

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS MÉDICAS DE CIENFUEGOS**  
**ESCUELA NACIONAL DE SALUD PÚBLICA**

**MODELO PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS HÍDRICOS**  
**QUE INCIDEN EN LA SALUD HUMANA. CIENFUEGOS, 2019**

Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en  
Ciencias de la Salud.

**BELKYS CARMEN GARCÍA LÓPEZ**

**Cienfuegos**

**2021**

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS MÉDICAS DE CIENFUEGOS**  
**ESCUELA NACIONAL DE SALUD PÚBLICA**

**MODELO PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS HÍDRICOS**  
**QUE INCIDEN EN LA SALUD HUMANA. CIENFUEGOS, 2019**

Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en  
Ciencias de la Salud.

Autora: Dra. BELKYS CARMEN GARCÍA LÓPEZ Ms.C

Tutores: Prof. Tit. Dr. Víctor René Navarro Machado Dr.C

Prof. Tit. Ing. Erenio González Suárez Dr. Cs

**Cienfuegos**

**2021**

## AGRADECIMIENTOS

A mi familia

A los tutores Dr.C Víctor René Navarro Machado y Dr.Cs Erenio González Suárez

A mis amigos y compañeros de trabajo

## SÍNTESIS

El Ministerio de Salud Pública en Cuba tiene entre sus prioridades, la gestión de riesgos que se coligan a la calidad del agua. Este aspecto se regula a través de la Ley de las Aguas Terrestres que, en Cienfuegos presenta indicadores no satisfactorios. El estudio tiene como objetivo, crear un modelo que facilite la pesquisa, aprecio y tratamiento de riesgos de enfermedades hídricas. El tema que se desarrolla, mixto en métodos y técnicas incluye el análisis documental, la estadística descriptiva e inferencial, así como la validación por expertos y por escenarios en que se instrumenta. A través del diseño de la metodología, se asumen términos con fundamento analítico diferente, en correspondencia con el modelo que se propone. La formulación de expresiones simples para las series temporales y distribución espacial de datos, se integran como herramienta para la alerta de brotes o epidemias afines. El registro a modo de marca y patente de los resultados, contribuye a la toma de decisiones en cada municipio donde se implementa, sobre la base de los determinantes sociales de salud. La secuencia sistémica y operacional anclada a la institucionalización, permite que se evalúe el contexto externo e interno, así como la sensibilización de investigadores y población del territorio. La localidad beneficiada, en su rol de ejecutora directa, actúa como sujeto-objeto de promoción y prevención de salud, a nivel comunitario.

Palabras Claves: gestión de riesgos, riesgos de enfermedades hídricas, modelo, institucionalización, determinantes sociales

## TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	“Pág.1”.
Problema Científico	“Pág.5”.
Objetivo General	“Pág.6”.
Objetivos Específicos	“Pág.6”.
Aporte y novedad científica	“Pág.7”.
CAPÍTULO 1. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA SERVIDA Y SU IMPACTO EN LA SALUD	“Pág.9”.
1.1 El agua servida y los parámetros de calidad para el consumo humano	“Pág.10”.
1.2 El manejo de los riesgos hídricos como garantía de salud	“Pág.18”.
1.3 La Producción más Limpia como articulación de la gestión integrada de acciones de salud y la calidad de agua	“Pág.23”.
1.4 La modelación en la gestión de riesgos hídricos y acciones de prevención de salud	“Pág.28”.
Conclusiones parciales Capítulo 1	“Pág.33”
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA DISEÑADA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO PROPUESTO	“Pág. 34”.
2.1 La reflexión colectiva en el diseño metodológico	“Pág.35”.
2.2 La decisión y acción consolidadas con una óptica preventiva	“Pág.43”.
2.3 Selección y trabajo con expertos	“Pág.48”.
Conclusiones parciales Capítulo 2	“Pág.59”
CAPITULO 3. EL MODELO Y LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR ESCENARIOS DE APLICACIÓN	“Pág.60”.

3.1 La caracterización del binomio agua-salud en Cienfuegos	“Pág.60”.
3.2 Los riesgos de enfermedades hídricas: su tipificación y consecuencias para la salud en Cienfuegos	“Pág.69”.
3.3 Ordenamiento de acciones de salud para el tratamiento de riesgos de enfermedades hídricas	“Pág.79”.
3.4 La institucionalización y gestión del conocimiento en la investigación	“Pág.93”.
Conclusiones parciales Capítulo 3	“Pág.98”
CONCLUSIONES	“Pág.99”.
RECOMENDACIONES	“Pág.100”
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	.
ANEXOS	

## INTRODUCCIÓN

Desde que aparecen los primeros organismos unicelulares existe equilibrio entre las necesidades vitales y el agua disponible.<sup>1-3</sup> El aumento de la población, la masiva urbanización, el vertimiento de productos químicos procedentes de las industrias y el auge de microorganismos son factores claves que, afectan la calidad de agua en el mundo.<sup>4</sup> La querencia del recurso desde la perspectiva que se le asigne, se ve comprometida.<sup>2</sup>

El agua sirve como transporte de compuestos orgánicos, es soporte para la supervivencia (por ser el único alimento que consumen todos los seres vivos del planeta) y es un disolvente universal.<sup>5,6</sup> De igual forma es el medio a través del cual, se pueden adquirir enfermedades que afectan a todos los órganos del cuerpo humano.<sup>3</sup>

El servicio de agua potable y saneamiento dentro de los hogares y centros de trabajo, aseguran la salud y promueve la productividad y competitividad de las personas.

Los esfuerzos para lograr cobertura universal son prioritarios no obstante es necesario que, el servicio sea continuo, de calidad y de bajo costo.<sup>7</sup> El agua como servicio, abarca desde la infraestructura hidráulica hasta contar con un abastecimiento seguro y conveniente de satisfacción para el consumo humano y la higiene personal.

Para garantizar un agua con calidad es necesario que, se cumplan normas en cuanto a disponibilidad, cantidad, calidad y confiabilidad del abastecimiento. Sobre la base de los diferentes usos del recurso se generan servicios sostenibles que, posibilitan el mantenimiento del estado de salud de las personas.<sup>5-8</sup>

La calidad del agua, promueve la condición humana y es un primer nivel de intervención a nivel comunitario. La Organización Mundial de la Salud (OMS), establece que el proporcionar acceso al agua salubre, es uno de los instrumentos más eficaces para promover salud. <sup>8</sup> Para ello es necesario llevar a cabo Planes de Seguridad del Agua (PSA), estos planes cuentan con una guía promovida por la OMS para su implementación. <sup>9</sup>

El estudio de la relación agua/ salud y la prevención de enfermedades, es un indicador para evaluar el estado de salud en una comunidad. <sup>10</sup> La toma de decisiones, fundamentada en intervenciones que tienen por objetivo la prevención y control de enfermedades, evalúa las diferentes opciones disponibles en escenarios específicos. <sup>11-13</sup>

El proceso permite elegir o combinar variantes que, aseguran los máximos beneficios para el ser humano o el logro de objetivos que se definen. El grado de desarrollo de la salud pública, puede medirse de muchas maneras, pero a lo largo de la historia, las infraestructuras del agua se muestran como un gran indicador de impacto. <sup>11</sup>

La calidad del agua es un valor ecológico esencial para las personas y para el crecimiento económico. <sup>14</sup> Las mejoras en el suministro del recurso, son oportunidades para solucionar problemas de salud pública y permiten establecer modelos de evaluación y gestión integral que garanticen su calidad.

