garantizar la calidad del agua superficial.
- Llevar a cabo la recaudación en materia de aguas nacionales y sus bienes.
- Solucionar conflictos relacionados con el agua.
- Otorgar concesiones, asignaciones y permisos.
- Promover la cultura del buen uso y preservación del agua.
- Prevenir los riesgos y atender los daños por inundaciones.
- Prevenir los riesgos y atender los efectos por condiciones severas de escasez de agua.
- Operar la infraestructura estratégica

3. Direcciones Locales. Aplican las políticas, estrategias, programas y acciones de la Comisión en las entidades federativas que les corresponden.

La Comisión Nacional del Agua se encarga también de la regulación de las Aguas Nacionales, dentro de las cuales se encuentra el agua subterránea y el agua superficial. En cuestión de aguas subterráneas, el subsuelo mexicano aloja gran número de acuíferos fuentes de agua que funcionan a la vez como vasos de almacenamiento, redes de acueductos y plantas de tratamiento naturales. Se han definido 653 acuíferos para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo. Entre los atributos que el agua subterránea presenta se encuentran: menores pérdidas por evaporación, menor exposición a contaminantes, disponibilidad menos afectada por las variaciones climáticas, amplia distribución espacial, no hay pérdida de la capacidad de almacenamiento y la temperatura del agua se mantiene constante. Lo anterior ofrece ciertas ventajas a estas aguas frente a las superficiales. En regiones áridas, la presencia de aguas subterráneas es muy importante, ya que el subsuelo suele ser la principal y única fuente permanente de agua.

Las aguas superficiales se encuentran almacenadas principalmente en las presas del país. Se utilizan para riego, agua potable, generación de energía eléctrica y otros usos. Además, se considera agua superficial a la que corre por los ríos más importantes de la nación. La

disponibilidad del recurso se encuentra relacionada con la calidad del mismo, para con ello asegurar que el agua sea adecuada para el uso al que se quiera destinar (Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2006).

II.1.4. Comisión Estatal del Agua (CEA)

En el Estado de Sonora se cuenta con la Comisión Estatal del Agua (CEA), la cual impulsa de manera coordinada el desarrollo y eficiencia del sector hídrico, promoviendo el cuidado y la preservación del agua en la entidad.

La comisión tiene cinco objetivos de calidad, los cuales se enlistan a continuación:

1. Planear el desarrollo sustentable del sector hídrico.
2. Promover y ejecutar obras congruentes con el desarrollo.
3. Motivar altas eficiencias entre todos los usuarios.
4. Desarrollar una cultura de agua que promueva el uso responsable y la preservación del líquido.
5. Formar al personal para servir a los sonorenses de manera diligente y ejemplar.

Para el cumplimiento de estos cinco objetivos, la CEA, toma como base la NOM-230-SSA1-2002 y la NOM-179-SSA1-1998. Dentro de la Comisión se encuentra la Dirección General de Infraestructura Hidráulica Urbana, cuyo objetivo es contribuir en la modernización de la infraestructura hidráulica estatal en lo referente a calidad del agua, saneamiento, operación, mantenimiento, supervisión y construcción de obras. A su vez, dentro de ella se cuenta con el Departamento de Calidad del Agua. Su objetivo es controlar y apoyar en el monitoreo de la calidad del agua de acuerdo a la normatividad establecida para prevenir riesgos a la salud. Entre sus funciones se cuentan:

- Monitorear los niveles de cloro residual en el agua.
- Vigilar y Supervisar la operación de sistemas de cloración.
- Elaborar actas de monitoreo de cloro residual y actas de rehabilitación de equipos de cloración.

- Elaborar las cédulas técnicas de inversión Estatal y Federal y los anexos de ejecución y técnico para la autorización del Programa Federalizado Agua Limpia.
- Analizar la calidad del agua en fuentes de agua potable del Estado de Sonora, según programa de trabajo.
- Llevar a cabo acciones de Saneamiento Básico cuando la ocasión lo amerite.
- Coordinar reuniones con personal de salud y comisión nacional del agua para evaluación y diagnóstico del programa agua limpia y desinfección del agua en el estado.
- Asesorar sobre procesos de tratamiento de calidad del agua y mantenimiento a sistemas de cloración a organismos operadores de agua y ayuntamientos.
- Proponer y realizar talleres y cursos de capacitación sobre mantenimiento de equipos de cloración y muestreo y análisis de calidad del agua.
- Realizar las demás funciones inherentes al área de su competencia.

La Comisión Estatal del Agua tiene un registro de cada Organismo Operador de Agua presente en el estado. Para la ciudad de Hermosillo, el organismo operador es Agua de Hermosillo (Comisión Estatal del Agua, 2010).

II.1.5. Agua de Hermosillo

En Hermosillo se contó con servicio de agua potable por primera vez hasta finales del siglo XIX, cuando se introdujeron las primeras redes de tubería y cañería, así como bombas purificadoras de agua. Posteriormente se instalaron medidores en los domicilios, fijando cuotas de 3 y 5 pesos de acuerdo con el sector que se habitaba en la ciudad. En 1948 se comenzaron a administrar los servicios de agua potable y alcantarillado a través de las Juntas Federales de Agua Potable. En mayo de 1992 se establece que los servicios públicos como agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales, entre otros servicios, le pertenece su administración al Ayuntamiento.

De esta manera nace lo que hoy se conoce como Agua de Hermosillo, que tiene como misión proporcionar un eficiente servicio de agua de calidad con un organismo

autosuficiente, para sustentar el desarrollo armónico del municipio de Hermosillo, promoviendo entre los usuarios una nueva cultura del agua.

El objetivo del área de Calidad de Agua Potable de este organismo operador es garantizar la calidad del agua que se suministra directamente a los usuarios de este servicio, de conformidad a las Normas Oficiales vigentes. La política y lineamientos de su manual de operación establece que las muestras de agua deben ser tomadas en las diferentes fuentes de abastecimiento de la ciudad, como son: pozos, tanques, plantas potabilizadoras y tomas domiciliarias, para realizar los análisis físico-químicos y bacteriológicos con el fin de mantener los niveles de calidad del agua requeridos por la Comisión Nacional del Agua y la Secretaría de Salud (Secretaría de Salud Pública de Sonora, 2004).

II.2. Normatividad Responsable de la Calidad del Agua Potable

Para regular la calidad del agua para uso y consumo humano el Diario Oficial de la Federación en México pone a la disposición las Normas Oficiales Mexicanas vigentes que establecen parámetros de calidad, los cuales deben seguirse tal y como está establecido para asegurar la eficiencia en el manejo del recurso. Las principales normas referentes a la calidad del agua son: NOM-127-SSA1-1994, NOM-230-SSA1-2002 y NOM-179-SSA1-1998.

II.2.1. NOM-127-SSA1-1994, “Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización”

Esta norma fue publicada en el año de 1994 y cuenta con una modificación en el año 2000, establece los límites permisibles en cuanto a características bacteriológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas del agua para evitar y prevenir enfermedades que pudieran transmitirse a través de su consumo, que deben cumplir los sistemas de

abastecimiento públicos y privados o cualquier persona física o moral que la distribuya, en todo el territorio nacional.

En ella se definen términos referentes a los procesos de potabilización del agua, se establecen los límites permisibles de calidad del agua, tanto los límites permisibles de características bacteriológicas como de características físicas y organolépticas, además de características químicas y características radiactivas; se definen también los tratamientos utilizados en la potabilización del agua. La vigilancia del cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Salud y a los gobiernos de las entidades federativas en coordinación con la Comisión Nacional del Agua, en sus respectivos ámbitos de competencia.

La modificación del año 2000 hace referencia a los parámetros microbiológicos, haciendo alusión a coliformes fecales y totales, y fisicoquímicos que debe cumplir el agua para uso y consumo humano

II.2.2. NOM-230-SSA1-2002, “Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo”

La vigilancia de la calidad del agua es fundamental para detectar y prevenir riesgos a la salud, esto se logra, complementando la vigilancia con el uso de otros factores que determinen las características de construcción e instalaciones y equipo de las obras hidráulicas de captación y tratamiento. Siendo el objetivo proteger el agua para uso y consumo humano de diversos contaminantes que pueden causar daño a la salud, se utilizan términos de vigilancia, verificación y evaluación que manifiestan y comparan las condiciones sanitarias que presentan los sistemas de abastecimiento y que a su vez permiten preservar la calidad del agua. Proteger el agua de la contaminación, siempre será preferible a proporcionarle tratamiento cuando ya está contaminada.

Esta Norma Oficial Mexicana establece los requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua, para preservar la calidad del agua para uso y consumo humano, así como los procedimientos sanitarios

para su muestreo. Es obligatoria en todo el territorio nacional y aplicable a todos los organismos operadores de los sistemas de abastecimiento público y privado o cualquier persona física o moral que realice el manejo del agua para uso y consumo humano.

En ella, se definen los términos utilizados en instalaciones que se encargan del suministro de agua potable, así como en redes de distribución o en sistemas de abastecimiento de agua. También, la norma detalla especificaciones para pozos, sistemas de abastecimiento de agua, público o privado, cisterna para el transporte y distribución de agua. Así mismo, la norma también describe el control sanitario y las medidas preventivas para la determinación de cloro residual libre, que es el parámetro indicador de la desinfección del agua. En otro capítulo de la norma se hace referencia a los procesos sanitarios para el muestreo, entre los que se incluyen la descripción del material, reactivos y equipo necesario para la colecta de muestras; se describe el tipo y preparación de envases para toma de muestras, su procedimiento y manejo, así como la identificación y control. En términos generales, esta NOM-230-SSA1-2002 detalla todos los requisitos que deben cumplirse desde la preparación para el muestreo hasta el cumplimiento de los análisis requeridos.

La vigilancia de este cumplimiento corresponde a la Secretaría de Salud y a los Gobiernos de las Entidades Federativas en sus respectivos ámbitos de competencia y a los organismos de tercera parte habilitados para tal efecto.

II.2.3. NOM-179-SSA1-1998, “Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público”

La NOM-179-SSA1-1998 se elaboró con la finalidad de mejorar el control sanitario del agua para consumo humano, que es distribuida por sistemas de abastecimiento público. Dicha norma tiene como objetivo establecer los requisitos y especificaciones que deben observarse en las actividades de control de la calidad del agua para uso y consumo humano. Es obligatoria en todo el territorio nacional y es aplicable a todos los organismos operadores de los sistemas de abastecimiento público.

En esta norma se definen términos relacionados al registro de datos obtenidos en los análisis de calidad del agua, así como términos utilizados dentro del organismo operador, y

sistemas de abastecimiento. Se establecen los requisitos de los programas de trabajo de los organismos operadores, dentro de los que se incluyen: Programa de Análisis de Calidad del Agua, Programa de Inspección de Instalaciones Hidráulicas, Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo y Programa de Capacitación de Personal.

Posteriormente se mencionan las actividades que se deben llevar a cabo para la vigilancia de la calidad del agua y finalmente se establece el control sanitario y medidas preventivas que los organismos operadores y sistemas de abastecimiento deben incluir en sus programas de calidad del agua.

La vigilancia del cumplimiento de esta Norma corresponde a la Secretaría de Salud, en coordinación con los gobiernos estatales, municipales, el Gobierno del Distrito Federal, las Comisiones Estatales de Agua y Saneamiento y la Comisión Nacional del Agua en sus respectivos ámbitos de competencia.

II.3. Calidad del Agua Potable y Enfermedades Diarreicas Agudas (EDAs)

El agua para uso y consumo humano es aquella que no contiene contaminantes objetables, ya sean químicos o agentes infecciosos y que no causa efectos nocivos al ser humano. Para asegurar su calidad, el agua debe someterse a tratamientos de potabilización. En la NOM-127-SSA1-1994 se define la potabilización como el conjunto de operaciones y procesos, físicos y/o químicos que se aplican al agua a fin de mejorar su calidad y hacerla apta para uso y consumo humano. Para considerarse de calidad, el agua potable debe cumplir con los límites permisibles, siendo estos el contenido máximo o intervalo de valores de un componente, que garantiza que el agua será agradable a los sentidos y no causará efectos nocivos a la salud del consumidor. Estos componentes pueden ser bacteriológicos, físicos, organolépticos, químicos y radiactivos.

En el caso de características bacteriológicas, los componentes que se miden son los organismos coliformes totales y los organismos coliformes fecales. El límite permisible para los organismos coliformes totales es de 0 como NMP/100 ml ó 0 UFC/100 ml. Para los organismos coliformes fecales el límite permisible debe ser no detectable como NMP/100 ml ó 0 UFC/100 ml. NMP se refiere a “número más probable”, y se utiliza en la

técnica del número más probable. El término UFC se refiere a “unidades formadoras de colonias”, y se utiliza en la técnica de filtración por membrana. En estos análisis, para los Organismos Operadores del agua, hay un programa de monitoreo que se maneja para el cumplimiento total de las normas implicadas, de tal manera que los parámetros bacteriológicos se realizan diariamente, al igual que los físicos y los organolépticos. En cuanto a los parámetros químicos, éstos se llevan a cabo mensualmente y/o semestral, con excepción del cloro residual libre, que se realiza diariamente con la finalidad de verificar la eficiencia en el punto de desinfección en el proceso de potabilización. En cuanto a los parámetros radiactivos, éstos se realizan en periodo de estiaje y si es necesario, anualmente. Dentro de las características físicas y organolépticas se miden: color, olor y sabor y turbiedad. El límite permisible para el color es: 20 unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto. El color verdadero es el que presenta el agua una vez que se han removido los materiales suspendidos, que le dan un color aparente. El límite permisible para olor y sabor es: agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultados de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico). El límite permisible para turbiedad es: 5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método. Con relación a los parámetros químicos, las variables que manifiestan riesgo a la salud a corto y mediano plazo son todos los compuestos de nitrógeno, fósforo y azufre, además del término dureza, que especifica los minerales de calcio y magnesio. Estas variables requieren de mayor observación dado que manifiestan contaminación de tipo antropogénica. Para su interés consulte la normatividad. (NOM-127-SSA1-1994).

Si no se garantiza la seguridad del agua, la comunidad puede quedar expuesta al riesgo de brotes de enfermedades intestinales y otras enfermedades infecciosas. Las personas que presentan mayor riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua son los lactantes y los niños de corta edad, las personas debilitadas o que viven en condiciones antihigiénicas y los ancianos.

Dentro del control de calidad para los problemas de salud, la Secretaría de Salud toma como indicador de calidad a las enfermedades diarreicas agudas (EDAs), las cuales se caracterizan por la presencia de tres o más deposiciones líquidas en 24 horas. Estas enfermedades se pueden deber a varios agentes infecciosos: entre los más frecuentes

encontramos a *Escherichia coli*, *Shigella*, *Cryptosporidium* y *Vibrio cholerae*. Las formas de contagio incluyen la vía fecal-oral, a través de la ingesta de agua o alimentos contaminados con heces fecales que pueden ser tanto de origen animal como humano; existen otros factores que también pueden influenciar la presencia de las EDAs, como sería la falta de lactancia durante los primeros seis meses, el guardar alimentos a temperatura ambiente, beber agua contaminada y no lavarse las manos después de defecar y antes de preparar los alimentos.