Según la Comisión Mundial del Agua (*World Water Commission*), las prácticas inadecuadas de gestión, yacen en el centro del problema que presenta el agua como recurso. El agua funciona como recurso renovable si se tramita bien, o sea de manera eficiente y equitativa y tiene un papel facilitador en el fortalecimiento de la resiliencia de los sistemas sociales económicos y ambientales. <sup>5,6</sup>



La gestión integrada del recurso hídrico, contribuye a la identificación y separación de los diferentes roles, el agua como recurso y como servicio.<sup>15</sup> El problema de la calidad de agua es tan importante como aquellos relativos a la escasez de la misma, sin embargo, se le brinda menos atención. La salud humana y el bienestar de la sociedad, dependen en parte de un abastecimiento seguro y conveniente de satisfacción para el consumo y la higiene.<sup>16,17</sup>

Los servicios de agua y saneamiento insuficientes o que se gestionan de forma inadecuada, exponen a la población a riesgos prevenibles para su salud.<sup>18</sup> En los centros hospitalarios, tanto los pacientes como los profesionales, quedan expuestos a mayores riesgos de infección y enfermedad cuando no existen servicios de suministro, saneamiento e higiene o cuando se considera que lavarse las manos no es una prioridad.<sup>18,19</sup>

América Latina y el Caribe (ALC), presentan grandes diferencias de cobertura en cuanto al abastecimiento del agua en la población.<sup>20</sup> Los que tienen acceso al servicio, frecuentemente no lo reciben con calidad. Para la salud, el hombre necesita agua potable, porque la calidad de la misma también es un factor primario para la vida.<sup>19</sup>

Cuba, carece de abundantes recursos hídricos por lo que, la única fuente de formación la constituyen las precipitaciones. En las condiciones actuales del territorio nacional, el uso del agua impone un alto costo energético por la necesidad de bombeo desde las fuentes.<sup>21</sup>

El Ministerio de Salud Pública en Cuba (MINSAP), regula a través de la Ley 114 (Ley de Aguas Terrestres), los aspectos fundamentales que se relacionan con la garantía de suministro de un agua apta para el consumo.<sup>22</sup>

Uno de los problemas que se concatena con el anterior argumento es que, en Cuba de forma general existen dificultades en cuanto a cobertura de agua potable, con suministro discontinuo de este recurso a la población e insuficiente corrección del mismo, como fuente de consumo humano, todo lo cual se acentúa en períodos lluviosos o de sequía.

Como antecedente, se destaca la puesta en práctica, de la Tarea Vida,<sup>23</sup> plan de estado cubano de mayor alcance que, asume el enfrentamiento al cambio climático. Cualquier alteración en el medio ambiente (calidad de agua), provoca impactos negativos en la salud pública, muchas veces por la presencia de procesos culturales y en última instancia económicos.

García y Jiménez en el 2015 realizan una caracterización del agua según sus usos a través de la que, se evidencia la huella hídrica en la salud humana.<sup>24</sup>

Cienfuegos, cuenta con un potencial hídrico pero los servicios de abasto de agua a la población se complejizan, por tener más recursos superficiales que subterráneos, lo que requiere de procesos de potabilización exigentes. Los servicios sanitarios en la provincia y la calidad de agua se profieren a favor de alcanzar indicadores positivos de salud, pilar fundamental del estado socialista cubano.

Lo antedicho, se refleja en el lineamiento 135 de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución que plantea: "Definir una política tecnológica que contribuya a reorientar el desarrollo industrial, y que comprenda el control de las tecnologías existentes en el país; a fin de promover su modernización sistemática atendiendo a la eficiencia energética, eficacia productiva e impacto ambiental, y que contribuya a elevar la soberanía tecnológica en ramas estratégicas".<sup>25</sup>

Los seres humanos están en la obligación de, proteger el agua e impedir toda influencia desfavorable sobre este recurso vital, lo que justifica las investigaciones que se acometen. En Cienfuegos, se llevan cabo numerosos estudios que, abordan la limitación del uso del agua para consumo humano y la evaluación de acciones correctivas que, contribuyen al manejo del recurso para estos fines, no así la pesquisa de riesgos.

De modo particular en la tesis de doctorado de Betancourt en el 2010, el principal objetivo plantea establecer un procedimiento metodológico, para evaluar la calidad físico-química del agua en embalses que se destinan al consumo humano. Por otra parte, propone efectuar ejercicios de aplicación parcial de dicho procedimiento, en otros embalses importantes de la provincia de Cienfuegos, pero no establece relación entre los riesgos y la salud.<sup>26</sup>

En la tesis de maestría de la autora, se propone un plan de mejoras, para contrarrestar efectos de la contaminación hídrica por hierro, en el asentamiento poblacional Antonio Sánchez o sea se limita solo a esa zona.<sup>27</sup>

García y Gutiérrez en el 2015<sup>24</sup> y en el 2016<sup>21</sup> publican dos estudios, en los que se aborda la calidad de agua y las cuencas hidrográficas, pero no se propone solución alguna a problemas resultantes.

La presente investigación, está dirigida a verificar, la correlación entre calidad de agua y la salud en la provincia de Cienfuegos y está amparada por, la promoción de la Producción más Limpia (P+L), sobre la base de que los avances socioeconómicos, no pueden sostenerse si no se dispone, entre otras cosas de, un agua apta para el consumo humano.

Los elementos que se afrontan constituyen el asiento para plantear el problema científico el cual se traduce en que, no existe un modelo que permita gestionar

adecuadamente los riesgos de enfermedades hídricas, sobre la base de su incidencia en la salud humana.

El objetivo general de esta investigación se define como:

Crear un modelo, que facilite la pesquisa, evaluación y corrección de riesgos de enfermedades hídricas en la provincia de Cienfuegos.

Como objetivos específicos se proponen los siguientes:

- Categorizar riesgos que se asocian a enfermedades hídricas en Cienfuegos.
- Analizar la estructura y funcionalidad necesaria en la conformación del modelo a elaborar.
- Proponer un conjunto de acciones para minimizar o eliminar riesgos de enfermedades hídricas
- Validar el modelo diseñado.

Para el estudio se emplean como variables dependientes los elementos físicos, químicos y bacteriológicos que desde hace más de 20 años afectan la calidad del agua de consumo y como variables independientes las enfermedades que afectan a la población, como consecuencia del consumo de agua contaminada por dichos elementos.

Las limitaciones con que cuenta la investigación están relacionadas en primer lugar con que, el laboratorio de salud pública donde se realizan los análisis de calidad del agua en Cienfuegos no está certificado. Esta reticencia provoca que, se requiere del laboratorio de la delegación provincial de recursos hidráulicos, lo cual precisó de gestiones con el empleo de mayor tiempo.

Por otra parte, la no existencia de percepción de riesgo hídrico en el territorio, trajo consigo que hubo que realizar acciones de sensibilización no solo de la comunidad sino también del equipo de investigadores. De igual forma constituyó

otra limitación que, al no disponerse de una estadística consecuente, la modelación con series tendenciales no pudo llevarse a cabo en la totalidad de enfermedades hídricas que afectan a la provincia de Cienfuegos.

Los posibles impactos de la investigación en Cienfuegos se relacionan con:

- disminución estimada de la morbilidad por enfermedades hídricas en un 2%, a los 10 años de la implementación,
- sensibilización del 1,5 % de la población donde se implementa el estudio, en relación con la incidencia de los riesgos hídricos en la salud, al finalizar el 2do año de su aplicación.
- incorporar el registro (propuesto para aplicar el modelo) en los análisis de la situación de salud del territorio.

El aporte y novedad científica de la investigación, es el logro de una herramienta de alerta de enfermedades hídricas, a través de la cual se lleva a cabo, la gestión de riesgos afines.

La contribución teórica es el propio modelo, así como, las categorías y criterios que se asumen en el diseño metodológico que se propone, como vía para modificar la situación actual (poca percepción de riesgos de enfermedades hídricas y aumento de morbilidad por esta causa). Otra contribución teórica del estudio es la concepción de los diagnósticos prospectivos conexos.

De forma práctica, el modelo enriquece la elaboración de los análisis de la situación de salud en cada municipio de Cienfuegos, adjudica importancia a la percepción de riesgos de enfermedades hídricas en relación con la morbilidad afín y favorece la elaboración de planes de ordenamiento territorial sobre la base de los determinantes sociales de salud en diferentes escenarios.

La implementación del modelo garantiza la sensibilización de la comunidad, así como de investigadores, en relación con el desarrollo de proyectos sostenibles, radicando en ello el aporte sociocultural del mismo.

La tesis está estructurada en 3 capítulos:

El Capítulo 1 aborda el análisis de la calidad del agua servida y su impacto en la salud. En el mismo se detallan los parámetros a considerar para que el agua esté apta para el consumo por parte de la población. Se revela como debe llevarse a cabo el manejo de los riesgos de enfermedades hídricas y además la forma en que se articula la P+L con acciones de salud y calidad de agua. El capítulo hace referencia en su acápite final al proceso de modelación que se realiza.

En el Capítulo 2 se expone el material y los métodos dispuestos para llevar a cabo la investigación, así como también se describe el diseño metodológico propuesto para la construcción del modelo que se crea.

El Capítulo 3 desde la propia concepción del modelo, muestra los efectos que se obtienen por escenarios de aplicación en la provincia de Cienfuegos.

## CAPÍTULO 1. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA SERVIDA Y SU IMPACTO EN LA SALUD

El ser humano para saciar su creciente demanda, actúa sin medir consecuencias sobre el medio ambiente. La reacción primaria al planteamiento anterior, conduce a controlar la contaminación de aguas, suelos y la atmósfera. <sup>2</sup>

El agua dulce sirve para cubrir las necesidades humanas por lo que, se hace necesario llevar a cabo la evaluación de los beneficios que traduce la protección natural de la misma. <sup>28</sup>

Los aspectos concernientes al estado del conocimiento y de la práctica se muestran en la Figura 1.

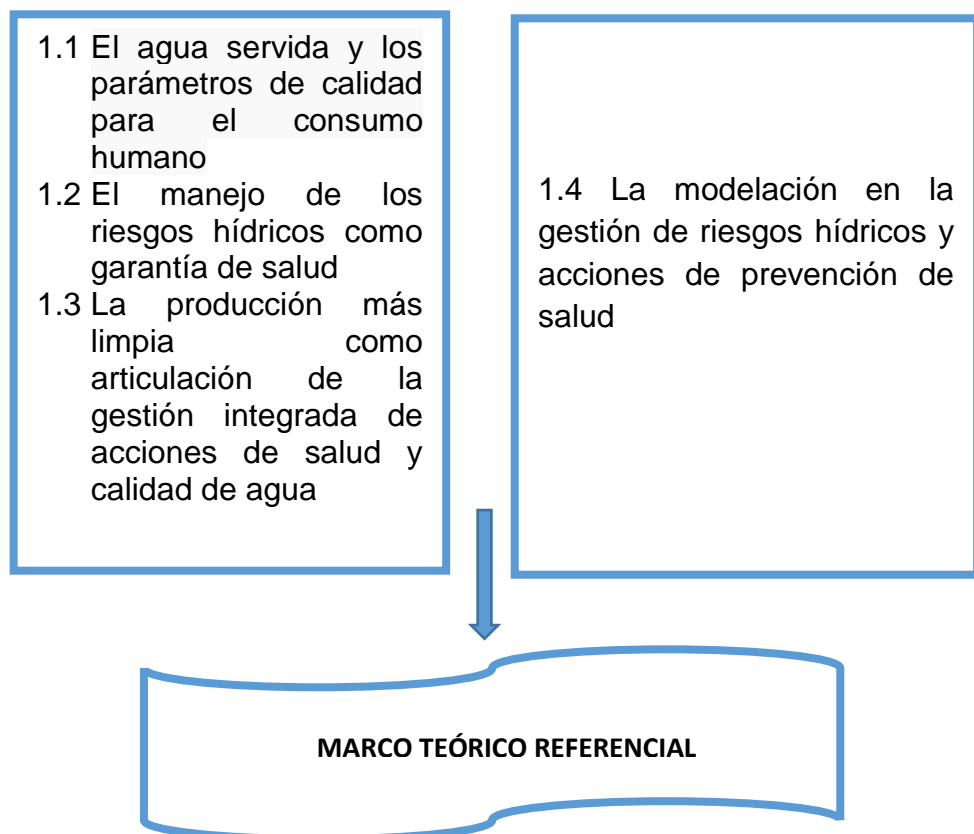


Figura 1. Marco teórico referencial de la investigación

## 1.1 El agua servida y los parámetros de calidad para el consumo humano

La OMS y la Unión Europea (UE) consideran el agua potable como aquella que, una persona puede beber todos los días durante toda su vida y sin ningún riesgo para su salud.<sup>9</sup>

Las enfermedades transmisibles son un problema de salud pública; por ello es necesario que, se proteja la calidad bacteriológica, física, química y radiológica del agua para consumo humano.<sup>21</sup> La calidad del recurso se mantiene, siempre y cuando los actores cumplan con el rol que les compete.<sup>7</sup>

Para cualquier país es crucial, la garantía de la provisión de servicios de agua potable y saneamiento, a los miles de millones de habitantes de zonas rurales, así como los impactos positivos del abasto en fajas urbanas de adaptación al crecimiento demográfico.<sup>28</sup>

El agua es un recurso limitado e insustituible que, está en el centro del desarrollo sostenible y resulta fundamental para la estabilidad socioeconómica, ecosistemas saludables (acuáticos o de montaña) y la supervivencia humana.<sup>9</sup>

Es propósito del Sistema de Naciones Unidas,<sup>29</sup> “continuar acompañando a sus estados miembros en la búsqueda e implementación de acciones que sean capaces de detener y llegar a revertir los peligros que hoy acechan a la humanidad en materia de disponibilidad del recurso agua, vinculado a la realización de los Objetivos del Milenio y a los planteamientos aprobados para el logro del desarrollo sostenible, para lo cual la cooperación internacional en esta esfera resulta crucial”.

La gestión de la calidad del agua, contribuye directa e indirectamente a alcanzar las metas establecidas en cada uno de los ocho Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). Los indicadores de la calidad del agua, pueden utilizarse para



demostrar los progresos hacia la consecución de las metas, trazando las tendencias en el tiempo y en el espacio.<sup>29</sup>

El número 1 de estos objetivos, se pronuncia por erradicar pobreza extrema y el hambre. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) revela que, en términos de equidad, las familias más pobres son las que más gastan en la compra del agua, pagando entre 1,5 y 3,8 veces más que las familias ricas.<sup>29</sup>

La pobreza se traduce entre otras consecuencias, en perder a un familiar o amigo, por una enfermedad relacionada con el agua contaminada, lo que a su vez afecta la economía.

Asignar recursos para que la población tenga acceso a agua de calidad no es un gasto sino una inversión productiva que, tiene un gran retorno en la economía ya que son factores decisivos para la salud pública y pueden prevenir costos excelsos en atención médica.

Las inversiones en abastecimiento de agua segura son rentables y el papel multiplicador de ese gasto es relevante, es decir existe una consistente correlación entre el agua potable, la salud y la pobreza.

Otro aspecto del agua, en términos de inversión social, es el tiempo y la energía que la comunidad emplea para abastecerse de agua no contaminada.

En la agricultura el agua, es un eslabón incuestionable ya que ella se traduce en calidad para el riego o en la utilización por el personal para otros usos e implica no solo pérdidas de cultivos sino también deterioro a la salud, de no suministrarse de forma segura.

En la industria y energía el agua, evidencia altos valores de consumo, pero los efectos de la industrialización se revierten también en calidad de vida al igual que en el sector doméstico.

La gestión de recursos hídricos, las infraestructuras y el suministro del servicio se financian de forma sostenible. Una gestión sostenible del agua es fundamental para erradicar la pobreza y permitir a las personas una vida sana y productiva, sobre la base del binomio costo-beneficio.<sup>5,6</sup>

El objetivo 2 se enfoca en lograr la enseñanza primaria universal. En relación con el mismo, se llevan a cabo acciones para que, la población conozca los aspectos fundamentales del recurso agua, se sensibilice a las diferentes comunidades con un lenguaje sencillo y se eleve la percepción de riesgo hídrico.<sup>24</sup> Este proceso contribuye sin lugar a dudas a accionar a favor de la calidad del agua de consumo.

Promover igualdad de género y el empoderamiento de la mujer es la propuesta del objetivo 3. Solo el 18 % de la fuerza laboral mundial relacionada con el agua se corresponde con el sexo femenino a pesar de que, los mayores avances en estudios de calidad del recurso, se les atribuyen a las mujeres.<sup>29</sup>

El objetivo 4 se encamina a la reducción de la mortalidad de niños menores de 5 años. Si se logra que el agua de consumo tenga calidad y que se disponga del servicio de forma sistemática, disminuyen las enfermedades diarreicas, específicamente en niños, en el rango de edad que se refiere.<sup>26,27</sup> El mismo comportamiento acaece con la incidencia por la escabiosis y pediculosis.

Mejorar la salud materna, es la base sobre la cual se sustenta el objetivo 5, que encuentra respaldo en la mejoría de servicios de salud (suministro del agua), las acciones de capacitación y la sensibilización en relación con tratamientos caseros al recurso.

La alerta de consecuencias de mala higiene y la importancia de que exista percepción de riesgo hídrico, constituyen temas que priorizan a la mujer en edad fértil.<sup>24</sup>

Combatir el VIH SIDA, paludismo y otras enfermedades, aspectos que rigen el objetivo 6, tienen un fuerte vínculo con el tema agua, no solo por los múltiples usos que de ella se disponen, sino porque su escasez o falta de calidad, contribuyen al incremento de la morbilidad por estas causas.

El seguimiento de la meta, se realiza mediante el indicador de «servicios de suministro de agua potable se gestionan de manera segura»<sup>29</sup>, es decir agua potable procedente de una fuente mejorada de suministro de agua ubicada en el lugar de uso, disponible cuando se necesita y que no contenga contaminación fecal ni de sustancias químicas.

El objetivo 7, conducente a garantizar sostenibilidad del medio ambiente se respalda entre otros aspectos, mediante la gestión segura del agua, un factor indispensable para contribuir al mantenimiento de un entorno libre de contaminación.