Los datos más recientes para el estado de Sonora, según la Unidad de Vigilancia Epidemiológica de la Secretaría de Salud Pública, muestran que en 2006 se detectaron 28 decesos, para el año 2007 y 2008 se registraron 14 por el mismo padecimiento. El reporte de esta dependencia no especifica la edad de los decesos ocurridos en estos periodos. Para el año 2009 se registraron 11 muertes ocasionadas por EDAs, todas en menores de cinco años. La tabla 1 muestra el número de fallecimientos por municipio. (Secretaría de Salud Pública de Sonora, 2009).

Tabla I. Número de fallecimientos por municipio debido a EDAs en el estado de Sonora en 2009 (Secretaría de Salud Pública de Sonora, 2009).

Número de muertes causadas por EDAs en el estado de Sonora	
Municipio	Número de muertes
Hermosillo	3
Cajeme	2
Agua Prieta	1
Caborca	1
Esqueda	1
Guaymas	1
Navojoa	1
Álamos	1

II.4. Proceso de Potabilización

El proceso más utilizado de purificación de agua para otorgar agua de calidad tanto bacteriológica como fisicoquímica a la población se denomina potabilización. Este proceso se aplica a nivel nacional para todas las entidades gubernamentales tanto a nivel federal como estatal en todas las localidades del país, establecido y normatizado por la Secretaría de Salud. La potabilización se define como un conjunto de operaciones y procesos, físicos y/o químicos que se aplican al agua a fin de mejorar su calidad y hacerla apta para uso y consumo humano. La potabilización del agua proveniente de una fuente en particular, debe fundamentarse en estudios de calidad y pruebas de tratabilidad a nivel de laboratorio para asegurar su efectividad.

El Manual de Saneamiento de La Dirección de Ingeniería Sanitaria de México establece que los procesos de potabilización deben comprender los siguientes procesos: aireación, coagulación, ablandamiento, eliminación de fierro y magnesio, eliminación de olor y sabor, sedimentación, filtración, control de corrosión, evaporación y desinfección.

La aireación se realiza haciendo caer el agua sobre una cascada para incrementar la proporción de oxígeno disuelto en el agua. Así se reduce el contenido de dióxido de carbono hasta un 60% y mejora la purificación con bacteria aeróbicas.

Durante la coagulación se añaden compuestos químicos al agua para alterar el estado físico de los sólidos disueltos, coloidales o suspendidos, a fin de facilitar su remoción por precipitación o filtración.

El ablandamiento remueve los iones calcio y magnesio, principales causantes de la dureza del agua. La sedimentación es el proceso más común, se trata del asentamiento por gravedad de las partículas sólidas contenidas en el agua. Se realiza en depósitos anchos y de poca profundidad. Existen dos tipos de sedimentación, la simple y la secundaria. La simple elimina los sólidos más pesados sin necesidad de tratamiento especial, con el principio de que mientras mayor sea el tiempo de reposo, mayor será el asentamiento y la turbiedad será menor haciendo el agua más transparente. El reposo prolongado natural también ayuda a mejorar la calidad del agua debido a la acción del aire y los rayos solares. La sedimentación secundaria quita las partículas que no se depositan ni aun con reposo prolongado, causando turbiedad. Para esto se aplican métodos de coagulación con sustancias como el alumbre, bajo supervisión especializada.

Una vez aplicada la sedimentación se lleva a cabo la filtración, que da una mayor clarificación. Usualmente se realiza con un lecho arenoso de 100 por 50 metros y 30 centímetros de profundidad, donde actúan bacterias inofensivas que descomponen la materia orgánica presente en el agua en sustancias inorgánicas inocuas.

La desinfección es la destrucción de organismos patógenos por medio de la aplicación de productos químicos o procesos físicos. Dentro de los métodos físicos se encuentran filtración, ebullición y los rayos ultravioleta, los métodos químicos pueden incluir el ozono, yodo, plata y cloro; individualmente o combinados.

Para eliminar los posibles olores y sabores que pueda contener el agua dependiendo de su origen y/o de sus contaminantes al finalizar todos los procesos que incluye la potabilización se utiliza carbón activado para hacer pasar el agua a través de su porosidad y otorgarle la característica de insabora e inodora.

Este proceso de potabilización está contemplado en la NOM-127-SSA1-1994 y establece todos los requisitos así como compuestos a utilizar en el proceso (CONAGUA, 2006).

III. JUSTIFICACIÓN

La carencia de información y el desconocimiento de planes y programas por instituciones gubernamentales responsables de otorgar recursos y/o beneficios a la población, es muy común en nuestra sociedad. La percepción de la existencia de un fuero sobre las instituciones gubernamentales limita la actividad evaluativa por diferentes sectores sobre su desempeño. Las auditorías y la vigilancia son herramientas que permiten poner en manifiesto este cumplimiento. La reglamentación y la normativa son patrones que se deben ejercer por ley. La omisión, violación o quebrantamiento de estas herramientas expone la ejecución de programas y evidencia la operabilidad de recursos gubernamentales.

IV. HIPÓTESIS

La aplicación de la normatividad para otorgar agua de calidad bacteriológica no se cumple en su totalidad por falta de recursos y vigilancia de la entidad responsable.

V. OBJETIVOS

V.1. Objetivo General

Determinar el porcentaje de aplicación de la normatividad al agua para uso y consumo humano en la ciudad de Hermosillo, Sonora.

V.2. Objetivos Específicos

Determinar el porcentaje de cumplimiento de la NOM-127-SSA1-1994, la NOM-230-SSA1-2002 y la NOM-179-SSA1-1998 en cuestión de calidad de agua para uso y consumo humano.

Determinar el porcentaje de cumplimiento por cada institución responsable.

Determinar la cobertura, eficiencia y vigilancia de cloración por parte de COFEPRIS Sonora.

Verificar la eficiencia de cloración en el sistema de distribución de agua para uso y consumo humano, mediante un monitoreo domiciliar.

VI. METODOLOGÍA

VI.1. Descripción del Estudio

El presente estudio se realizó como se muestra a continuación:

Se evaluó el cumplimiento de la normatividad responsable de otorgar agua de calidad bacteriológica en Hermosillo, Sonora.

Se verificó la eficiencia y vigilancia de cloración.

Se aplicaron encuestas a la población de Hermosillo, Sonora para conocer su opinión acerca de la calidad del agua que llega a su vivienda.

Para verificar el cumplimiento de la normatividad se realizó una recopilación fotográfica de las instalaciones del sistema de distribución de agua, como evidencia del cumplimiento de la norma.

Se realizó una evaluación del cumplimiento de las funciones de COFEPRIS Sonora bajo la normativa dentro de sus tres rubros de mayor importancia: regulación, control y fomento sanitario.

VI.1.1. Área de estudio

El área de estudio comprende la ciudad de Hermosillo, Sonora; donde se consultó la sectorización por puntos cardinales de la ubicación de las colonias de la ciudad, así como la distribución de agua por tanques de almacenamiento. La ciudad de Hermosillo, según informes de la CEA y Agua de Hermosillo, está integrada por aproximadamente entre 400 y 450 colonias. Cuenta con un total de 784,342 habitantes (INEGI, 2010). La ubicación de

las colonias no es equitativa por Zona, correspondiéndole el mayor número a la Zona Este. Para poder detectar fuentes de contaminación, se recopiló información sobre los tanques de distribución que otorgan agua de calidad bacteriológica a la población. Esta información fue proporcionada por el Organismo Operador en función.

El número de tanques que abastece a la ciudad de Hermosillo en la actualidad suman 23, ubicados en las distintas zonas, esta distribución se presenta en la tabla II. La información sobre la distribución de tanques fue proporcionada por Agua de Hermosillo al igual que la distribución de colonias por Zona.

Tabla II. Distribución de tanques de almacenamiento de agua potable, ubicados por Zona en la ciudad de Hermosillo, Sonora (Agua de Hermosillo, 2014).

		Zonas			
		Norte	Sur	Este	Oeste
Tanques	Pueblitos		Palo Verde	5 de Febrero	Kino
	Bachoco I		Akiwiki	Periférico	Bagotes
	Bachoco II		Willard	Puebla	Piedra Bola
	Los Ángeles			Pitic	Constitución
	Olivos			Campana	
	Cerro Colorado			Sauceda	
	Café Combate			Cementería	
	San Luis			Parque Industrial	

VI.2. Evaluación del Cumplimiento de la Normatividad Responsable de Otorgar Agua de Calidad Bacteriológica (ACB) en Hermosillo, Sonora

Para verificar la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en las instituciones responsables de otorgar agua de calidad bacteriológica se diseñó un cuestionario que contempla las funciones y obligaciones de cada institución, tomando en cuenta todos los rubros que contempla cada norma referente a la calidad del agua para uso y consumo humano y que le compete por función gubernamental (Apéndice 1 y Apéndice 2). Este

cuestionario fue utilizado para recopilar la información necesaria y útil, el cual se aplicó a funcionarios y responsables de los procesos del tratamiento de captación y tratamiento al agua que es utilizada para uso y consumo humano. Asimismo también fue aplicable para detectar las funciones de vigilancia y verificaciones del cumplimiento de la calidad sanitaria del agua. De la misma manera el formato apoya la obtención de la información necesaria y requerida para determinar la calidad y mantenimiento de la infraestructura utilizada en la captación y tratamiento del proceso de potabilización.

VI.3. Verificación de Eficiencia y Vigilancia de Cloración

Para realizar la verificación de la eficiencia y vigilancia de cloración se elaboró un cuestionario con la información referente a la desinfección del agua y se aplicó a la institución encargada de ésta (Apéndice 1). Esta información se recopiló a través de la entrevista a funcionarios del Organismo Operador y al personal encargado de los análisis de laboratorio requeridos por la normatividad.

Con la finalidad de verificar la calidad sanitaria, el contenido de cloro residual y verificar la acidez del agua se diseñó un monitoreo para la ciudad de Hermosillo sectorizando por puntos cardinales a la población. Con base en que la distribución de colonias en la ciudad de Hermosillo no es equitativa por sector y, a que la totalidad registrada actualmente oscila entre las 400 y 450 colonias se seleccionó el 10% por zona, para realizar un muestreo de agua potable mensual durante tres meses (agosto, septiembre y octubre); para obtener un total de 120 muestras.

Las colonias seleccionadas en donde se realizaron los muestreos por zona se describen en la tabla III. La metodología utilizada durante el muestreo fue la descrita en la NOM-127-SSA1-1994 y el análisis de coliformes se realizó según lo establecido en la metodología CCAYAC-M-004/8. La determinación de cloro residual libre en el agua se llevó a cabo utilizando el kit Pentair Pool and Spa Test Kit.

Tabla III. Colonias seleccionadas por Zona donde se realizaron los muestreos de agua potable.

Zona Norte	Zona Sur	Zona Este	Zona Oeste
La Victoria	Altares	Agaves	Camino Real
Tazajal	Cuauhtémoc	Costa del Sol	Las Quintas
Tabachines	Nuevo Hermosillo	Las Lomas	Salvatierra
Pueblitos	Parque Industrial	Alcatraces	Vista Bella
Jardines	Palo Verde	San Benito	Álvaro Obregón
Insurgentes	Tirocapes	Ranchito	Fonapo
Apolo	Villa de Seris	Modelo	Montecarlo
Bachoco	Los Olivos	Olivares	Oasis del Sol
Jesús García	Emiliano Zapata	Casa Blanca	San Ángel
Bugambilias		Centenario	Villa Bonita
		Villa Satélite	

VI.4. Opinión Pública Sobre ACB

Con la finalidad de obtener información acerca de la calidad del agua que se otorga a la población y la percepción que se tiene sobre los organismos operadores, se diseñó una encuesta que arroja la información relevante sobre la opinión personal que prevalece en la población (Apéndice 3). Tomando en cuenta la sectorización y la selección de las colonias para los monitoreos, las encuestas se aplicaron en las colonias seleccionadas anteriormente. De manera adicional, se aplicaron encuestas a personal médico en cuatro hospitales de la ciudad, para conocer su opinión acerca de la calidad bacteriológica del agua e incidencia de enfermedades ocasionadas por la ingesta de ésta, principalmente las de origen diarreico. Los hospitales encuestados fueron los más relevantes y de mayor audiencia, como son Hospital CIMA, Hospital Infantil del Estado de Sonora, Hospital Ignacio Chávez y Hospital General del Estado de Sonora.

Los resultados obtenidos de la opinión pública se manifestaron mediante gráficas para expresar los diferentes puntos de vista que otorgó la población en cuanto a aceptación, uso, cumplimiento de funciones y vigilancia.

VI.5. Recopilación Fotográfica

Se visitó la infraestructura relevante al almacenamiento y distribución de ACB referente a la NOM-230-SSA1-2002 para manifestar evidencia concreta sobre el estado actual de las instalaciones.

VI.6. Evaluación del Cumplimiento de las Funciones de COFEPRIS Sonora

Tomando en cuenta las funciones de COFEPRIS Sonora, y la normatividad aplicable por cada institución responsable, se diseñó una escala de valores con los rubros más importantes de las tres normas implicadas en la vigilancia de la calidad sanitaria del agua, donde se otorgó el mismo valor a cada norma (33.33%) dividiendo este porcentaje en cada uno de los rubros implicados en la normatividad. Estos valores fueron asignados con base en las respuestas obtenidas por personal de las instituciones responsables de otorgar agua de calidad bacteriológica y a través de las respuestas de encuestas aplicadas a cada institución.

VI.7. Evaluación de Resultados

Para evaluar cumplimiento normativo de cada institución responsable se utilizó el formato de escala de valores con el que se evaluó a COFEPRIS, clasificando los rubros implicados en cobertura, eficiencia y vigilancia para cada una de las instituciones. Con base en el total de rubros implicados se asignó un porcentaje de participación.

Para evaluar el cumplimiento de las funciones COFEPRIS a nivel nacional se utilizaron los reportes anuales en cuanto a cobertura de cloración, porcentaje de cloración y el cumplimiento de su función.

La calidad del agua fue evaluada siguiendo la NOM-127-SSA1-1994 vigente, la cual emite los límites máximos permisibles de contaminantes de agua para consumo humano.

VII. RESULTADOS

VII.1. Evaluación del Cumplimiento de la Normatividad Responsable de Otorgar Agua de Calidad Bacteriológica en Hermosillo, Sonora

Según las funciones observadas de cada institución responsable de otorgar ACB, la aplicación de la normatividad se ejerce como se muestra en la figura 3, donde la Secretaría de Salud tiene implicación con la NOM-127-SSA1-1994, la NOM-230-SSA1-2002 y la NOM-179-SSA1-1998, el Organismo Operador Agua de Hermosillo tiene implicación también con las tres normas, y la CEA tiene implicación con la NOM-230-SSA1-2002 y la NOM-179-SSA1-1998.