Hay un gran número de contaminantes del agua, que se pueden clasificar de diferentes maneras. Es frecuente congregarlos en los siguientes ocho grupos:<sup>30</sup>

- Microorganismos patógenos: son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades tales como el cólera, tifus, gastroenteritis diversas y hepatitis.

En los países en vías de desarrollo, las enfermedades producidas por estos patógenos, es uno de los motivos más importantes de muerte prematura, sobre todo de niños.

Normalmente estos microbios, llegan al agua en las heces y otros restos orgánicos que producen las personas infectadas.

- Por las razones antes expuestas se justifica que, un buen índice para medir la salubridad de las aguas, en lo que se refiere a estos microorganismos, es el número de bacterias coliformes.

La OMS recomienda que en el agua para beber haya 0 colonias de coliformes por 100 ml de agua.<sup>9</sup>

- Desechos orgánicos: son el conjunto de residuos orgánicos que se derivan de la actividad antrópica y del ganado entre otros.

Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno.

- Siempre que este tipo de desechos está en exceso, el desarrollo de bacterias agota el oxígeno y ya no pueden vivir en estas aguas peces y otros seres vivos que necesitan oxígeno.

La cantidad de oxígeno disuelto en agua o la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)<sup>30</sup> es un buen índice para medir la disponibilidad de desechos en el agua.

- Sustancias químicas inorgánicas: son los ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo.

Si estos elementos, se encuentran presentes en altas cantidades, pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua.<sup>30</sup>

- Nutrientes vegetales inorgánicos: en este grupo se encuentran los nitratos y fosfatos. Los mismos son sustancias solubles en agua, que las plantas necesitan para su desarrollo.

La presencia excesiva de estos nutrientes, inducen el crecimiento de algas y otros organismos provocando la eutrofización de las aguas.<sup>30</sup> Si las algas y otros vegetales mueren, al ser descompuestos por los microorganismos, se agota el oxígeno y se hace imposible la vida de otros seres vivos. Como consecuencia el agua es maloliente e inutilizable.

- Compuestos orgánicos: son moléculas orgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes y detergentes.

Estos compuestos, terminan su ciclo en el agua y en ocasiones permanecen en ella por largos períodos de tiempo. Al ser productos que fabrica el hombre, tienen estructuras moleculares difíciles de degradar por los microorganismos.<sup>30</sup>

- Sedimentos y materiales suspendidos: agrupa a partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas.

Son en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua.<sup>30</sup>

- La turbidez que provocan en el agua dificulta la vida de algunos organismos, y los sedimentos que se van acumulando destruyen sitios de alimentación o desove de los peces, rellenan lagos o pantanos y obstruyen canales, rías y puertos.
- Sustancias radiactivas: se refiere a isótopos radiactivos solubles.

Estos núcleos pueden estar presentes en el agua y a veces se pueden ir acumulando a lo largo de las cadenas tróficas, alcanzando concentraciones considerablemente más altas en algunos tejidos vivos.<sup>30</sup>

- Contaminación térmica: el agua caliente liberada por centrales de energía o procesos industriales, eleva (en ocasiones) la temperatura de ríos o embalses.

Al elevarse la temperatura del agua, disminuye su capacidad de contener oxígeno y afecta a la vida de los organismos. El proceso provoca además la concentración de contaminantes.<sup>24,30</sup>

Las aguas subterráneas suelen ser más difíciles de contaminar que las superficiales, pero cuando esta contaminación se produce, es más difícil de eliminar.<sup>21, 24, 31-33</sup> Se hace necesario considerar en este contexto el comportamiento de las precipitaciones y el tipo de clima.

En muchos lugares en los que las precipitaciones son escasas e irregulares, pero donde el clima es muy apto para la agricultura, es un recurso vital y una gran fuente de riqueza.

La lluvia permite cultivar productos de gran demanda en los mercados internacionales,<sup>32</sup> utilizándose además para uso doméstico y para el riego en muchas partes del mundo.

En Cuba, el 70 % del agua potable que recibe la población es de origen superficial (embalses lacustres lénticos), donde existe una activa presteza biológica, tanto de origen animal como vegetal, dentro de la cual hay excelentes organismos bioindicadores de contaminación del recurso agua.<sup>27</sup>

El uso de especies para detectar alteraciones en los ecosistemas acuáticos tiene varias ventajas: las poblaciones de animales y plantas acumulan información que 105 análisis físico-químicos que existen no detectan.<sup>24</sup>

Existen diversos métodos biológicos que permiten determinar el grado de contaminación del agua, algunos de los cuales son mejores para ecosistemas lóticos y otros para los lénticos.

Todas las técnicas disponibles, se pueden adaptar a las características de los diferentes ambientes acuáticos, lo cual exige una mayor profundización en el

estudio de la biología, taxonomía y la ecología de las especies indicadoras en cada medio donde se utilice.<sup>24, 27</sup>

El Sistema para la Supervisión de la Calidad del Agua en Cuba, permite el monitoreo de los parámetros de calidad de las aguas. La herramienta brinda información útil para la gestión del recurso y ayuda a los especialistas del país a tomar decisiones a favor de su conservación.

Por otra parte, contribuye al intercambio y retroalimentación y sirve como referencia para investigaciones, muchas de las cuales se articulan al objetivo 8 del desarrollo del milenio que plantea, fomentar una asociación mundial para el desarrollo. La Alianza Francesa apoya la gestión del agua en muchos países del mundo, dentro de ellos Cuba.

Cienfuegos, es una de las provincias que mejores condiciones presenta en cuanto a disponibilidad del recurso agua.<sup>34</sup> Muchos de los embalses del territorio se utilizan poco y a pesar de ello el abasto de agua a la ciudad es insuficiente. En cuanto a cantidad y calidad, el ciclo de suministro llega a ser de hasta 11 días y presenta altos niveles de turbiedad, fundamentalmente en el período lluvioso.

La ciudad, se caracteriza por ser uno de los polos industriales más importantes del país y en los últimos años se incrementa de manera considerable el desarrollo del turismo, lo que trae como consecuencia que, en ocasiones no se haga un uso racional y eficiente del agua. El manejo de los riesgos de enfermedades hídricas en el territorio, incide de forma negativa en la calidad de vida.

Resulta pertinente destacar que el Centro de Estudios Medioambientales en Cienfuegos (CEMA), suscita investigaciones de apoyo al estudio de la autora, en las cuales se emplean las algas verde azules (cianobacterias) como indicadores de la contaminación hídrica de los humedales, ríos y lagunas.

Las técnicas empleadas varían de acuerdo a la modificación de las condiciones ambientales y diferentes procesos de eutrofización, de origen antrópico. Cada pesquisa relacionada tributa al accionar oportuno como caución de calidad de vida.

## 1.2 El manejo de los riesgos hídricos como garantía de salud

El manejo de riesgos de enfermedades hídricas desempeña un papel crucial en el desarrollo del sector de la salud ya que, el agua es el elemento más abundante del cuerpo y está involucrada en varias funciones de vitales.<sup>35</sup>

Las fuentes de abastecimiento de agua potable y de riego seguirán evolucionando, con una presencia cada vez mayor de las aguas subterráneas y de fuentes alternativas, como las aguas residuales.<sup>32</sup> El cambio climático conllevará mayores fluctuaciones en la cantidad de agua de lluvia recogida.

La gestión de todos los recursos hídricos, tendrá que mejorarse para garantizar el abastecimiento y la calidad.<sup>36</sup>

Como autoridad internacional en materia de salud pública y calidad del agua, la OMS encabeza los esfuerzos mundiales, por prevenir la transmisión de enfermedades por el agua y asesora a los gobiernos acerca del desarrollo de metas y normativas de la salud.<sup>9</sup>

La OMS colabora estrechamente con el Fondo de Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), en diversos ámbitos los relativos al agua, el saneamiento y la higiene en los centros de atención de salud.<sup>37</sup>

En el 2015, los dos organismos elaboraron conjuntamente la herramienta WASH FIT (Water and Sanitation for Health Facility Improvement Tool), una adaptación del enfoque de los planes de seguridad del agua.



WASH FIT tiene por objeto, guiar a centros de atención médica pequeños, en entornos de ingresos bajos y medianos, por un ciclo continuo de mejora mediante evaluaciones, clasificación de riesgos por prioridades, y la definición de medidas específicas y con objetivos concretos.

Se hace difícil relacionar el agua contaminada con la llegada de enfermedades, porque se dispone de otras alternativas de consumo y se confía en que, no se va a padecer ninguna afección o malestar por este motivo. No por ello, se debe mantener evadida una realidad que aún hoy afecta a muchas comunidades.<sup>3,38</sup>

Es indispensable involucrar a todos los actores, como parte del trabajo multisectorial en la reducción de potenciales y riesgos de enfermedades hídricas que inciden en la salud en las diferentes comunidades.