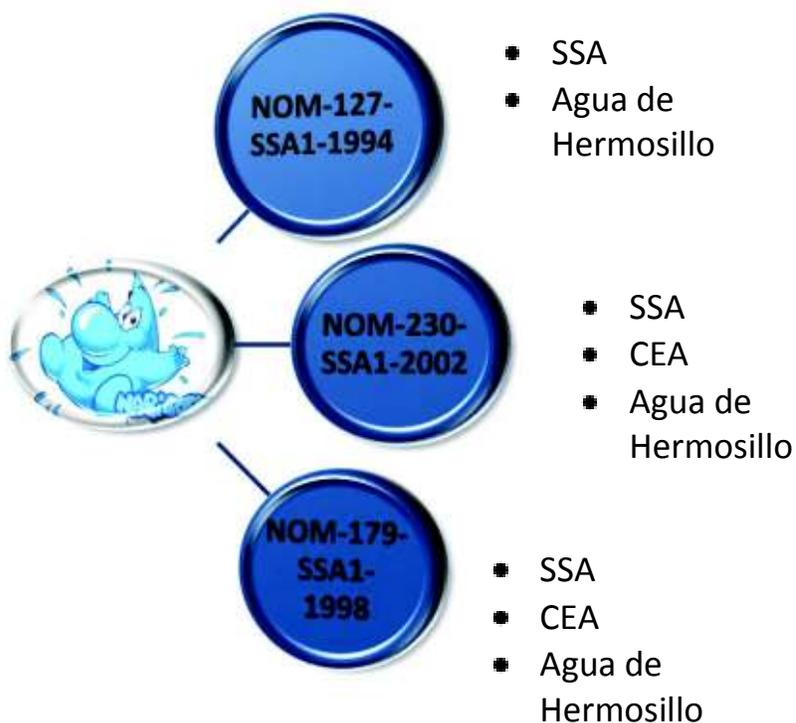


Figura 3. Normativa por la que se rige cada institución responsable de otorgar ACB.

Si observamos la puntuación otorgada en la escala de valores en el cumplimiento de cada rubro se obtiene lo siguiente:

VII.1.1. Secretaría de Salud

De 12 puntos que contempla la NOM-127-SSA1-1994, esta institución sólo se responsabiliza de cuatro, los cuales corresponden a pruebas bacteriológicas, determinación de metales, proceso de desinfección midiendo cloro residual y el rubro referente a asociación con otras instituciones en caso de contingencias. La norma especifica que las pruebas bacteriológicas deben realizarse a diario cuando la población de una localidad esté por arriba de los 500,000 habitantes. La determinación de metales debe realizarse de manera trimestral y el valor de la desinfección a través de la medida del cloro residual libre debe realizarse diariamente. El cumplimiento reportado en cada una de estas variables es del 100% para dos de ellas, las pruebas bacteriológicas y la asociación con otras instituciones. En el caso de metales y el análisis fisicoquímico, así como las determinaciones de cloro sólo se realizan mensual o en casos de tercerías y/o cuando se suscita una contingencia, dejándose esta responsabilidad en el Organismo Operador. La determinación de metales pesados y el resto de parámetros que contempla la norma está sujeta a solicitar el análisis por servicio particular, dado que el laboratorio estatal no contiene el equipo necesario para su realización. La puntuación otorgada por el estudio en cumplimiento de esta norma corresponde a un 75%.

Con relación a la NOM-230-SSA1-2002, de 6 rubros implicados, cumple en su totalidad, otorgándose el 100%, haciendo referencia a que esta norma se refiere a la infraestructura, materiales y reactivos con los que deben contar las instalaciones responsables de otorgar agua de calidad bacteriológica.

Con relación a la NOM-179-SSA1-1998, la responsabilidad para la Secretaría de Salud se encuentra en 8 rubros. Esta responsabilidad estriba en la vigilancia, cobertura y eficiencia de cloración. En este caso se otorga una puntuación de 12.5% para cada rubro. El porcentaje total obtenido corresponde a 85.2%, dado que en cuanto a determinaciones de cloro, los sitios de muestreo en planta potabilizadora y las visitas a las instalaciones

hidráulicas sólo se realizan ocasionalmente (no existen registros de bitácoras sobre el cumplimiento de estas funciones).

El promedio de cumplimiento de la normatividad por parte de la Secretaría de Salud, como se muestra en la Tabla IV, es de 86.73%. Dentro de este porcentaje, la norma con mayor incumplimiento es la NOM-127-SSA1-1994. Este incumplimiento está basado principalmente en negligencia y delegar responsabilidades a otras instituciones.

Tabla IV. Tabla de evaluación para el cumplimiento de la normatividad por parte de la Secretaría de Salud.

RUBRO	% DE CUMPLIMIENTO	% DE PUNTUACIÓN EN LA EVALUACIÓN	
NOM-127-SSA1-1994	100	75	Observación
Pruebas bacteriológicas	25	25	Incumplimiento en los periodos de análisis sugeridos por la norma. Se deja responsabilidad en Organismo Operador.
Determinación de metales	25	12.5	
Desinfección	25	12.5	
Asociaciones con otras instituciones en caso de contingencias	25	25	
NOM-230-SSA1-2002	100	100	Observación
Medidores de cloro, bitácora de desinfección	16.66	16.66	
Procedimientos sanitarios para el muestreo	16.66	16.66	
Cadena de custodia	16.66	16.66	
Análisis microbiológico	16.66	16.66	
Protocolo de muestreo	16.66	16.66	
Equipo de seguridad para toma de muestras	16.66	16.66	
NOM-179-SSA1-1998	100	85.2	Observación
Determinaciones de cloro	12.5	6.25	Incumplimiento basado en visitas a la planta potabilizadora sólo en casos de contingencias y determinación de cloro ocasional.
Examen microbiológico en la red	12.5	12.5	
Examen fisicoquímico en la red	12.5	12.5	
Sitios de muestreo	12.5	10.2	
Límites de cloro residual para potabilizar el agua	12.5	12.5	
Visitas a las instalaciones hidráulicas	12.5	6.25	
Programa de mantenimiento	12.5	12.5	
Vigilancia de la calidad del agua	12.5	12.5	
Cumplimiento global de la normatividad		86.73%	

VII.1.2. Agua de Hermosillo

Para el caso de la NOM-127-SSA1-1994, Agua de Hermosillo se encarga de sus tres rubros principales, los cuales corresponden al pretratamiento de potabilización, a la actividad del proceso en sí y las asociaciones con otras instituciones en caso de contingencias. El primero de ellos se cumple al 100%, dado que se enfatiza en otorgar los tratamientos adecuados para permitir que el proceso de potabilización se lleve con mayor efecto. El proceso de potabilización se ejecuta con exactitud en un 72% debido a que en ciertos períodos del año la disponibilidad de los recursos materiales y económicos varía, por lo que en estos periodos una o dos de las etapas de la potabilización se ve afectada, principalmente la captación de los sedimentos y los materiales necesarios para el lavado de los filtros, supliendo estas necesidades con un mayor porcentaje de cloración. El porcentaje de cumplimiento de esta norma por parte del organismo operador es 74.74%.

La NOM-230-SSA1-2002 tiene un porcentaje de cumplimiento del 84% por parte de Agua de Hermosillo, donde la mayoría de sus rubros se cumplen casi en su totalidad, con excepción de lo referente a los programas de limpieza en los tanques de almacenamiento, ya que se cuenta con un programa calendarizado pero no se ejecuta de acuerdo a lo establecido. Tampoco se cumple satisfactoriamente con las especificaciones para pozos, ya que es complicado mantener las instalaciones como lo especifica la normatividad debido al vandalismo en la ciudad, así como a la negligencia o descuido del personal encargado de estos aspectos.

Para el cumplimiento de la NOM-179-SSA1-1998 se asignó un porcentaje de 74.5%, siendo el programa de mantenimiento el rubro que presenta menor puntuación, ya que se cuenta con el programa pero éste no se ejecuta con permanencia ni en el tiempo especificado. Además, el rubro de exámenes físicoquímicos se ve interrumpido debido a que éstos se realizan sólo de manera ocasional y en la mayoría de los casos, la mayor parte de los parámetros implicados en la norma se solicita a servicio particular. El incumplimiento de esta norma por parte del Organismo Operador se percibe en mayor parte por la falta de recursos y desconocimiento de obligaciones por parte del personal que ahí labora.

En promedio, este Organismo obtuvo una puntuación global de 77.74% para la normativa aplicada por parte del Organismo Operador Agua de Hermosillo, siendo la NOM-230-SSA1-2002 la que logró la mayor puntuación, y el cumplimiento de las dos normas siguientes adquirió el mismo porcentaje (Tabla V).

Tabla V. Tabla de evaluación para el cumplimiento de la normatividad por parte del Organismo Operador.

RUBRO	% DE CUMPLIMIENTO	% DE PUNTUACIÓN EN LA EVALUACIÓN	
NOM-127-SSA1-1994	100	74.74	Observación
Tratamientos para la potabilización del agua	33.33	33.33	Incumplimiento por falta de recursos y materiales, desconocimiento de obligaciones y negligencia.
Procesos de potabilización de agua	33.33	24.75	
Asociaciones con otras instituciones en caso de contingencias	33.33	16.66	
NOM-230-SSA1-2002	100	84	Observación
Especificaciones para pozos	10	7	Incumplimiento por vandalismo, negligencia.
Almacenes para productos de desinfección limpios y ventilados	10	8	
Tanques de almacenamiento: ventilación, colector de sedimentos, acceso con tapa envolvente	10	9	
Programa de limpieza en tanques de almacenamiento	10	0	
Medidores de cloro, bitácora de desinfección	10	10	
Procedimientos sanitarios para el muestreo	10	10	
Cadena de custodia	10	10	
Análisis microbiológico	10	10	
Protocolo de muestreo	10	10	
Equipo de seguridad para toma de muestras	10	10	
NOM-179-SSA1-1998	100	74.5	Observación
Determinaciones de cloro	12.5	12.5	Incumplimiento de obligaciones y falta de recursos.
Examen microbiológico en la red	12.5	12.5	
Examen fisicoquímico en la red	12.5	6	
Sitios de muestreo	12.5	12.5	
Límites de cloro residual para potabilizar el agua	12.5	12.5	
Visitas a las instalaciones hidráulicas	12.5	12.5	
Programa de mantenimiento	12.5	0	
Vigilancia de la calidad del agua	12.5	6	
Cumplimiento global de la normatividad		77.74%	

VII.1.3. Comisión Estatal del Agua

La Comisión Estatal del Agua no se rige por la NOM-127-SSA1-1994 para el cumplimiento de sus labores, dado que su responsabilidad se basa en proporcionar y mantener los equipos de cloración, realizar bitácoras de cloración y los programas de mantenimiento, por lo que la normatividad implicada se hace referente a la NOM-230-SSA1-2002 y la NOM-179-SSA1-1998. Las funciones globales de este organismo se dan a nivel estatal. El cumplir con los capítulos que las normas especifican para este organismo se da en mayor parte en la capital del Estado, descuidando el resto de los municipios. En este caso, su participación para el municipio de Hermosillo alcanzó un 95%.

Referente a la NOM-179-SSA1-1998, con base en el estudio se asigna un 50% debido a que la mayor parte de esta responsabilidad se delega al Organismo Operador y a la Secretaría de Salud.

A manera global, el cumplimiento de la normatividad para la CEA es de 72.5%, siendo la NOM-230-SSA1-2002 la que tiene mayor cumplimiento (Tabla VI).

Tabla VI. Tabla de evaluación para el cumplimiento de la normatividad por parte de la Comisión Estatal del Agua.

RUBRO	% DE CUMPLIMIENTO	% DE PUNTUACIÓN EN LA EVALUACIÓN	
NOM-230-SSA1-2002	100	95	Observación
Medidores de cloro, bitácora de desinfección	100	95	Incumplimiento por fallas y falta de recursos y materiales
NOM-179-SSA1-1998	100	50	Observación
Programa de mantenimiento	50	25	Incumplimiento por falta de recursos y delegar responsabilidad
Vigilancia de la calidad del agua	50	25	
Cumplimiento global de la normatividad	72.5%		

Para obtener la participación global de las instituciones, en la aplicación de cada norma, se tomaron en cuenta los porcentajes obtenidos individualmente, tal y como se presentan en las tablas de evaluación para el cumplimiento de la normatividad (Tabla IV, V y VI), y se obtuvo un promedio de ellos. Para la NOM-127-SSA1-1994, las instituciones implicadas corresponden a la Secretaría de Salud y Agua de Hermosillo, con una participación del 74.87%. Con respecto a la NOM-230-SSA1-2002, participan las tres instituciones gubernamentales: SSA, CEA y Agua de Hermosillo, con un cumplimiento del 93%. Para la NOM-179-SSA1-1998, el cumplimiento por estas tres instituciones corresponde a un promedio de 72.5%.

VII.2. Verificación de Eficiencia y Vigilancia de Cloración

Mediante el cuestionario aplicado a Agua de Hermosillo, el Organismo Operador brindó información referente a la desinfección del agua. La sustancia que se utiliza para la desinfección a base de cloro es el hipoclorito de sodio en forma de gas. El 98% de las colonias de la ciudad reciben agua entubada de esta fuente, mientras que el resto son abastecidas con pipas cada tres días. El sistema de desinfección de agua potable es continuo, ya que en él se utilizan cilindros de cloro gas que se encuentran operando las 24 horas del día. Según el Organismo Operador, cada cilindro tiene una vida media aproximada de un mes y medio. Al terminarse o al presentarse algún problema con él, suelen detectarse coliformes y niveles nulos de cloro residual libre en el agua. El Organismo Operador no respondió cuál es el tratamiento que se aplica en caso de que el agua presente un exceso de cloro residual libre, así como tampoco dio el dato del volumen de agua desinfectada diariamente. Entre los programas de vigilancia que se manejan para evaluar el control de calidad de los sistemas de abastecimiento se encuentra el “Programa de vigilancia de cloración”. Agua de Hermosillo realiza la validación del cloro residual libre diariamente, utilizando el Kit La Motte, cuyas sustancias químicas utilizadas son ortotolidina y rojo de fenol, detectándose colorimétricamente la concentración de la sustancia. Este tipo de análisis se realizan directamente en campo. En los casos donde los coliformes sean detectados en concentraciones fuera de norma, se precisa en enfatizar la

cloración. Y cuando se detecta la ausencia de cloro se informa, se pasa la alerta, se verifica el funcionamiento de los cloradores, se levanta un informe y se reporta en la bitácora de campo. Una observación obtenida en las entrevistas es que el Organismo Operador da prioridad a la demanda de agua que a la calidad de ésta en los casos en donde proliferan los microorganismos en los análisis consecutivos realizados diariamente; por lo que el suministro de agua no se suspende.

Con el objetivo de verificar la calidad del agua que se brinda a la comunidad hermosillense, el monitoreo planteado en este estudio, arrojó los siguientes resultados: se determinaron coliformes fecales, coliformes totales y *Escherichia coli* en el agua domiciliar, además se realizó una determinación de cloro residual libre se midieron las unidades de pH en las muestras colectadas para corroborar lo reportado por las instituciones responsables.

Los resultados obtenidos en el estudio se presentan por Zona clasificada.

De las diez colonias seleccionadas en la Zona Norte de la ciudad, no se presentaron coliformes en ninguna de sus formas ni *E. coli* en ninguno de los tres muestreos. Los niveles de cloro residual libre se encontraron dentro de lo que dicta la normatividad en el 50% de las tomas domiciliarias analizadas. Sus valores variaron desde 0.2 a más de 3 mg/l. Durante el primer muestreo, el cloro residual se detectó en tres colonias, excediéndose en el valor límite en la colonia Los Tabachines, con un porcentaje mayor o igual al 200%. Para el segundo muestreo, la presencia de cloro se reflejó en cinco colonias, detectándose en cuatro de ellas un excedente mayor o igual al 200% recomendado por la norma. Para el tercer muestreo, este parámetro se detectó en dos colonias en los límites permitidos.

Los contenidos de cloro en las colonias de la Zona Norte son variables, en la mayoría de los casos sobrepasan los límites permitidos por la NOM-127-SSA1-1994. Cabe aclarar que de los resultados obtenidos, el 50% de las colonias analizadas no presenta concentraciones de cloro detectables. Durante el estudio, las colonias de la Zona Norte que presentaron menores concentraciones de cloro fueron Apolo, Bachoco, Insurgentes y Bugambilias. Los resultados se presentan en la Tabla VII y Tabla VIII.

Para corroborar la acidez del agua potable que se distribuye a la población, las unidades de pH se presentan en promedio en cada tabla que manifiesta los contenidos de cloro detectados, esta actividad se debe a que no existió una variación considerable entre las unidades detectadas en cada muestreo. El rango de unidades encontrado entre los tres

muestreos varía de 6 a 8.9. De los resultados obtenidos se deduce que en la Zona Norte, Sur y Oeste, aproximadamente el 50% de los sitios analizados presentan elevadas unidades de pH, por arriba de lo recomendado en la norma.

La Zona Este, en los tres muestreos presentó valores que no sobrepasan la normatividad, encontrándose cuatro sitios con valores en el límite inferior de lo recomendado en la norma.

Tabla VII. Determinación de coliformes totales (CT), coliformes fecales (CF) y *E. coli* (EC) en el agua potable de la Zona Norte de Hermosillo, Sonora.

Colonias	CT(NMP/100 ml)			CF(NMP/100 ml)			EC		
	Muestreo								
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
La Victoria	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Tazajal	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Tabachines	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Pueblitos	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Jardines	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Insurgentes	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Apolo	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Bachoco	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Jesús García	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Bugambilias	0	0	0	0	0	0	-	-	-

Tabla VIII. Determinación de cloro residual libre y unidades de pH detectadas en el agua potable en la Zona Norte de Hermosillo, Sonora

Colonias	Cloro (mg/l)			pH	
	Muestreo	I	II	III	Media
La Victoria		0	>3	0	8.8
Tazajal		0	0	0	7.6
Tabachines		>3	>3	0	8.7
Pueblitos		0	>3	0	8.8
Jardines		0	>3	0	8.8
Insurgentes		0	0	0.3	7.2
Apolo		0.2	0	0	6
Bachoco		0.2	0	0	7.2
Jesús García		0	0	0	7.2
Bugambilias		0	1.5	0.3	7.6

En la Zona Sur, durante el primer muestreo, la colonia Los Olivos presentó tanto coliformes fecales como coliformes totales, en una cantidad de 93 como NMP/100 ml, así como presencia de *E. coli*. Para el segundo muestreo no se detectaron microorganismos en esta zona. Con respecto al tercer muestreo, la colonia Altares y Palo Verde detectó a estos organismos en concentración de 3 como NMP/100 ml, así como presencia de *E. coli*. En cuanto a la presencia de cloro residual en las muestras de agua analizadas, se presentó la misma variación que en el primer muestreo. El excedente en las concentraciones de cloro es notorio en los tres muestreos realizados, al igual que la ausencia de cloro en el 50% de las colonias estudiadas. Las concentraciones más bajas de cloro detectadas durante el tercer muestreo son de 0.3 mg/l para Emiliano Zapata y Altares (Tabla IX y Tabla X).

Tabla IX. Determinación de coliformes totales (CT), coliformes fecales (CF) y *E. coli* (EC) en el agua potable de la Zona Sur de Hermosillo, Sonora.

Colonias	CT (NMP/100 ml)			CF (NMP/100 ml)			EC		
	Muestreo								
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Altares	0	0	3	0	0	3	-	-	+
Cuauhtémoc	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Nuevo Hermosillo	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Parque Industrial	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Palo Verde	0	0	3	0	0	3	-	-	+
Tirocapes	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Villa de Seris	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Los Olivos	93	0	0	93	0	0	+	-	-
Emiliano Zapata	0	0	0	0	0	0	-	-	-

Tabla X. Determinación de cloro residual libre y unidades de pH detectadas en el agua potable en la Zona Sur de Hermosillo, Sonora

Colonias	Muestreos	Cloro (mg/l)			pH
		I	II	III	Media
Altares		0	>3	0.3	8.9
Cuauhtémoc		0.5	>3	0	8.8
Nuevo Hermosillo		0	0	0	6.5
Parque Industrial		>3	>3	0	8.7
Palo Verde		0	0	1.5	7.6
Tirocapes		0	0	1	7.6
Villa de Seris		0.5	0	0	6.5
Los Olivos		0	0	>3	6.5
Emiliano Zapata		0	0	0.3	7.2

La Zona Este de la ciudad de Hermosillo está integrada por un mayor número de colonias, por lo tanto, en esta Zona fueron seleccionadas once. Durante el primer y segundo muestreo, se detectó la presencia de coliformes tanto totales como fecales y *E. coli* en una colonia respectivamente, siendo el valor más alto detectado de 15 como NMP/100 ml, no presentándose este caso para el tercer muestreo. En cuanto cloro residual, en los dos primeros muestreos se denota ausencia total en el 90% de las muestras analizadas, y en las colonias donde se percibe concentración, se encontró en los límites permitidos por la norma. Durante el tercer muestreo, en seis colonias se detectó cloro residual, y de éstas, cuatro exceden en un 200% el valor permitido (Tabla XI y Tabla XII).

Tabla XI. Determinación de coliformes totales (CT), coliformes fecales (CF), y *E. coli* (EC) en el agua potable de la Zona Este de Hermosillo, Sonora.

Colonias	CT (NMP/100 ml)			CF (NMP/100 ml)			EC		
	Muestreo			Muestreo			Muestreo		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Agaves	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Costa del Sol	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Las Lomas	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Alcatraces	0	0	0	0	0	0	-	-	-
San Benito	3	0	0	3	0	0	+	-	-
Ranchito	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Modelo	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Olivares	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Casa Blanca	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Centenario	0	15	0	0	15	0	-	+	-
Villa Satélite	0	0	0	0	0	0	-	-	-

Tabla XII. Determinación de cloro residual libre y unidades de pH detectadas en el agua potable en la Zona Este de Hermosillo, Sonora

Colonias	Muestreos	Cloro (mg/l)			pH
		I	II	III	Media
Agaves		0	0	0	7.2
Costa del Sol		0	0	0	6.5
Las Lomas		0.2	0	>3	6.5
Alcatraces		0	0	0	6.5
San Benito		0	0.3	0,5	6.5
Ranchito		0	0	>3	6.4
Modelo		0	0	1,5	7.6
Olivares		0	0	0	7.2
Casa Blanca		0	0	>3	7.8
Centenario		0	0	>3	6.8
Villa Satélite		0.5	0	0	6.5

La Zona Oeste se integró por diez colonias. Durante el estudio, sólo el segundo muestreo presentó coliformes totales y fecales, en una concentración de más de 2400 como NMP/100 ml, cabe aclarar que durante el muestreo se pudo percibir de actividades de reparación por el Organismo Operador en esta localidad, por lo que puede ser atribuible la presencia de estos organismos en la toma de muestra analizada. En cuanto a las concentraciones de cloro, esta Zona presentó una mayor eficiencia de cloración, encontrándose en forma general en siete colonias de las diez estudiadas. Al igual que en los otros muestreos, las concentraciones fueron muy variadas, desde 0.3 hasta más de 3 mg/l, predominando el exceso de cloro en la red de distribución. Cabe aclarar que en la colonia Montecarlo, donde se detectó la presencia de coliformes totales y fecales, no se detectó cloro residual, además fue en esta colonia donde se llevaron a cabo las reparaciones observadas (Tabla XIII y Tabla XIV).

Tabla XIII. Determinación de coliformes totales (CT), coliformes fecales (CF) y *E. coli* (EC) en el agua potable de la Zona Oeste de Hermosillo, Sonora.

Colonias	CT (NMP/100 ml)			CF (NMP/100 ml)			EC		
	Muestreo			Muestreo			Muestreo		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Camino Real	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Las Quintas	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Salvatierra	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Vista Bella	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Álvaro Obregón	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Fonapo	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Montecarlo	0	>2400	0	0	>2400	0	-	+	-
Oasis del Sol	0	0	0	0	0	0	-	-	-
San Ángel	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Villa Bonita	0	0	0	0	0	0	-	-	-

Tabla XIV. Determinación de cloro residual libre y unidades de pH detectadas en el agua potable en la Zona Oeste de Hermosillo, Sonora

Colonias	Muestras	Cloro (mg/l)			pH
		I	II	III	Media
Camino Real		0.5	0	1	7.2
Las Quintas		0.8-1	0	0.3	6.5
Salvatierra		0	>3	0	8.8
Vista Bella		0	0	1	6
Álvaro Obregón		0.3	0	0	7.2
Fonapo		0.3	0	0	7.6
Montecarlo		0	0	1.5	8.8
Oasis del Sol		>3	>3	1.5	8.8
San Ángel		0	>3	1	6.5
Villa Bonita		0	0	1	7.6

Durante todo el estudio, seis colonias presentaron falta de sanidad. Estas colonias se surten de diversos tanques de almacenamiento de agua, de donde puede provenir la fuente de contaminación. Por lo observado en el estudio y concretado a través de las entrevistas, los tanques de almacenamiento de agua carecen de un mantenimiento preventivo constante, por consiguiente la falta de higiene y de limpieza es latente, pudiendo ser un foco de infección que transporte diversos contaminantes a la red de distribución. De los 23 tanques de almacenamiento que reporta en actividad el Organismo Operador, aproximadamente 18 tienen implicación en la red de distribución de las colonias estudiadas, y seis de ellos son los participantes en donde se detectó la presencia de organismos de origen fecal. Esta información se presenta en la tabla XV.

Tabla XV. Relación de colonias que presentaron coliformes y el tanque de almacenamiento que las abastece de agua.

Zona	Colonia	Tanque de almacenamiento
Sur	Los Olivos	Palo Verde
	Palo Verde	
	Altares	
Este	San Benito	Puebla
	Centenario	Campana
Oeste	Montecarlo	Constitución

VII.4. Opinión Pública Sobre ACB

Para percibir la opinión de la población hermosillense sobre la calidad y el cumplimiento de funciones por parte de las instituciones responsables de otorgar agua de calidad bacteriológica, se aplicaron en total 53 encuestas, 10 por cada Zona, resultando una encuesta por colonia analizada. Esta encuesta se aplicó a personas adultas, de preferencia amas de casa con una antigüedad mayor de dos años de permanencia en el sitio.

En lo que se refiere al uso del agua potable en las actividades del hogar, el 94% de las personas respondieron que la utilizan para actividades generales, y sólo el 6% de los encuestados respondió que utiliza el agua para consumo (Figura 4). En el 87% de las viviendas encuestadas se utiliza agua purificada para beber, en el 4% de ellas el agua que consumen se obtiene de un pozo particular. (Figura 5).

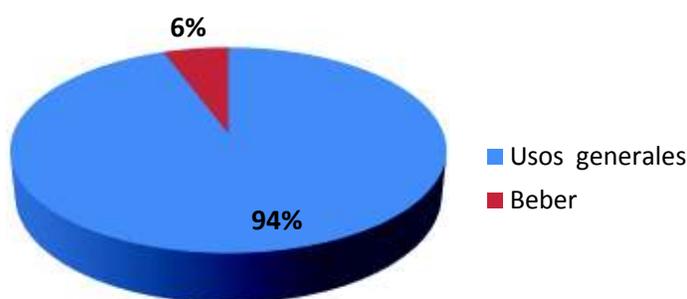


Figura 4. Uso del agua potable en actividades del hogar

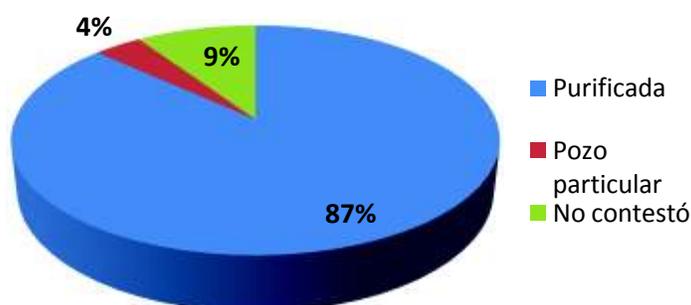


Figura 5. Tipo de agua que utiliza para beber

Con respecto a la aceptación del agua potable en las viviendas, la figura 6 manifiesta que el 72% respondió que la considera buena, mientras que el 22% la considera regular y el 6% de mala calidad.

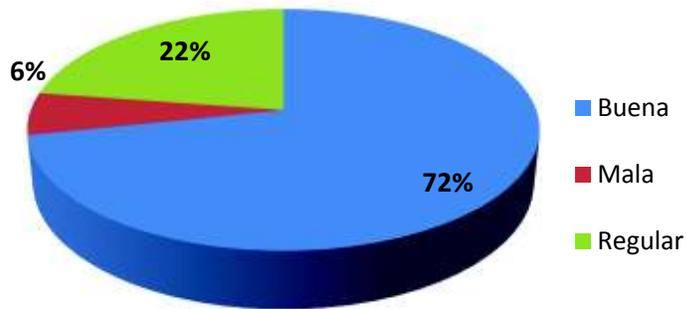


Figura 6. Cómo se considera el agua potable en las viviendas

El uso que se le da al agua potable es muy variado: preparar alimentos, aseo personal, limpieza, etc., pero sólo una pequeña parte de la población la utiliza para beber. A pesar de ello, casi toda la población cuenta con tanque de almacenamiento de agua en su vivienda, la cual se utiliza principalmente para aseo personal cuando se da el caso de que el servicio de agua potable se suspende o disminuye el flujo en la toma domiciliaria.

Referente a sabores percibidos en el agua, el 60% de los encuestados dijo no percibir ningún sabor, pero tampoco ser agradable al paladar, el resto de los encuestados manifiesta diversos sabores: 11% percibe un sabor ferroso, 9% percibe sabor a tierra, 8% sabor a cloro, un 4% detecta sabor salado, a otro 4% le sabe a aluminio y el resto 4% sabor amargo (Figura 7).