Una preocupación fundamental, relacionada con el recurso agua y su saneamiento, es lograr servicios sostenibles que posibiliten bienestar para todos y en todo momento, incluyendo las situaciones de desastres.<sup>5,39</sup>

El agua es esencial para la vida, y todas las personas deben disponer de un suministro suficiente, accesible e inocuo, aunque por las causas que se han expuesto, en ocasiones la no disponibilidad del agua es limitada o inexistente por períodos.<sup>34</sup>

Según la Comisión Mundial del Agua (World Water Commission),<sup>40</sup> las prácticas inadecuadas de gestión, yacen en el centro del problema que presenta el recurso hídrico y a su vez, similares opiniones se emiten en el Marco para la Acción 2000 de la Asociación Mundial del Agua (Global Water Partnership Asociación).

“La crisis del agua es (...) una crisis de gobernabilidad. La presente amenaza a la seguridad de acceso al agua se encuentra en (...) desafío de reconciliar las diferentes necesidades del agua y sus usos”.<sup>41</sup>

Las evaluaciones de riesgo, <sup>42</sup> en el sector de la salud trascienden la evaluación científica “objetiva” de los potenciales naturales por actividades antrópicas, además de la exposición humana a aquellos potenciales.

Las acciones que se deriven deben involucrar, un mejor entendimiento de los sistemas sociales, económicos y políticos. Además, pueden incluir generadores de riesgo de los procesos socio-sicológicos que, afectan la respuesta humana a las condiciones ambientales. Por otra parte, es relevante que las diferentes estrategias de manejo de riesgos afectan la distribución de los potenciales y beneficios para la comunidad. De no existir un manejo propicio de estos riesgos aparecen las enfermedades.

La visión general de las enfermedades hídricas es compleja y es una de las mayores causas de enfermedad y mortalidad que, afecta sobre todo a las personas con menores recursos económicos de los países en vías de desarrollo.

<sup>42</sup>

Las enfermedades relacionadas con el agua varían en cuanto a su naturaleza, transmisión, efectos y corrección. Los efectos adversos para la salud, pueden organizarse en diferentes categorías. <sup>43</sup>

- Enfermedades microbiológicas transmitidas por el agua: son las enfermedades causadas por organismos patógenos presentes en el agua y que ingresan al organismo por la boca.

Las mismas se corresponden con la contaminación por excretas humanas o de animales. Se caracterizan por ser transmisibles por otros medios como las manos o los alimentos. En esta categoría se encuentran la fiebre tifoidea, cólera, disentería amebiana, giardiasis, disentería bacilar, gastritis, leptospirosis y gastroenteritis, <sup>44</sup> entre otras.

- Enfermedades químicas transmitidas por el agua: son enfermedades asociadas a la ingestión de aguas que contienen sustancias tóxicas en concentraciones perjudiciales.

Estas sustancias pueden ser de origen natural o artificial y de localización específica. Algunos ejemplos son: metahemoglobinemia, fluorosis endémica crónica y gastroenteritis por infecciones (al ingerir alimentos que contienen bacterias, virus, parásitos, protozoos, hongos o sustancias tóxicas, como plomo arsénico o hierro).<sup>45</sup>

- Enfermedades relacionadas con la higiene: incluyen muchas enfermedades transmitidas por vía fecal-oral.

Entre ellas se encuentran: tiña, tracoma, conjuntivitis, sarna, ascariasis, teniasis, y pediculosis.<sup>46</sup>

- Enfermedades transmitidas por contacto con el agua: producidas por microorganismos patógenos que ingresan al cuerpo humano a través de la piel. Un ejemplo es el de la esquistosomiasis.<sup>47</sup>

La calidad del agua mejora la productividad y crea capital humano. La mejora del abastecimiento y del saneamiento, impulsa el crecimiento económico de los países y contribuye a reducción de la pobreza.

La disposición de un agua potable, disminuye los costos en términos de morbilidad y mortalidad por enfermedades hídricas, como se analizó en el epígrafe anterior.<sup>48</sup>

En el año 2010 la Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU), reconoce que las personas tienen derecho a disponer de forma continuada de agua suficiente, accesible, asequible y de calidad para uso personal y doméstico.<sup>49</sup>

El 71% de la población mundial (5200 millones de personas), en el año 2015, utilizaba un servicio de suministro de agua potable con una gestión segura que, se ubicaba en el lugar de uso disponible y sin contaminación.

El 89% de la población mundial (6500 millones de personas) utilizaba al menos una fuente mejorada de suministro de agua potable para acceder.<sup>50</sup>

En diciembre del año 2019, 844 millones de personas carecen incluso de un servicio básico de suministro de agua potable, cifra que incluye a 159 millones de personas que dependen de aguas superficiales.<sup>50,51</sup>

La mejora de las fuentes de abastecimiento de agua también conlleva la reducción del gasto sanitario ya que, las personas tienen menos probabilidades de enfermar, de incurrir en gastos médicos y por otra parte permanecen económicamente productivas.<sup>51</sup>

Como los niños corren especial riesgo de contraer enfermedades relacionadas con el agua, el acceso a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua, trae consigo una mejora en la salud de los mismos.

Al disminuir la morbilidad en edades pediátricas, hay un mayor índice de asistencia a la escuela, con las consecuencias positivas a largo plazo para sus vidas, que ello conlleva.<sup>3, 10, 16, 18, 42, 52</sup>

El Ministerio de Salud Pública en Cuba (MINSAP), se pronuncia desde el triunfo revolucionario en el año 1959, por mantener control de los recursos hídricos, como garantía del estado de salud de la población.<sup>53</sup>

En muchas provincias del país, como es el caso de Cienfuegos, las acciones no van más allá de la corrección de problemas, cuando se propician brotes o epidemias.

Es indispensable lograr la articulación de la calidad de agua con la mejora de indicadores de salud y como vía para facilitar este artejo surge como opción estratégica saludable la P+L.

### 1.3 La Producción más Limpia como articulación de la gestión integrada de acciones de salud y la calidad de agua

El hombre, al enfrentar los efectos de la depredación del medio ambiente, realiza una serie de cambios a nivel internacional en las políticas de protección y control ambiental.

En sus inicios las actividades productivas de dichas políticas están encaminadas a la disminución de la contaminación por corrección al final del proceso.<sup>54</sup>

En la última década (2009-2019), se promueve la adopción de enfoques preventivos en las actividades productivas y de servicios y se relega a un segundo plano, la utilización de tecnologías de control de la contaminación.<sup>55</sup>

Las tendencias modernas y proactivas para enfrentar los impactos ambientales negativos, transigen cambios de actitud. Durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) en 1992, en su Agenda 21, se prioriza la introducción de estrategias ambientales que, potencian los métodos de P+L, teniendo como fin alcanzar un desarrollo sostenible.<sup>49,56</sup>

La P+L constituye un enfoque de gestión ambiental que, se orienta a solucionar problemas medioambientales. Se logra así crear una cultura ecológica y fomentar mayor conciencia de los daños que, puede causar el hombre para su propia existencia y cómo minimizarlos. Este aspecto es de interés no sólo para entidades especializadas en estudios similares, sino para los gobiernos y países en general, así como para los sistemas de salud pública.<sup>57</sup>

Como estrategia de carácter preventivo, se aplica a los procesos, productos y servicios con el fin de aumentar la eficiencia y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente.

Al adoptarse la habilidad por salud pública, se logra una disminución en los costos de corrección, la disposición final de materiales de procederes médicos es mínima y el impacto ambiental es considerable.<sup>57,58</sup>

La P+L se introduce en el contexto de salud universitario, con el objetivo de eliminar barreras, como la no difusión de sus efectos para el médico y el paciente. La táctica referida, contribuye además a fomentar un ambiente científico e investigativo para su aplicación en la práctica. Incorporar este tipo de herramientas en las instituciones con un enfoque de nuevo tipo es un arte que, debe implementarse si se quiere lograr el desarrollo sostenible a fin de garantizar la vida sobre la tierra.<sup>59-61</sup>

La P+L, es una cuestión de cambio de mentalidad y no de inversión de recursos, ya que lo más importante es hacerse consciente del proceso de producción desde el comienzo en función del medio ambiente. También influyen en este proceso, el conocimiento y la capacidad.<sup>57, 61</sup> Se requiere para lograr un desarrollo sostenible, modificar actitudes, desarrollar una gestión ambiental responsable, crear las políticas nacionales convenientes y evaluar las opciones tecnológicas.