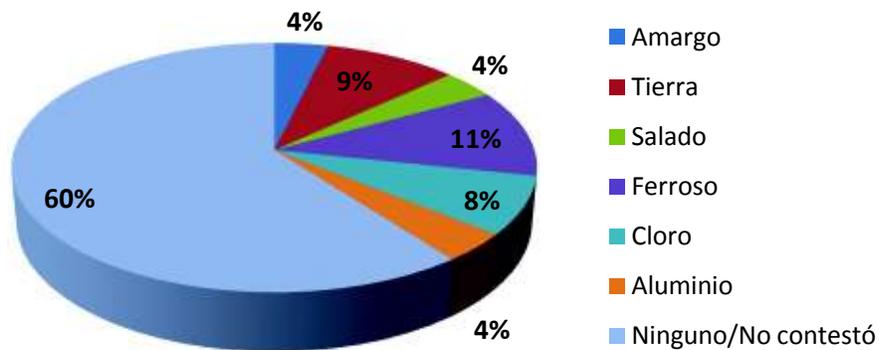


Figura 7. Sabores percibidos en el agua

En las colonias que reportaron estos sabores se detectó un pH dentro de lo establecido por la normativa, pero en colonias aledañas a la colonia San Benito, donde se reportó el sabor salado, se detectó un pH mayor a 8.5. Estas colonias son: Las Lomas, Ranchito, Casa Blanca, Centenario y San Juan; todas pertenecientes a la Zona Este, al igual que San Benito. Los tanques de almacenamiento que abastecen de agua potable a estas colonias son Puebla, Saucedá, Cementera y Campana. Las colonias San Benito, Las Lomas y San Juan son abastecidas por el mismo tanque: Puebla. El sabor amargo fue reportado en la Zona Sur, misma a la que pertenece la colonia Los Olivos, donde también se reporta un pH mayor a 8.5. Sin embargo, no hay evidencia de que los sabores se hayan reportado al tiempo en el que se midió el pH en dichas colonias. En la figura 8 se presenta un esquema sobre los diferentes sabores reportados por la población en las distintas colonias de Hermosillo, así como también se percibe el tanque de almacenamiento de agua que abastece a estas colonias.

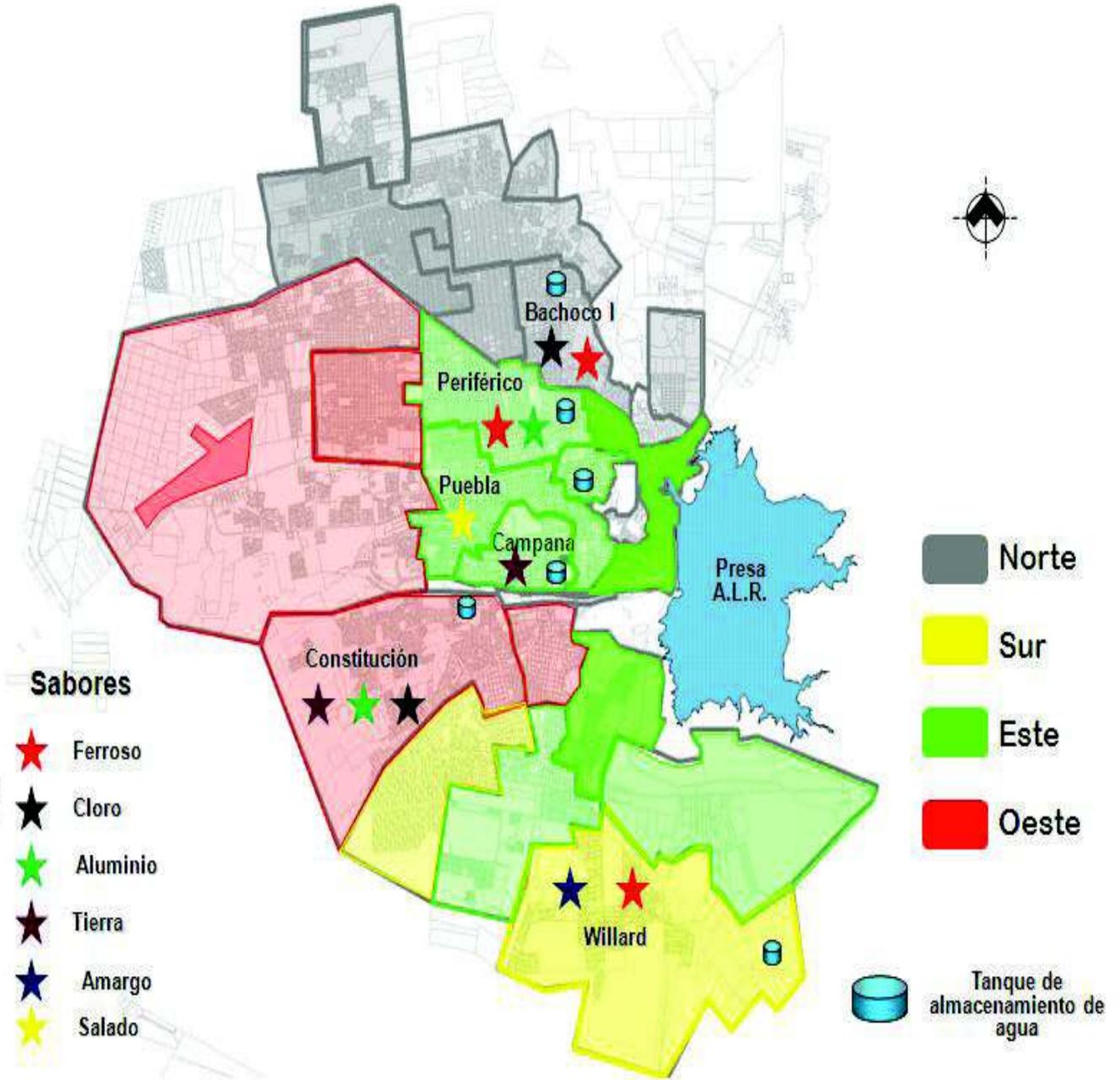


Figura 8. Zonas en las que se reportan sabores en el agua, según encuestas de opinión pública.

Los olores que percibe la población reflejan el sabor manifestado. El 70% de los encuestados dijo no percibir ningún olor, el 13% percibe olor a cloro, el 4% olor a fierro, otro 4% olor a tierra y un 9% percibe un olor el cual no identifica (Figura 9).

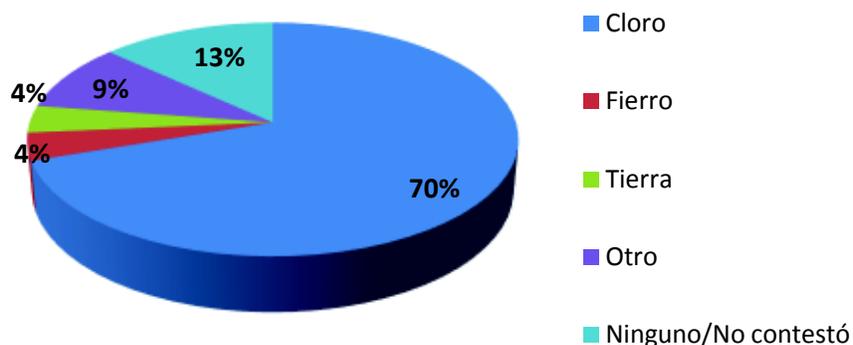


Figura 9. Olor que percibe la población encuestada, en el agua

En lo referente a información sobre calidad del agua, el 66% de los encuestados dijo no tener acceso a ella, mientras que el 34% lo obtiene por interés propio (Figura 10). El 100% de los encuestados dijo que no ha recibido visitas por parte de la Secretaría de Salud ni por el Organismo Operador para verificar la calidad del agua en su vivienda y que nunca se han tomado muestras.

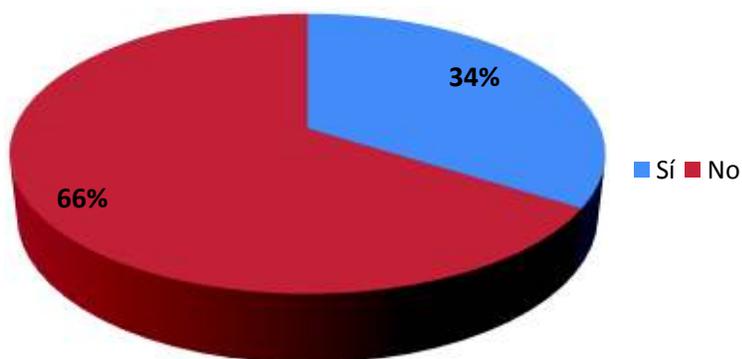


Figura 10. Acceso a información sobre calidad del agua

En cuanto al servicio de agua potable, el 66% de los encuestados califica como bueno el servicio, mientras que el 34% lo califica como regular refiriéndose a las fugas, los tandeos y los costos (Figura 11). Referente al conocimiento del proceso de potabilización, el 53% de la población encuestada manifiesta que conoce el tratamiento, el 45% desconoce por completo el proceso y un 2% no respondió la pregunta (Figura 12).

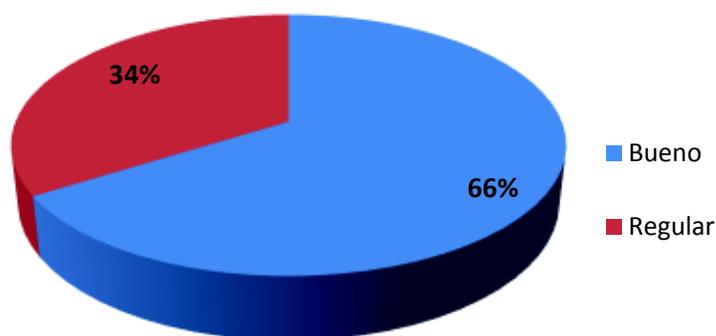


Figura 11. Calificación del servicio de agua potable por parte de las personas encuestadas

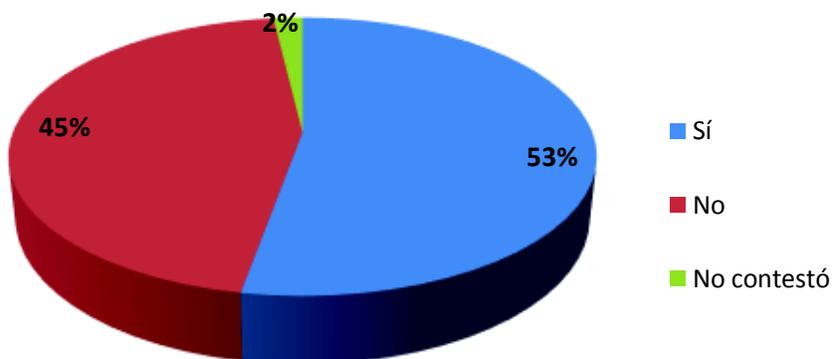


Figura 12. ¿Conoce en qué consiste el proceso de potabilización del agua?

Años atrás, entre 10 y 15 años aproximadamente, debido a la falta de agua y a su escasez, la ciudad de Hermosillo, se vio afectada por la baja del suministro de agua (tandeos); el Organismo Operador, para suplir estas necesidades ofreció la instalación de tanques de almacenamiento o cisternas en cada una de las casas habitación, por lo que el 96% de las viviendas en la ciudad de Hermosillo cuenta con este equipo. De los 40 domicilios encuestados, el 2% de los encuestados no cuenta con tanque para almacenar agua y un 2% no respondió la pregunta (Figura 13).

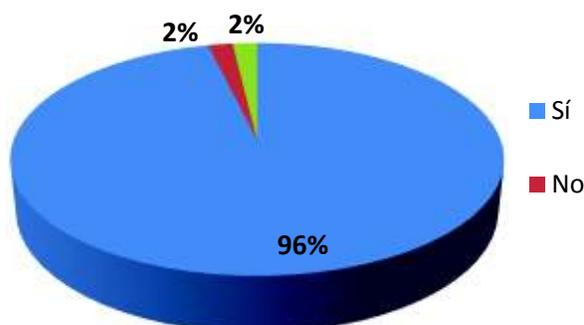


Figura 13. Existencia de tanque de almacenamiento en la vivienda

En cuanto a los efectos en la salud ocasionados por beber agua, el 74% de la población infiere que el agua que bebe puede causarle una enfermedad, el 11% no cree que el agua pueda ocasionarle algún efecto, y el 15% fue indiferente a la respuesta. Entre las enfermedades que la población manifiesta que pueden padecer por la ingesta de agua, se menciona la diarrea con un 48%, los dolores de oído con el 19%, infecciones de la piel con el 18%, dolores de cabeza lo manifiesta un 7% de la población, el 5% hace referencia a la hepatitis y un 3% a la colitis (Figura 14).

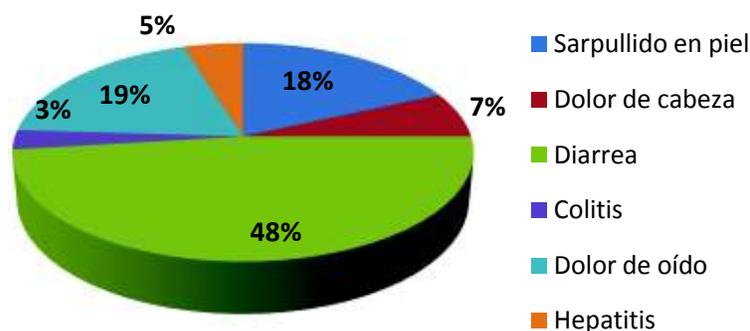


Figura 14. Enfermedades que los encuestados relacionan con el agua que beben

En la visita realizada a los médicos de los principales hospitales de la comunidad Hermosillense, la opinión se generaliza por los galenos en que el agua potable es de buena calidad, sin embargo, las diarreas atendidas se considera que se presentan principalmente por ingesta de agua, ya que es la principal vía por la cual estos microorganismos pueden entrar al organismo, también consideran que los alimentos y una mala higiene en las personas pueden provocar este efecto. En esta entrevista se manifiesta que los grupos de personas que presentan diarreas con mayor frecuencia son los menores de 10 años y los mayores de 50. En el caso de los niños menores de cinco años se presenta un 10% de muertes causadas por EDAs, mientras que en niños de 5 a 10 años se presenta en un 4%. En los ancianos el porcentaje de muertes relacionadas con EDAs es del 15%. Esta información se precisa que se presenta en un periodo aproximado de seis meses (Información proporcionada por personal de los archivos de los hospitales visitados).

VII.5. Recopilación Fotográfica

En la visita a la planta potabilizadora se recopiló información y evidencia sobre el estado actual de sus instalaciones, la cual fue útil para manifestar el cumplimiento de las especificaciones que establece la NOM-230-SSA1-2002 para sistemas de abastecimiento de agua públicos o privados, por parte del Organismo Operador.

La NOM-230-SSA1-2002 contempla la infraestructura, procedimientos sanitarios, mantenimiento, entre otros, por lo que en las entrevistas y en las visitas se pudo observar y detectar que la planta potabilizadora no cuenta con malla de alambre que impidan la introducción de sólidos o el paso de animales (Figura 15). Según el personal que labora en ella, no es posible mantener las mallas para protección debido a que cualquier persona puede romperlas o robarlas fácilmente. Dada la falta de estas medidas de seguridad, existe el riesgo de caer a los canales de agua o a los paneles, ya que no hay protección entre ellos y ésta sólo se encuentra en una pequeña parte a las orillas de las instalaciones (Figura 16). Tampoco existen muros ni filtros que impidan la introducción de materia tanto orgánica como inorgánica dentro de las instalaciones, por lo que el agua se encuentra expuesta a malezas durante todo el proceso de potabilización (Figura 17 y Figura 18).

No hay puertas con cerraduras, candados o sistemas de seguridad para acceder a las instalaciones de la planta. Las puertas que se encuentran en el lugar son de vidrio y no cuentan con cerraduras funcionales o en buen estado, por lo que no se restringe el acceso sólo a personal autorizado y capacitado para estar ahí.

Las tuberías se observaron gastadas y oxidadas, sin códigos de color o de identificación que se encuentren a la vista y posibiliten distinguir entre el agua que transportan y el resto de los fluidos utilizados, por ejemplo, para la desinfección. Tampoco hay sellos impermeables en las uniones de éstas ni en sus equipos accesorios, por lo que es factible la existencia de fugas y escurrimientos de agua (Figura 19).

Gran parte de las instalaciones de la planta se encuentran sucias, los sólidos sedimentados en los paneles rara vez son retirados, debido a que no se cuenta con los recursos ni la capacitación para una limpieza adecuada (Figura 20 y Figura 21).

Las instalaciones destinadas al procesamiento y aplicación de desinfectantes no reciben el aseo debido, el piso se encuentra cubierto de agua y la única ventilación con la que cuenta

el lugar es una ventana con vidrios rotos, por lo que no existe ventilación cruzada y se permite la entrada de insectos, roedores y pájaros. Hay cables de electricidad e interruptores de luz expuestos y no se cuenta con el equipo de seguridad necesario para laborar (Figura 22 y Figura 23).

El almacén de productos se limita a un cuarto con techo de lámina y sólo dos muros como paredes. No existe seguridad que impida el acceso a su interior, donde son apilados los sacos del material utilizado para la desinfección del agua, no existen tarimas para el apilamiento del material químico utilizado, tampoco se cuenta con señalamiento que especifique el tipo de material que ahí se almacena (Figura 24).

Referente a los tanques de almacenamiento de agua, éstos no cuentan con material sanitario de recubrimiento, en su lugar se tiene cemento para la mayoría de los tanques, uno de ellos es metálico y tres de los más viejos son de mampostería. Hay cuatro tanques recubiertos con PVC debido a que presentaron problemas estructurales. Existe un proyecto con el que se pretende cambiar todos los tanques de la ciudad por tanques metálicos, pero llevarlo a cabo es muy costoso, por lo que se encuentra en estado de propuesta. El programa de limpieza en los tanques de almacenamiento se realiza una vez al año, limpiando su interior con agua y cloro. Durante todo el proceso de potabilización se mantiene una desinfección continua y permanente, garantizando agua de calidad bacteriológica en cualquier parte del sistema, tal como estipula la norma. La cloración se realiza tanto antes como después de someter al agua a potabilización y se asegura un refuerzo de desinfección en caso de presentarse interrupciones del suministro. El personal que labora en la planta potabilizadora resaltó el hecho de que no se realizan los programas tal como deberían, ya que el presupuesto destinado a ellos es escaso, además de que no se invierte dinero para mejorar las instalaciones desde hace más de 15 años.



Figura 15. Instalaciones de la planta potabilizadora donde no hay malla o cerco protector.



Figura 16. Parte de las instalaciones de la planta donde se cuenta con cerco protector.



Figura 17. Árboles y ramas dentro de las instalaciones de la planta potabilizadora.



Figura 18. Contaminantes en el agua durante el proceso de potabilización.



Figura 19. Tuberías en mal estado, oxidadas y sin códigos de color e identificación.

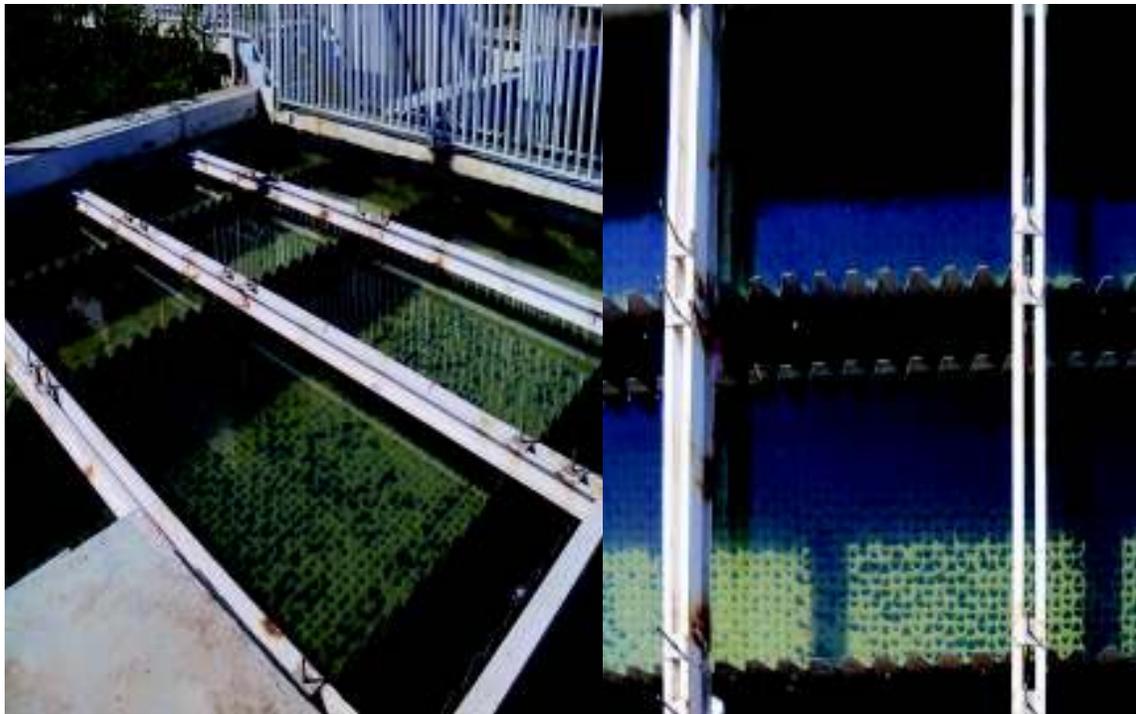


Figura 20 y Figura 21. Material sedimentado por falta de aseo en paneles.



Figura 22. Almacén de aplicación de material para desinfección del agua.



Figura 23. Equipo utilizado en la aplicación de desinfectantes del agua.



Figura 24. Almacén de productos destinados a la desinfección del agua.

VII.6. Evaluación del Cumplimiento de las Funciones de COFEPRIS Sonora

Para verificar el cumplimiento de las funciones y la aplicación de la normatividad a COFEPRIS Sonora, en los tres rubros importantes, cobertura, eficiencia y vigilancia de cloración, la escala de valores diseñada permitió evaluar en su conjunto la aplicación de la normatividad y sumada a las respuestas obtenidas a cada una de las instituciones responsables y a las entrevistas de su personal se obtuvo lo siguiente:

En su totalidad, la aplicación de la normatividad se ejecuta en un 79.31%, siendo la NOM-230-SSA1-2002 la que obtuvo el mayor porcentaje (30.69%), seguida de la NOM-127-SSA1-1994 (24.7%) y en último lugar la NOM-179-SSA1-1998 (23.92%).

En cuanto a cobertura de distribución de agua potable, el 98% de la población tiene agua entubada. En cuanto a eficiencia de cloración, el Organismo Operador mantiene en sus registros una cloración en el rango de 0.2 a 1.5 mg/l, tal y como la norma lo especifica, en el total de domicilios con red de distribución de agua. Se menciona que, sólo en raras ocasiones, que cuando el clorador se ve afectado u ocurre algún problema en la planta potabilizadora, se registran valores menores a lo que la norma exige. Y en casos extremos sólo se detectan excedentes; por lo tanto, la eficiencia en cloración se registra en un 98% y su vigilancia del 100% por este organismo.

La tabla XVI describe la participación de las instituciones gubernamentales responsables de otorgar ACB en el cumplimiento de la aplicación de la normatividad, así como también se presenta el porcentaje global obtenido para COFEPRIS Sonora en este estudio.

Tabla XVI. Escala de valores para evaluar el cumplimiento de la normatividad por parte de COFEPRIS Sonora.

Norma	% global de participación	% obtenido por norma	Institución responsable	% de cumplimiento
NOM-127-SSA1-1994	33	24.7	SS	75
			AH	74.74
NOM-230-SSA1-2002	33	30.69	SS	100
			AH	84
			CEA	95
NOM-179-SSA1-1998	33	23.92	SS	85.2
			AH	74.5
			CEA	50
COFEPRIS Sonora	99	79.31		

VIII. DISCUSIÓN

El cumplimiento de la normatividad aplicable a ACB no es uniforme, para ninguna de las entidades gubernamentales responsables de otorgar agua para uso y consumo humano. La responsabilidad de la normativa está repartida entre las tres instituciones, SSA, Agua de Hermosillo y CEA, de las cuales, el Organismo Operador es el que lleva la mayor responsabilidad de la aplicación y ejecución de la norma. Si bien, la función para COFEPRIS, que es el órgano encargado de vigilar y hacer cumplir la normatividad, sólo se enfoca en reportar tres factores, cobertura, eficiencia y vigilancia de cloración. La participación de la Secretaría de Salud en la aplicación de las normas, se encuentra en su mayor parte en vigilar y verificar la sanidad del agua que es potabilizada y otorgada a la población a través de la red de distribución. La CEA se responsabiliza de otorgar el equipo, su mantenimiento y el control de bitácoras. El porcentaje de cumplimiento de su participación obtenido en el estudio por la Secretaría de Salud corresponde a 86.73%, donde la NOM-127-SSA1-1994 es la que lleva el menor porcentaje. El incumplimiento estriba en que no se realiza el total de pruebas que la norma especifica, la vigilancia del proceso de desinfección a través del valor de cloro residual libre se deja la responsabilidad en la mayor parte al Organismo Operador del municipio en cuestión. En cuanto al rubro de asociación con otras instituciones que podrían apoyar las pruebas analíticas y la cobertura de monitoreo, no se lleva a cabo. Esta responsabilidad podría cumplirse si se realizaran convenios con instituciones educativas y/o particulares que pudieran ejecutar este tipo de obligaciones. En cuanto a las otras dos normas, el rubro en donde se tiene mayor deficiencia es el de programas de operación y de capacitación. El programa de operación se incumple por falta de recursos materiales y falta de iniciativa propia. En cuanto a la capacitación del personal, referente a recibir cursos de actualización, la falta de recursos económicos, mala distribución y/o falta de interés es lo que predomina para llevar a cabo la ejecución de este rubro.

En el caso del Organismo Operador, el cual tiene la mayor responsabilidad, el cumplimiento de las tres normas no presentan un porcentaje de variación entre ellas, resultando un promedio de participación de 77.74%. La norma que más se incumple por este organismo es la NOM-179-SSA1-1998, donde hace falta enfatizar en una rutina de los

exámenes fisicoquímicos en la red, así como también mejorar el programa de mantenimiento y enfatizar en su cumplimiento y cumplir con el programa de vigilancia establecido en el tiempo especificado en los planes de trabajo. Uno de los rubros que más deficiencia presenta es la ejecución de los programas de limpieza en los tanques de almacenamiento, perteneciendo este rubro a la NOM-230-SSA1-2002, en donde se observó que el incumplimiento se da en mayor parte por acciones de vandalismo y negligencia de los operadores. Dentro de esta norma, una de las actividades que los operarios podrían realizar para cumplir con lo establecido, es la selección de un área adecuada para resguardar todos los productos o sustancias químicas utilizadas en el proceso de potabilización, así como encargarse de la higiene, mantenimiento y el control de las sustancias. El seguir manejando las condiciones de almacenamiento que prevalecen en la actualidad, puede provocar accidentes y ocasionar daños a los operarios, así como también, permitir la entrada de fauna nociva a las instalaciones y con ello, provocar un daño mayor al proceso y al medio ambiente que rodea la planta. La falta de infraestructura y materiales de seguridad en las instalaciones, da pauta a que se originen accidentes, así como la existencia de infraestructura obsoleta, que actualmente se encuentra llena de basura y agua estancada, son un foco de infección tanto para el personal que labora como para el proceso de potabilización. La falta de códigos de color y señalamientos en la infraestructura, permite el desconocimiento de las áreas de trabajo, máximo cuando el personal responsable de realizar el proceso de potabilización no tiene capacitación frecuente, ni tiene los estudios pertinentes para llevar a cabo tales actividades. Una de las observaciones que impactan en el cumplimiento de la normatividad, es que las autoridades le dan mayor peso a cumplir con los requisitos administrativos que a otorgar agua de calidad bacteriológica.

La mayor participación de la CEA se encuentra en el cumplimiento de las normas a nivel estatal, en donde su injerencia se relaciona con la instalación de equipos de cloración y su manejo, así como también en implementar los programas de mantenimiento que incluyen la vigilancia de la calidad del agua. En el mayor caso, este cumplimiento se deja en responsabilidad de los organismos operadores de cada municipio. La participación de la CEA, asignada en este estudio se manifiesta en un 72.5%, pero a manera global, a nivel de estado sólo se cumple en un 50%, siendo la falta de recursos y materiales el mayor impedimento para su cumplimiento, tal y como reporta Haro et al. en 2008.

El sistema de desinfección de agua potable es continuo para la ciudad de Hermosillo, ya que en él se utilizan cilindros de cloro gas que se encuentran operando las 24 horas del día. Según el Organismo Operador, cada cilindro tiene una vida media aproximada de un mes y medio. Al terminarse o al presentarse algún problema con él, suelen detectarse coliformes y niveles nulos de cloro residual libre en el agua. En el monitoreo realizado en las colonias de la ciudad de Hermosillo, no se encontraron coliformes en la mayoría de ellas, aún cuando los niveles de cloro residual libre en concentraciones de 0 mg/l predominan. En el estudio, se presentaron en un 50% de las muestras analizadas concentraciones que exceden en más del 200% los niveles especificados por la norma. En estas mismas muestras, se detectó un pH mayor a 8.5, por lo que debería ponerse énfasis en el cuidado de la dosificación de cloro ya que el encontrar este halógeno en elevadas concentraciones puede dar origen a la formación de compuestos organoclorados volátiles, que son tóxicos, cancerígenos para la población. Una de las causas que puede provocar la presencia de coliformes, tanto totales como fecales es la falta de higiene en los tanques de almacenamiento, y esto desencadena el uso excesivo de la dosificación de cloro, y dado a que no se realizan en su totalidad, ni con la rutina especificada normativamente todos los parámetros que la norma dicta, la presencia de estos compuestos se encuentra latente. La verificación y la vigilancia de la cloración se cumplen en la mayoría de los casos, no siendo así su eficiencia. En cuanto a cobertura de cloración, el Organismo Operador manifiesta que el 98% de la población tiene acceso a la red de distribución, por consiguiente, su cobertura de cloración la manifiesta en este mismo porcentaje. La eficiencia de cloración se registra en sus bitácoras en la mayoría de los casos en el rango que la norma especifica, por lo cual, el Organismo Operador reporta un 100% de eficiencia, con excepción de los casos de contingencia, que los consideran esporádicos y de control inmediato.

Este manifiesto se pone en duda con los resultados obtenidos en las muestras analizadas en el monitoreo programado en el estudio, dado que la eficiencia de cloración en aproximadamente 50% de las muestras es nula. Durante el estudio, la presencia de coliformes tanto totales como fecales y la presencia de *E. coli*, fue detectada sólo en seis colonias de las cuatro Zonas estudiados. Estas colonias, se abastecen de agua de diferentes tanques de distribución, por lo que se puede deducir la falta de desinfección y el

requerimiento de higiene en estos tanques. Los tanques implicados en manifestar falta de saneamiento son: Palo verde, Willard, Puebla, Cerro de la Campana y Constitución.