La naturaleza preventiva de la P+L permite reconsiderar el diseño de productos médicos, la demanda del consumidor, los patrones de consumo de materiales y ciertamente la base material completa de su actividad económica.<sup>58</sup> La degradación del medio ambiente y la falta de agua limpia, plantean retos fundamentales.

Los avances socioeconómicos no pueden sostenerse si, no hay aire limpio para respirar, agua salubre para beber, suelos sanos para la producción agropecuaria y un medio ambiente limpio y estable en el que se sustente el trabajo y la vida.

54,62

Las técnicas de P+L, contemplan desde simples cambios en los procedimientos operacionales, de fácil e inmediata ejecución, hasta cambios mayores, que impliquen la sustitución de materias primas, insumos o líneas de producción, por otras más limpias y eficientes. <sup>57,58</sup>

El suministro de agua apta para el consumo humano, no puede manejarse con enfoques rutinarios y sistémicos. <sup>4</sup> Se hace indispensable, considerar que la calidad del recurso agua servida, siempre en mayor o menor grado, incide en la salud.

La aplicación de prácticas como la propuesta, conduce al logro servicios médicos de calidad, con el óptimo uso de los recursos naturales y materiales, bajo los actuales límites tecnológicos y económicos. <sup>7, 10, 16-19, 34</sup>

En ALC, se trabaja a la par de las tendencias internacionales, en materia de gestión ambiental en cada una de las instituciones de salud. <sup>20</sup> Con este fin se desarrollan múltiples actividades de concientización, entrenamiento, capacitación y sensibilización de especialistas.

Por otra parte, se formulan planes estratégicos a mediano y largo plazo que, propician el amparo de un enfoque preventivo en el quehacer cotidiano.

En Cuba, con el desarrollo de las normas ISO 14000 se incorpora al Sistema de Gestión de las entidades (incluidas las de salud pública), el aspecto medio ambiental como un camino de mejora continua, para alcanzar objetivos <sup>63</sup> y contribuye la P+L a fortalecer este sistema.

En el territorio nacional constituye una prioridad, el logro de indicadores de impacto en relación con servicios médicos que, se basa en una concepción integral del desarrollo sostenible. El proceso, se traduce sobre la base de que las políticas se entrelacen en un marco de justicia y equidad social que logra la satisfacción de las necesidades médicas del presente, que no compromete la capacidad de las generaciones futuras. <sup>21</sup>

El estado de salud de las personas, depende en gran medida de la disponibilidad de los recursos que tengan. <sup>10</sup> El agua potable, es un recurso vital para impedir y disminuir el desarrollo de enfermedades relacionadas con la falta de saneamiento y la salud, criterios con los que coincide la autora. <sup>7, 16-19, 34</sup>

Para establecer el enfoque de P+L en relación con la calidad de agua y la salud, se aborda en primer lugar el concepto de agua segura. El mismo tiene un valor relativo o sea que, de acuerdo con la técnica y métodos disponibles se puede afirmar que un agua es apta para su consumo cuando no existe evidencia de riesgo para la salud. <sup>64</sup>

El uso benéfico más importante del agua es el del consumo humano, aunque existen otros con requerimientos de calidad que, pueden tener mayor exigencia de corrección, este debe recibir el grado máximo de protección sanitaria. <sup>2</sup>

Cada país regula la calidad del agua de consumo humano, estableciendo y exigiendo el cumplimiento de normas de calidad de agua potable. <sup>65-67</sup>

A través de las entidades responsables de manejo del recurso, se deben establecer los mecanismos para proteger las fuentes de aguas de cualquier contaminación o delito. <sup>67</sup>



Las soluciones que se propongan en relación con la calidad del agua, se vinculan con la demanda del consumidor, los patrones de consumo de materiales, y ciertamente la base material completa de su actividad económica.<sup>57,64</sup>

Una de las dificultades con la solución preventiva, es la integración de medidas de protección ambiental a través de fronteras sistémicas, como el bloqueo económico que padece Cuba desde hace más de 50 años.<sup>68</sup>

Para la identificación de opciones en el sector de la salud y como parte del diagnóstico, se hace una evaluación y se analiza si dentro de los procesos médicos, se llevan a cabo acciones preventivas en la gestión ambiental, que involucren al agua.<sup>23, 35</sup>

El análisis de las variantes, permite formular recomendaciones para alcanzar un consumo sustentable en la utilización del agua fundamentalmente y se establecen medidas, que ordenadas de acuerdo al nivel de prioridad, forman parte del modelo que se propone.

La implementación de programas de la salud en Cuba y P+L se fundamenta a partir de los beneficios que, para cualquier entidad o los pacientes, el médico y el medio ambiente, representan los objetivos ambientales.<sup>23, 35, 60, 64</sup>

La integración, constituye una vía para alcanzar la sostenibilidad a la que se aspira en las estrategias de desarrollo en la medicina y favorece la transformación de las dependencias de salud desde la atención primaria hasta el ministerio, para convertirlas en instituciones innovadoras.

La provincia de Cienfuegos, atraviesa por un momento cumbre en la esfera económica, con inversiones en sectores como el Hidráulico, el Polo Petroquímico, la Industria Cementera, la Producción de Energía, el Turismo, la Zona Marítimo-

Portuaria, la Producción Agropecuaria, la Industria Alimenticia y numerosas inversiones en el sector social, destacándose las que se realizan en la salud.<sup>24</sup>

Se destaca en el territorio, la formación de profesionales que se capacitan para la implementación de los conceptos de P+L, pues así se garantiza que el impacto ambiental de estas inversiones, en su ejecución y explotación, se encuentre dentro de rangos aceptables.

Las acciones ya abordadas, contribuyen a la mejora del desempeño ambiental en los diferentes niveles de atención médica, además de los efectos económicos y sociales que ello implica.<sup>59-61</sup>

En el año 2012, se implementa la maestría de excelencia en P+L en el sector hidráulico.<sup>69</sup> Por la importancia de su vinculación con el sector médico, se decide a instancias ministeriales, la preparación de un especialista de la atención primaria de salud (autora) en la materia, sustentándose sobre la base de concebir procesos que, permiten un manejo correcto del recurso agua y su incidencia en el mantenimiento de la salud de la población.

Surge la propuesta de un modelo que con enfoque de P+L facilita la identificación, evaluación y corrección de potenciales y riesgos de enfermedades hídricas y que, conduce a la mejora del desempeño en la atención primaria de salud. El supuesto tiene la particularidad de asumir la prospectiva como elemento distintivo en las ciencias de la salud.

#### 1.4 La modelación en la gestión de riesgos hídricos y acciones de prevención de salud

Para advertir acerca de las enfermedades, es importante brindar atención a los riesgos para la salud y se debe complementar este accionar con la visión futura que se tiene de forma particular. En la esfera sanitaria, las proyecciones más

sensibles e impresionantes son las de las personas enfermas, pero para prevenir cualquier padecimiento, es necesario proceder primeramente a la evaluación y la reducción de la etiología.

La mayor parte de la labor médica y los recursos sanitarios se dirigen hacia el tratamiento de las enfermedades; es decir no se logra de forma equitativa partir de la causa y modificar la misma, lo cual implicaría un menor costo al abordar las consecuencias.

Las evaluaciones deben tener en cuenta la estimación del orden en que las personas expuestas, asumen mayor riesgo. Esta consideración, se traduce en la carga de morbilidad de una población lo que, puede deberse a un riesgo concreto. La práctica preventiva como vía para modificar comportamiento, parte de la gestión del riesgo y en los últimos años, producto de las exigencias ambientales se establecen normas de calidad que inducen a trabajar en la búsqueda de herramientas (como es el caso de los modelos), con enfoque integral.

El término modelo proviene del concepto italiano de modello. La palabra puede utilizarse en distintos ámbitos, con diversas significantes y hace referencia al arquetipo que, por sus características idóneas es susceptible de imitación o reproducción. Es un esquema teórico de un sistema o de una realidad compleja.

70

Un modelo de gestión, como esquema o marco de referencia para la administración de una entidad, es muy útil en las ciencias de la salud, para desarrollar acciones que de forma asequible permitan alcanzar objetivos, como el bienestar social de la población.<sup>70</sup>

Para llevar a cabo la modelación de los servicios de salud (en el caso que se investiga), se propone que los requerimientos ambientales que se deben cambiar,

son los riesgos de enfermedades hídricas.<sup>23,35</sup> La aplicación de la estrategia, conduce al logro de una prestación de servicios médicos exhaustivos y con calidad.<sup>69</sup> La integración de herramientas de gestión en la salud pública, con el análisis de procesos, es una vía segura para el cambio del accionar histórico, en la solución de los problemas de salud en Cuba.<sup>70</sup>

El mejoramiento ambiental requiere que, distintas dependencias de salud en el territorio nacional innoven para brindar servicios médicos con calidad; lo que constituye el gran desafío de la competitividad global.<sup>68</sup> Construir el futuro, implica dar un paso adelante a la anticipación<sup>69</sup> y demanda una responsabilidad sobre el presente.