La aceptación pública es uno de los factores que define la calidad del agua, por lo que la opinión de los consumidores es relevante para deducir la efectividad del proceso de desinfección, así como el uso y consumo del agua. Con respecto a la aceptación, tres cuartos de los usuarios encuestados manifestó que el servicio de agua potable es bueno, aproximadamente el 90% utiliza agua purificada para beber, destinando el agua potable proporcionada por el municipio a otros quehaceres del hogar. La mayoría opina que la sapidéz del agua deja una sensación no agradable al paladar, aportando que el sabor que predomina entre la población es el ferroso, seguido de sabor a tierra y posteriormente a cloro. La percepción de los diferentes sabores expuestos en este estudio no se caracteriza exclusiva de una zona en especial, sino que la población encuestada tiene una percepción generalizada.

El sabor ferroso y a aluminio puede deberse a los materiales de los que están hechos las tuberías. Es probable que en las colonias en las que se reportan sabores metálicos en el agua las tuberías no se encuentren en estado óptimo y el agua adquiera este sabor. Las tuberías que proporcionan este sabor podrían ser tanto de la red de distribución del sistema de agua potable, como de las tuberías de la propia vivienda, por los años de antigüedad en ella. El sabor a tierra se puede deber a la infiltración de ésta, en el sistema de distribución o incluso a una mala potabilización, cuando el proceso de potabilización no se realiza adecuadamente. El sabor a cloro se puede deber a que éste es el agente utilizado para realizar la desinfección. Una excesiva concentración de cloro en el agua puede provocar la detección de este sabor, así como también, es probable percibirlo pocas horas después de haber realizado este proceso: por lo que es factible detectarlo muy de madrugada o durante la noche, dado que el proceso de cloración se enfatiza a estas horas.

Los sabores salado y amargo percibidos por la población, se pueden detectar en el agua cuando existe la presencia de ciertas sustancias, entre las que se pueden mencionar minerales como el yeso, calcita o carbonato, sustancias químicas que se pueden utilizar en el proceso de potabilización. Un análisis de sólidos disueltos en el agua puede manifestar su presencia, también la elevada concentración de cloruros puede producir estos sabores. En una contribución para verificar los distintos sabores manifestados, se realizaron pruebas de

determinación de cloruros, detectándose concentraciones dentro de lo que establece la normatividad (250 mg/l). Otro factor que influye para que el agua potable adquiera este tipo de sabores es un pH alto (arriba de 8.5). En el estudio, los pH que se detectaron por arriba de este valor se presentan en un 40% de las colonias analizadas, siendo estas mismas colonias que se abastecen de los mismos tanques donde se percibe variación en el sabor. A manera general, las unidades de pH detectadas en las muestras analizadas en los tres muestreos presentan una elevada concentración en los límites superiores a lo recomendado por la norma.

Referente a la percepción de la población sobre si la ingesta de agua puede ocasionarle una enfermedad, la población lo considera viable, siendo los problemas diarreicos los de mayor respuesta.

Aún cuando la población acepta que el servicio que proporciona el Organismo Operador es bueno, también hace referencia a no haber recibido visitas por parte de la Secretaría de Salud para verificar la calidad del agua, así como tampoco ha recibido visitas por parte del Organismo Operador para tomar muestras de agua en su vivienda, lo cual pone en evidencia tanto la cobertura como la vigilancia de cloración. Al realizar los muestreos para la verificación de la calidad del agua, el Organismo Operador lo hace en el periodo de un mes para cubrir el total de domicilios que representa al total de tanques de distribución.

Por otra parte, los programas sobre calidad de agua son muy escasos, puesto que la mayoría de la población no recibe información sobre la calidad del agua en su ciudad. En este último rubro la encuesta dejó claro que los responsables de la vigilancia al otorgar agua de calidad bacteriológica no cumplen con sus funciones; sólo se reporta, que en casos de contingencias (influenza y dengue), personal del Sector Salud realiza fumigaciones y otorga sustancias químicas en zonas de mayor riesgo.

Para verificar la aplicación de la normatividad, no existen estudios que avalen el cumplimiento de las funciones de las instituciones gubernamentales. Sólo se encontró en la bibliografía, estudios referentes a manifestar el estado sanitario del agua en los diferentes municipios del Estado. Así bien, en el 2008, El Colegio de Sonora, realizó un estudio evaluando a las instituciones gubernamentales enfocadas a proporcionar ACB en el país. En este estudio se reporta que la participación de COFEPRIS en Sonora es de 100% en cobertura, 100% en vigilancia de cloración y 79.46% en eficiencia de cloración. Los

estudios epidemiológicos reportados en los censos de población y lo reportado por Secretaría de Salud no manifiestan que las muertes ocasionadas en los periodos anuales sean derivadas de EDAs, así como también Haro y Nubes, en 2008, a nivel nacional, hace alusión a que las EDAs no son un índice que debe considerarse como factor de muerte por la ingesta de agua, sino que existen otros factores que deben ser considerados para un diagnóstico certero. Zazueta-Raynaud, en 2013, en su tesis de licenciatura sobre calidad de agua manifiesta que, COFEPRIS, en la década de 2000 reporta que la tasa de muertes por enfermedades diarreicas en menores de 5 años disminuyó de 23.4 a 7. Esto no puede relacionarse estrechamente con los registros de los centros de salud de las localidades municipales, los cuales, en estos años reportan entre 7 y 14 casos mensuales consecutivos en niños (de 0 a 14 años de edad). La aceptación del uso y consumo del agua por la población no ha variado en los últimos 6 años, dado que los porcentajes de opinión en cuanto a aceptación, uso y características generales, así como la vigilancia de cloración se reportan en las mismas condiciones en el estudio realizado por Haro y Nubes en 2008. La cobertura de cloración reportada por COFEPRIS, para el municipio de Hermosillo ha ido en aumento en los últimos 10 años. Mientras que en el 2006 se registra un 85.7%, para el año 2010 se registra el 93.6% (COFEPRIS, 2010), y en este estudio, en el 2014 se manifiesta que la cobertura de cloración se mantiene en el 98%. Asimismo, la eficiencia de cloración para el 2014 se reporta en un 100%, lo cual no concuerda con el monitoreo realizado en este estudio, en donde la deficiencia de cloración se reporta en el 50% de los sitios analizados. La relación entre cobertura de cloración y eficiencia permite determinar la población que está expuesta a riesgos sanitarios, en este caso, COFEPRIS reporta en 2010 una eficiencia del 100% de cloración, con una vigilancia también del 100%. En la actualidad, para el 2014, esta vigilancia reporta la existencia de un 98% de la población sin riesgo, quedando un 2% de población con problemas sanitarios.

Dentro de lo observado y según la respuesta de los entrevistados en cada uno de los cuestionarios aplicados, se detecta la poca vigilancia que ejerce el órgano desconcentrado de la Secretaría de Salud, denominado COFEPRIS, el cual tiene la responsabilidad de ejecutar, vigilar la aplicación de las normas en el cumplimiento de otorgar agua de calidad bacteriológica; los tres órganos gubernamentales responsables (Agua de Hermosillo, CEA, SSA) manifiestan la poca participación y vigilancia de este órgano para con ellos, la

mayoría de las veces es del 100%, sólo se piden los reportes y los resultados en las bitácoras efectuadas.

La Dirección General de Protección contra Riesgos Sanitarios (DGPRS) en Sonora hace numerosas críticas a COFEPRIS en lo relativo a la emisión de normatividad y mejora regulatoria, considerando que existe un importante rezago en la actualización de la gran mayoría de las Normas Oficiales, lo cual pone en riesgo la finalidad de su observancia, además de que algunos numerales actualmente resultan ser obsoletos (Haro et al., 2008).

IX. CONCLUSIONES

El cumplimiento de la normatividad aplicable para otorgar ACB no es equitativo para las instituciones responsables, el mayor peso recae sobre el Organismo Operador de agua de cada localidad.

El porcentaje de cumplimiento para la NOM-127-SSA1-1994 y NOM-179-SSA1-1998 se encontró en un 73% de efectividad aproximadamente. Para la NOM-230-SSA1-2002, su cumplimiento obtuvo un 93% por las instituciones implicadas.

El cumplimiento de la normatividad en forma global por la Secretaría de Salud resultó de 86.73%; el Organismo Operador, Agua de Hermosillo, cumple en un 77.7% y la Comisión Estatal del Agua obtuvo un 72.5%.

La eficiencia y vigilancia de cloración reportada por el Organismo Operador (100%) no concuerda con el porcentaje de aplicación de la norma obtenido en el estudio (79.31%) y tampoco concuerda con los resultados obtenidos en el monitoreo realizado, en donde el 50% de los sitios monitoreados manifiestan deficiencia de cloro.

El incumplimiento de la normatividad aplicable para ACB se encuentra en la falta de recursos, incumplimiento de planes de trabajo, negligencia y vandalismo, en su mayor parte.

La hipótesis planteada en el estudio se acepta, donde, la aplicación de la normatividad para otorgar ACB no se cumple en su totalidad por falta de recursos y vigilancia de la entidad responsable.

X. RECOMENDACIONES

Se sugieren las siguientes acciones a las instituciones responsables de otorgar agua de calidad bacteriológica:

AH: enfatizar la vigilancia sobre el sistema de cloración con el fin de evitar o reducir deficiencias y dosificaciones extremas.

AH: Buscar alternativas metodológicas para el monitoreo de cloro residual libre, dado que la bibliografía reporta que los productos químicos utilizados en la técnica usada actualmente tienen repercusiones en la salud.

SSA, CEA y AH: asegurar la ejecución de programas, en tiempo y forma, para el cumplimiento de las normas NOM-230-SSA1-2002 y la NOM-179-SSA1-1998 de acuerdo a las funciones que sean de su competencia.

CEA y AH: Cumplir con los programas de capacitación, tanto para operarios como para personal técnico que labora en las instituciones responsables de otorgar ACB, tal y como la norma lo especifica.

SSA, CEA y AH: Estrechar los convenios de vinculación para mejorar la interrelación entre las instituciones implicadas en ACB y establecer convenios de colaboración con instituciones educativas, con la finalidad de ampliar la cobertura de vigilancia de cloración y su eficiencia en el sistema de distribución de agua potable.

SSA, CEA y AH: Realizar tercerías con instituciones certificadas no gubernamentales con la finalidad de verificar los reportes a nivel municipal, estatal y nacional por entidad.

SSA, CEA y AH: Facilitar el acceso a la información relevante a ACB y ésta permanezca actualizada.

SSA y AH; Realizar estudios sobre las implicaciones en la salud que pueden contraerse por una cloración excesiva.

AH: Hacer uso de las nuevas tecnologías para fomentar e incentivar la difusión cultural sobre el manejo, disposición y cuidados del agua, tanto a nivel escolar como domiciliario.

XI. LITERATURA CITADA

- Agua de Hermosillo. 2010. Antecedentes del Organismo. www.aguadehermosillo.gob.mx. Octubre 2010.
http://www.aguadehermosillo.gob.mx/inicio/index.php?option=com_content&view=article&id=62:antecedentes&catid=37:organizacion&Itemid=37
- Comisión Estatal del Agua. 2010. Sistema de gestión por comparación: indicadores. México: CEA. sgc.ceasonora.gob.mx. Mayo 2012.
<http://sgc.ceasonora.gob.mx/Index.aspx>
- Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios [COFEPRIS]. 2006a. Manual de organización específico, documento interno. México: COFEPRIS.
- Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios [COFEPRIS]. 2010. Agua de Calidad Bacteriológica. Resultados mensuales. Indicadores a nivel nacional. www.cofepris.gob.mx. Abril 2010.
<http://www.cofepris.gob.mx/Paginas/Temas%20Interes/Programas%20y%20Proyectos/Agua/AguaCalidadBacteriologica.aspx>
- Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. 2006. Situación del Subsector Agua Potable y Saneamiento. México. www.cna.gob.mx. Mayo 2012.
- Haro, J. A., A. Bolaños, A. Covarrubias, A. L. Rascón, C. F. Horta, F. Covarrubias, G. Nubes, G. A. Cabrera, J. R. Calderón, J. G. Mada, J. L. Moreno, J. E. Ramos, L. O. Noriega, L. B. Minjárez, M. A. Santillana, M. I. Grijalva y P. W. Hersch. 2008. “Regulación y Fomento Sanitario en Sonora”. En: La Prevención de Daños Evitables a la Salud en México: una Evaluación de la Gestión del Desempeño de la Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS). Informe Final Tomo II. El Colegio de Sonora. México.
- Haro, J. A. y G. Nubes. 2008. “Hallazgos ACB en Sonora”. En: La Prevención de Daños Evitables a la Salud en México: una Evaluación de la Gestión del Desempeño de la Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS). Informe Final Tomo II. El Colegio de Sonora. México.
- INEGI. 2010. México en Cifras. Información Nacional, por Entidad Federativa y Municipios. www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=26#A. Noviembre 2012.
- NOM-127-SSA1-1994. Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

- NOM-179-SSA1-1998. Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público.
- NOM-230-SSA1-2002. Salud Ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo.
- OMS. 1997. Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Vol. 3. Surveillance and control of community supplies. Suiza.http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/guidelines4/es/index.html.
- Organización Mundial de la Salud. 2006. Guías para la calidad del agua potable [recurso electrónico]: Primer apéndice. Vol. 1: Recomendaciones. Tercera edición.
- Sánchez-Pérez H. J., M. G. Vargas-Morales y J. D. Méndez-Sánchez. 2000. Calidad bacteriológica del agua para consumo humano en zonas de alta marginación de Chiapas. *Salud Pública Mexicana*; 42:397-406.
- Secretaría de Salud. 2007. Programa Nacional de Salud 2007-2012. Por un México sano: construyendo alianzas para una mejor salud. México: Secretaría de Salud.
- Secretaría de Salud Pública de Sonora. 2004. Programa de Salud, Asistencia y Seguridad Social 2004-2009, documento interno, Hermosillo: Salud Pública en Sonora.
- Secretaría de Salud Pública de Sonora. 2009. Atribuciones de la Secretaría de Salud Pública de Sonora. http://transparencia.esonora.gob.mx/NR/rdonlyres/47A90CC6-6986-4CA0-B10F-27F3F69F6696/30563/ORGANIGRAMASCONATRIB_SSP_JUNIO2008_1_.pdf.
- Zazueta-Reynaud, G. 2013. Compilación de los Resultados Obtenidos en los Monitoreos de Calidad Sanitaria del Río Santa Cruz, Sonora, México, Periodo 1995-2013. Tesis de Licenciatura. Universidad de Sonora. Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Hermosillo, Sonora, México.

20.- ¿Clase de material volumétrico utilizado en la medición?

A	
B	
C	
D	

21.- Checar registros de la calibración de los equipos

Bitácora de verificación ¿Qué organismo realiza la verificación?
 Material volumétrico
 Balanza analítica

--

22.- ¿Es suficiente el presupuesto recibido para realizar la potabilización del agua?