Las modelaciones de estudios prospectivos implican procesos educativos y de transformación cultural.<sup>71</sup> La prospectiva, es una expresión creada por Godet en 1964, para designar el estudio de futuro lejano.<sup>72</sup>

La trayectoria de la prospectiva viene del porvenir hacia el presente, más allá de proyección exclusiva de tendencias. Señala Cabrera<sup>71</sup> que, la prospectiva sustenta una visión holística y cuando se realiza este tipo de investigación, se debe hacer un análisis reflexivo con mirada sistémica que incluya dimensiones económicas, sociales y medioambientales.

La modelación prospectiva es el enfoque que, debe asumir la salud pública en Cuba, en primer lugar, por la situación económica actual que tiene el país y en segundo lugar, por las metas que el propio MINSAP se traza, para garantizar una atención médica con calidad, donde el agua asume un papel prioritario.

El abordaje conceptual de la prospectiva que según Miles y Keenan, reconoce tres generaciones: la prospectiva predictiva (desarrollada hasta los años 60), prospectiva interpretativa y crítica que predominó entre los años 70 y hasta los 80

y por último la construcción social que se instaure desde los años 90 y hasta la actualidad (prospectiva de tercera generación).<sup>71</sup>

Existen varias metodologías y en el 2011 Godet y Durance proponen cinco claves de la prospectiva, así como una serie de etapas que se enuncian a continuación.

73

Etapas 1: Análisis del problema expuesto y delimitación del sistema a estudiar

Etapas 2: Elaboración de la radiografía completa de la empresa

Etapas 3: Identificación de variables claves y su entorno

Etapas 4: Comprende la dinámica de la retrospectiva, del entorno, su evolución, fortalezas y debilidades en relación a los principales actores de su entorno estratégico

Etapas 5: Reduce incertidumbre sobre cuestiones claras

Etapas 6: Evalúa opciones estratégicas

Etapas 7: Elige estrategia

Etapas 8: Pone en marcha plan de acción

La modelación en erudiciones de futuro, cuenta con determinadas herramientas que, tienen marcada incidencia en economía aplicada y sirven de enlace en el proceso dialéctico.

La implementación de los modelos, lleva implícito un aumento de la demanda de recurso humano, lo que hace necesario se establezca una coordinación eficaz con las instituciones docentes implicadas.<sup>71,73</sup>

El trabajo con series tendenciales en el sector de salud, se centra en la gestión de la prestación de servicios médicos, pero sin evaluar cuáles son los riesgos que podrían atentar contra la calidad.<sup>7,69</sup> Por otra parte, otros modelos<sup>19,52</sup> abordan los gastos en que se incurre para prestar dichos servicios.

En cualquier instancia de salud, donde se lleva a cabo un estudio prospectivo, este se transcribe en un desafío y una oportunidad, donde el ser humano ocupa el lugar importante en la toma de decisiones y en la confección del plan de acción. Cienfuegos, desarrolla diferentes pilares destacándose modelos <sup>69</sup> que, a pesar de manifestar preocupación e interés de los diferentes actores, por la polémica que abordan (medio ambiente, ecosistemas), muestran persistencia de limitaciones que necesitan de herramientas más eficaces, para tramitar la causa que los origina, <sup>71</sup> como lo es la gestión integral de un agua apta para el consumo humano.

La diligencia, no puede hacerse al margen de la salud de las comunidades. Aunque es evidente que hay otros factores, el objetivo de conseguir un uso eficiente y sostenible del recurso hídrico incide en la salud de la comunidad.

La identificación, evaluación y la corrección de recursos hídricos, en la provincia Cienfuegos es hoy una necesidad incuestionable. Constituye pues, el desarrollo de un modelo, la respuesta más efectiva a una de las carencias que, más atentan contra la salud.

El cambio climático, la acción humana y la inadecuada disposición de elementos contaminantes, accionan negativamente en todos los ecosistemas y la prospectiva de solución que se justifica, contrarrestará, sin lugar a dudas las consecuencias.

## CONCLUSIONES PARCIALES CAPÍTULO 1

La calidad del agua de consumo, como dilema mundial, se traduce en un reto y una expectativa, para la toma de decisiones, que se vinculan con el mantenimiento de la especie humana, contribuyendo al logro del desarrollo sostenible de un país.

Las enfermedades de transmisión hídrica, deben ser tratadas con un enfoque de producción más limpia, como estrategia multidimensional que abarca el contexto externo e interno, donde se originan y desarrollan.

La modelación prospectiva de las enfermedades afines se gestiona sobre la base de riesgos que se diagnostican y los determinantes sociales de salud.

## CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL MODELO PROPUESTO

La esencia del capítulo, es describir la metodología que se empleó para la creación e implementación del modelo. Los métodos, técnicas y particularmente los tres componentes esenciales de la variante de diseño seleccionada, se detallan de igual forma (reflexión colectiva, decisión y acción).

La investigación se desarrolló en el campo de ciencias de la salud y se clasificó como de investigación y desarrollo, longitudinal (ambispectiva). Mixta en métodos (recolección y análisis de datos cuantitativos y cualitativos de la calidad de agua y determinantes sociales de salud) y técnicas <sup>52</sup> (según los objetivos y las etapas), se concibe en la provincia de Cienfuegos entre los años 1991 y 2019.

Para la fundamentación teórica (de la necesidad de una adecuada gestión de riesgos de enfermedades hídricas), se realizó una amplia revisión documental en las bases de datos bibliográficas: Scielo regional, PubMed/Medline, Scopus, repositorio de Información de Medio Ambiente de Cuba, sitios Web del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos y la red cubana de la ciencia.

Se consultaron 7 informantes claves (3 sobre el tema salud, higiene y epidemiología y 4 sobre manejo del agua para el consumo humano) con los cuales se realizaron técnicas de tormenta de ideas y de grupo focal.

Se revisaron 57 modelos con los expertos (anexo 1) y se seleccionaron los patrones descritos en la propuesta de Godet y Durance <sup>73</sup>. La selección cumplió, con el enfoque de la investigación: brinda una prospectiva estratégica del problema (riesgos); abarca las dimensiones: social, ambiental y económica y parte de un diagnóstico interno y externo.



Al unísono con la creación del modelo, se fue confeccionando la metodología, lo cual constituyó otro aporte de la investigación.

El desarrollo de la propuesta sugirió varios rangos para datos cualitativos, con énfasis en el razonamiento lógico deductivo. A través de nuevos términos que se asumen durante el desarrollo de la investigación, en particular el diseño de la metodología, se especificó la secuencia de etapas y subetapas ancladas a la herramienta que se propone (modelo).

La figura 2 muestra el diseño metodológico propuesto.

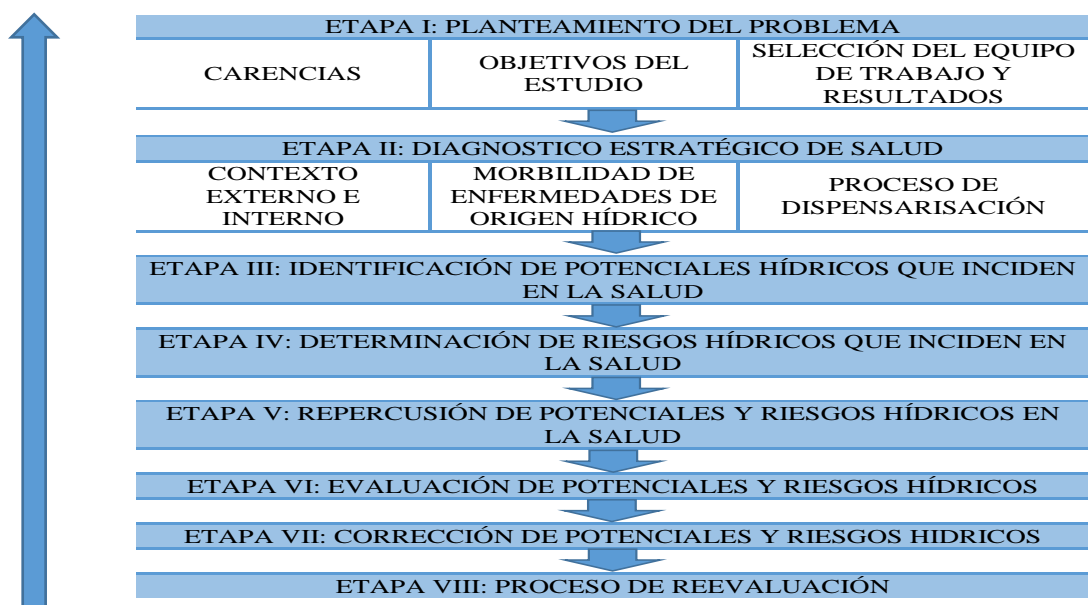


Figura 2. Diseño metodológico para implementar modelo de gestión de riesgos hídricos

### 2.1 La reflexión colectiva en el diseño metodológico

Este proceso agrupó técnicas empíricas como tormenta de ideas, grupo focal y consulta a expertos <sup>72</sup>.