Si	No
----	----

¿Para cuánto tiempo alcanza?

1 mes	6 meses
3 meses	Otra

23.- Dependencia responsable de la asignación del presupuesto para la compra de los consumibles

--

24.- Institución responsable de establecer el presupuesto para la adquisición de consumibles

--

25.- ¿Con cuánta anticipación se realiza la solicitud de los consumibles?

--

HOJA 4/7

26.- Demora de tiempo de entrega de consumibles

--

27.- ¿Qué recomendaciones daría Usted para el mejoramiento del control y uso de los recursos?

--

28.- Condiciones de almacenamiento de los consumibles

Higiene del almacén	1-10			
Seguridad del almacén	Puertas	Ventanas	A/C	Ventilación cruzada
	Regaderas	Luz	Tipo de anaqueles	Clasificación de reactivos (color u otra)
	Equipo de seguridad del personal	Piso seco		

29.- ¿De cuántas colonias está formado el municipio?

--

30.- ¿Qué porcentaje de estas colonias se suministran de agua potable de esta fuente?

--

31.- ¿Cuál es el volumen de agua potabilizada diariamente?

--

32.- Metas establecidas de trabajo

Diarias	
Semanales	
Mensuales	
Semestrales	
Anuales	
Otro	

HOJA 5/7

¿Quién las establece?

--

37.- Checar en la bitácora, análisis de cloro residual y de coliformes los siete días de la semana

	Cloro residual	Coliformes
Lunes		
Martes		
Miércoles		
Jueves		
Viernes		
Sábado		
Domingo		

38.- Checar que el examen microbiológico incluya la determinación de coliformes totales, coliformes fecales o E. Coli u organismos termotolerantes y que cumplan con la norma 127

--

39.- Revisar programa de control de calidad (microbiológico)

- a.- Nombre y título de analistas
- b.- Responsable del verificador del análisis
- c.- Bitácora manuscrita

- c1.- Identificación de la muestra
- c2.- Checar caducidad de los consumibles
- c3.- Fecha del análisis
- c4.- Procedimiento cronológico
- c5.- Cantidad de muestra utilizada
- c6.- Número de muestras de control de calidad analizadas
- c7.- Trazabilidad de la calibración de los instrumentos de medición
- c8.- Evidencia de la aceptación o rechazo de los resultados
- c9.- Deben existir respaldos de la información

APÉNDICE 2

NOM-127-SSA1-1994

2.- Estado		3.- Municipio	1.- Fecha
5.- Dirección		4.- Institución	
6.- Nombre del entrevistado			
7.- Edad del entrevistado		8.- Cargo	
9.- Telefono			

10.- ¿Cuáles son la pruebas de tratabilidad a las que se someten las fuentes de abastecimiento?

Coliformes Fecales	
Coliformes Totales	
S SHIGELLA	
E. COLI	
VIBRIO	
HUEVOS DE HELMINTO	
CLORUROS	
Cloro libre	

11.- ¿Cuál es el tratamiento de potabilización a que se somete la fuente de abastecimiento?

	SI	NO
a.- COAGULACIÓN		
b.- SEDIMENTACION		
c.- FILTRACION		
d.- DESINFECCION		
e.- FILTRACION EN MULTIPLES ETAPAS		
f.- ADSORCION EN CARBON ACTIVADO		

COAGULACIÓN	
-Sulfato de aluminio en polvo	
-Sulfato de aluminio liq.	
-Acelerador (polímetro)	

SISTEMA DE SEDIEMNTACIÓN-FLOCULACION	
Por efecto de la gravedad	
Agitación lenta	

Existencia de alguna metodología, lineamientos para la realización de sedimentación

--

12. ¿Con que periodicidad se realizan las pruebas de tratabilidad?

--

13. ¿Existe laboratorio propio dentro de la institución, o solicitan laboratorio por fuera?

--

14. Normatividad utilizada para efectuar las pruebas de tratabilidad (Manuales, Normas oficiales, normas voluntarias, criterios, otros)?

--

15. ¿Cómo se lleva acabo la filtración?

Metodo por gravedad		
	Metodo con arena-silica-cuarzoza	
	Grava Silica (tipo de silica utilizada)	
Metodo de filtracion dinamica		
	Fina	
	Gruesa	
Filtración Gruesa		
	Arena Gruesa	
Filtración en arena lenta		
	Arena fina	
	Grava	
	Tubería perforada	
Filtración Acendente en capas (filtro grueso)		

HOJA 3/9

16. ¿En que consiste el proceso de desinfección (lineamientos)?

Metodología utilizada

--

Sustancias químicas utilizadas

Cloro	
Yodo	
Ozono	
Luz uv	
Plata ionica	
Plata coloidal	

17. Forma de compuesto a base de cloro que se utiliza para la desinfección

--

CONTINUACION DE LA 179

CHECAR BITACORA DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO DONDE LOS RESULTADOS CUMPLAN CON LA NOM-127 COLIFORMES TOTALES, COLIFORMES FECALES, CHECAR VOLUMEN DE MUESTRA ANALIZADA (100 ml)

CARACTERÍSTICAS	LÍMITE PERMISIBLES
COLIFORMES TOTALES	AUSENCIA O NO DETECTABLE
COLIFORMES FECALES	AUSENCIA O NO DETECTABLE

Checkar la metodología para la detrmínación de Colif. En el manual de operación

18. Medios de cultivo utilizados

	Marca /(grado reactivo)	Caducidad
Caldo Lactosado		
Lauril sulfato triptosa		
Caldo bilis verde brillante		
Caldo EC		
Otros		

HOJA 4/9

19. Programas de capacitación para localidades con poblaciones mayores a 50 mil hab.(checkar No. de capacit)

--

20. Chacar el programa de capacitación (calendarización)

	No. de cursos	No. de asistentes	Cargo
Personal de operación del sistema			
Análisis de calidad de agua			
Inspección de instalaciones			

21. Vigilancia de la Calidad del agua:(revisar bitacoras y archivos correspondientes)

--

22. Verificación sanitaria de la calidad del agua:

--

23. Estadísticas de incidencia de enfermedades transmitidas por el agua (revisar bitacoras de vigilancia de control de calidad de agua)

Observar:

Bitacoras	
Manuales de Proced	
Otros	

Programa de análisis calidad de agua (autoridades locales)	Programa de Inspección de instalaciones hidráulicas	Programa de mantenimiento preventivo correctivo	Vigilancia de la calidad del agua
1 visita anual			Bitacoras
2 visitas anuales			Archivos
Otros			Manuales de procedimientos
			Otros
			Verificación sanitaria
			Reconocimiento sanitario de
			Instalaciones hidráulicas

HOJA 5/9

24. Checar bitácoras de análisis de agua (Incluir clor, cf, ct,)

--

25. Revisar bitácoras de control de calidad de agua

	2013	2012	2011
Cloro			
CF			
Ctot			

26. Revisar bitácoras de tratabilidad

	2013	2012	2011
Cloro			
CF			
Ctot			

27. Revisar reportes de anomalía con la calidad del agua, emisión de reportes en:

Bitacoras	
Archivos	
Manuales de procedimientos	
Otros	
Verificación sanitaria	
Reconocimiento sanitario de	
Instalaciones hidráulicas	

28. Revisar bitacoras en tiempo de estiaje en:

	Fuentes de abastecimiento	Efluentes
Cloro		
CF		
CT		

HOJA 6/9

29. Checar la existencia de bitacoras de riesgos a la salud

	Casos ocasionados por	Causa	Cargo del Informante del riesgo sanitario
Suspensión del suministro de agua			
Condicionar la distribución			
Cambio de fuente de abastecimiento			
Plan de contingencias			

NOM-230-SSA1-2002

30. El acceso a:

Protección	Bardas	Puertas con cerradura	Candados	Puertas de seguridad
Tanques de almacenamiento				
Plantas potabilizadoras				
Estaciones de bombeo				
Obras de captación				

Protección contra escurrimientos e infiltraciones

	Losas de concreto	Puertas con cerradura	Cunetas	Contracunetas	Canales de desviación
Tanques de almacenamiento					
Plantas potabilizadoras					
Estaciones de bombeo					
Obras de captación					

31.- Higiene del lugar (maleza, insectos, roedores, basura y otros):

	Periodicidad	Caja recolectora de sedimentos		Material incrustante	
		Si	No	Si	No
Planta potabilizadora					
Tanques					
Estaciones de bombeo					
Tanques de almacenamiento					

32.- Código por color de tuberías

	Uso
Azul	
Verde	
Amarillo	
Rojo	
Blanco	

33.- Condiciones de almacenamiento de los consumibles

Encargado del almacén				Objetos ajenos
Higiene del almacén	1-10			
Seguridad del almacén	Puertas	Ventanas	A/C	
	Regaderas	Luz	Tipo de anaqueles	
	Equipo de seguridad del personal	Piso seco		
	Ventilación cruzada	Clasificación de reactivos (color u otra)		

34.- Observación

	Tubo en forma de "U" o codo invertido con con tela de mosquitero	Rejilla con tela de mosquitero	Malla con tela de mosquitero
Tanques			
Estaciones de bombeo			

HOJA 8/9

35.- Los tanques de almacenamiento de agua deben estar cubiertos en su interior por material sanitarios

Tipo de material sanitario para recubrimiento de tanques	

36.- Revisar el control sanitario
Análisis de cloro libre

Método	Comparador en escala de color	Medidor de color con escala de 0.2, 0.5, 1.5 y 2.0	Reactivo utilizado por el comparador es el DPD
	Otro		

37.- Bitácora de mantenimiento para tanques o pilas de almacenamiento
Periodicidad (1 por año como mínimo)

	Fecha	Responsable
Llave de drenado		
Desinfección		
Mantenimiento		

NOM-179-SSA1-1998
NOM-112-SSA1-1994

38.- Proceso sanitario de muestreo

*Se puede checar en los manuales de op., cadenas de custodia y bitácoras

	Vol. Colectado	Recipientes de muestreo
Muestras microbiológicas	100 mL o 125 mL	Vidrio con tapones esmerilado
	250 mL	Frascos estériles desechables
	Otro	Bolsas estériles con cierre hermético
Muestreo de cloro residual	500 mL	Recipientes de muestreo Vidrio o polietileno
	1 L	

HOJA 9/9

39.- Metodología utilizada para el análisis bacteriológico

NMP / 100 mL de coliformes

Chacar bitácora, manuales o carpetas de instructivo de operación de la técnica o método utilizado

40.- Checar cadena de custodia

Nombre de proyecto		
Fecha		
Objetivo		
No. De instructivo a aplicar		
Descripción de la información requerida		
Hora de la visita		
Nombre del informante	Cargo que ocupa	
Nombre del investigador de campo	Firma del investigador de campo	
Fecha y hora por bitácora		
Observaciones		

41.- Checar bitácoras de toma y preservación de muestras microbiológicas

*Recipientes de muestreo

Muestras	Anhídrido Tiosulfato	Estufa		Autoclave	
		°C	tiempo	° C	tiempo
Sin cloro	No	170	1 hora	120	15 minutos
Con cloro	0.1 mL al 3% / 120 mL	170	1 hora	120	15 minutos

APÉNDICE 3
ENCUESTA DE OPINIÓN-POBLACION

2.- Estado	3.- Municipio	1.- Fecha	4.- Colonia:
5.- Dirección			
6.- Familia:	7.- Edad del entrevistado	8.- Tiempo de residencia en el domicilio	

9.- Hace uso del agua potable para las actividades diarias en el hogar

Preparación de Alimentos	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	10.- Que tipo de agua utiliza	Purificada	pozo comunitario	
Consumo directo	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No		Pozo particular		
Actividades generales	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	11.- Utiliza alguna sustancia para desinfectar	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	
12.- Cual es el Método de desinfección				Hervir	Cloro	Yodo

13.- Como considera el agua potable

Buena	Mala	Regular	Muy mala		
Dulce	salado	ferroso	amargo	Azufre	
Aluminio	enchiloso	Insaboro	Otro		

14.- Sabor que percibe al ingerir el agua potable

Algas	Hierba	Pasto	Cloro	Fierro	
Otros	Tierra	Otro			

15.- Olor que percibe

16.- Color que percibe

Terrosa	Clara	Turbia	Azul	Verde	plantas
					otros

17.- A observado algun organismo u objeto:

Insecto,	parasito	arena	pedras	
			lombrices	

18.- Sufre de dolores de estomago frecuentes

<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	No. por semana	Mensual	Dolor fuerte
		1 a 3	1 a 3	Dolor leve
		1 a 5	1 a 10	Dolor agudo
			10 o mas	

Observación de campo

19.- Tiene acceso a información sobre calidad de agua

<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No				
-----------------------------	-----------------------------	--	--	--	--

Medio de Inf.

Radio	Periodico	Folletos	TV	Internet
Vocero ambulante				

20.- Conoce quien es el organismo operador responsable de suministrar el agua potable en su localidad

<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	No. veces
-----------------------------	-----------------------------	-----------

21.- Ha recibido alguna vez la visita de un representante del sector salud para verificar la calidad del agua

<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	
-----------------------------	-----------------------------	--

22.- Le han pedido su permiso para tomar muestras de agua en su domicilio

<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	Mensual
-----------------------------	-----------------------------	---------

23.- Ha recibido respuesta de los resultados obtenidos

<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	Cuantas veces	semanal	Anual
-----------------------------	-----------------------------	---------------	---------	-------

24.- Si recibe el resultado, conoce su significado

<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No
-----------------------------	-----------------------------

25.- Se le informa del motivo de la toma de muestra de toma de agua

<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	Cual es:

26.- Como calificaria el servicio del suministro del agua potable

Buena	Mala	Regular	Muy mala
-------	------	---------	----------

27.- Suspensión del servicio de abastecimiento de agua potable

Frecuente	Tandeo	Ocasional	Nunca
Falta de pago	Fugas	Reparaciones de la red	

Motivo

28.- Conoce en que consiste la potabilización del agua

<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No
-----------------------------	-----------------------------

29.- Le gustaria recibir informacion sobre este tema

<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	Medio de información	
		Radio	Periodico
		Vocero ambulante	TV
			Folletos
			Internet

Observación de campo

30.- Cuenta con tanque de almacenamiento para agua potable

<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No
-----------------------------	-----------------------------

31.- En qué tipo de tanque almacena el agua

Tinaco	Cisterna	Pila	Tanque de 200 lts	Otros
--------	----------	------	-------------------	-------

32.- Con qué frecuencia lo utiliza

Diario	Ocasional			Anual
--------	-----------	--	--	-------

33.- Con qué frecuencia se realiza la limpieza del tanque

Diario	Semanal	Quincenal	Mensual
Otro			

34.- Quién se encarga de la limpieza del tanque

Personal	Agencia
----------	---------

35.- Productos utilizados para la limpieza

Cloro	Acido Muriático	Jabón
-------	-----------------	-------

Observación de campo

36.- Cual es el destino de los desechos del domicilio

Letrina	Si	No
Drenaje urbano	Si	No

37.- Cree que el agua que toma puede causarle alguna enfermedad

Si	No
----	----

38.- Cual de las siguientes enfermedades las podria relacionar con la calidad del agua

Sarpullido en la piel	
Dolor cabeza	
Diarrea	
Colitis	
Tos	
Dolor de oído	