#### Etapa I. Planteamiento del problema

##### I-A. Carencias

Acciones: concretar los recursos materiales, humanos y financieros necesarios para llevar a cabo la investigación. Presentar las propuestas, primero al grupo de profesionales que integraban la gerencia de la Dirección Provincial de Salud (15) y de la Delegación Territorial del CITMA en el territorio (10). Consultar a la dirección de los respectivos departamentos económicos. Definir las limitaciones de la investigación (se describen en la introducción).

#### I-B Objetivos del estudio

Se definen en la introducción de la investigación.

#### I-C. Selección del equipo de trabajo

Acciones: utilizar el grupo de informantes claves y se aplicó la técnica de tormenta de ideas para generar las propuestas de la estructura de los elementos de integración, (las cuales son consideradas en el proceso de la aplicación del modelo en cada instancia ordenar las acciones de salud propuestas), así como la técnica de grupo focal. El anexo 6, recoge los aspectos más significativos de los integrantes del grupo de trabajo. El análisis del trabajo con el grupo focal se comportó de la forma siguiente:

Modalidad: entrevista grupal, abierta y estructurada

Objetivo del trabajo del grupo focal: ordenar una propuesta de medidas desde las deficiencias detectadas en las fuentes de abasto (pozos).

Descripción de la aplicación de la herramienta:

1. Se definió el objetivo del estudio (aparece en la introducción) para plantear un guion de desarrollo del grupo focal.
2. Se definieron los participantes del grupo focal:

Se trabajó con un total de siete integrantes, con la finalidad de hacerlo viable, según se recomienda en la metodología de aplicación de esta técnica (entre 6 y

15). Se consideraron como características predominantes para seleccionar a los participantes los siguientes: tiempo de permanencia en funciones técnicas inherentes al abasto de agua (5 años o más), nivel de conocimientos sobre las implicaciones antrópicas de la calidad del agua (participación en investigaciones, eventos, maestrías doctorados) y conocimientos sobre normas de calidad del agua servida

3. Se prepararon las preguntas introductorias del trabajo del grupo focal.

4. Se seleccionó el moderador del grupo focal.

(Persona que, durante el debate y análisis, permitió que cada uno de los participantes expresara sus opiniones (criterio de autora), con ayuda de dos observadores, cuya selección se hizo por sorteo).

5. Se procesó la información obtenida para elaborar la propuesta de medidas.

6. Conforme la metodología de la disertación, los datos se sometieron al análisis de contenido en la modalidad temática.

Formaron parte del equipo de trabajo los expertos. En todo el proceso de desarrollo del modelo, se utilizó el mismo grupo de expertos, de un potencial inicialmente de 29, se aceptaron 15 y luego concluyeron la selección un total de 13. La determinación del número de expertos se hizo tomando en consideración lo que recomienda la literatura.<sup>74,75</sup> La aplicación del método se desarrolló mediante tres rondas que se describen al final del vigente capítulo.

Etapa II. Diagnóstico estratégico de salud en cada territorio

II-A. Contexto externo e Interno

Acciones: evaluar los contextos (sobre la base de criterios de Silva),<sup>76</sup> partiendo de diagnósticos anteriores. Revisar en la delegación provincial del INRH, la localización geográfica de entradas y salidas del agua subterránea a la provincia

de Cienfuegos, los informes técnicos de la calidad del agua subterránea en el territorio, el comportamiento de la lluvia; así como un resumen de la base de datos correspondiente a los componentes de los balances anuales de agua de la Empresa de Aprovechamiento Hidráulico de Cienfuegos (EAHC). Elaborar un diagrama de las cuencas subterráneas, fuentes de abasto y pozos por localidades en cada municipio (anexo 2) y realizar la distribución espacial.

Para precisar las situaciones que afectan la salud vinculadas a riesgos de enfermedades hídricas (características del agua como causa de enfermedades), se comenzó por una revisión documental que, incluyó las fuentes bibliográficas anteriormente señaladas.

Se consideraron las bases de datos de estas enfermedades, en la provincia de Cienfuegos (enfermedades de declaración obligatoria, dispensarización, enfermedad diarreica aguda y registros de instituciones escolares).

Las búsquedas específicas de otras enfermedades, conllevaron al análisis de los registros de ingresos (movimiento hospitalario) en los hospitales pediátrico y general de la provincia, así como el del servicio de neonatología y los registros de incidencia de ausentismo de la Dirección Provincial de Educación (DPE), en el territorio.

Para esta etapa además se discurrieron, todos los registros de muestreo integral del agua (físico, químico, bacteriológico y metales pesados), desde enero de 1991 hasta diciembre del 2019.

Los datos que se obtienen, permitieron clasificar las fuentes por tipo de contaminación. Fue muy útil, la consulta del censo poblacional del año 2012 (censo de hecho).

La observación participante (anexo 3), facilitó incorporar otros aspectos como tipo de suelo y nivel de precipitaciones, datos que se vincularon también con enfermedades hídricas.

La determinación de enfermedades hídricas se asoció, al tipo e intensidad de contaminación en las fuentes, considerando valores superiores de tóxicos o gérmenes por encima de lo que plantea la NC 827:2017. Agua potable-requisitos sanitarios.<sup>65</sup>

La información brindada por los registros médicos, se complementó con una encuesta (anexo 4) que, se aplicó (2015-2018) a las 100 familias que más cerca viven de las 137 fuentes de abasto en explotación en la provincia de Cienfuegos.

La encuesta (estructurada abierta), fue instrumentada por estudiantes (60) de sexto año de la carrera de medicina (módulo de Medicina General Integral).

Para garantizar la calidad de esta etapa, los educandos se sensibilizaron con el tema a investigar y se implementó por la autora una guía de observación no participante (anexo 5).

Con la información recogida, se elaboró una base de datos en el programa SPSS-Centurion Versión 15, lo cual permitió discriminar el porcentaje de enfermedades que pudo relacionarse con el agua.

Para los diseños gráficos, se utilizaron técnicas de estadística descriptiva. Se aplicó la media, a los datos de la red de calidad de agua, de los últimos 28 años, a los pozos de la provincia.<sup>77</sup>

La elaboración de la matriz DAFO precisó determinar las variables internas (Fortalezas y Debilidades) y externas (Oportunidades y Amenazas), para lo que se utilizó el criterio de expertos, quienes tuvieron como punto de partida para su respuesta a las potencialidades, problemas y limitaciones ya existentes.

Esta información del escenario actual sirvió de base a las recomendaciones prospectivas.

La evaluación del contexto externo e interno fue multidimensional lo que, permitió alcanzar una visión global de los problemas a los que se enfrenta el territorio en relación con la calidad de agua dispuesta para el consumo.

En esta etapa se consultaron y utilizaron, los mapas isoyéticos de Santa Isabel de las Lajas y Cumanayagua, porque en el período que se evaluó, estos municipios entre otras causas, mostraron un aumento de los contaminantes en el agua de consumo, como consecuencia de la insuficiencia de precipitaciones.

Las deducciones obtenidas de la aplicación de la matriz DAFO, se complementaron con investigaciones que agruparon indicadores, áreas y variables <sup>71</sup> así como los lineamientos 133, 135 y 196 de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución.

Por otra parte, se revisaron los aspectos metodológicos, teóricos y prácticos inherentes al medio ambiente y al desarrollo sostenible, de la VIII y IX Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo en La Habana. <sup>78,79</sup>

Una vez que se organizaron los indicadores por las áreas temáticas, se reagrupan según dimensiones del desarrollo sostenible (económica, social y ambiental), en la estructura metodológica que se elaboró por la autora, tomando como referencia otros modelos (anexo 1).

#### II-B. Morbilidad de enfermedades de origen hídrico

El estudio confrontó algunas dificultades con el desarrollo de este aspecto, pues las estadísticas de todas las enfermedades de transmisión hídrica: no se archivan de forma equitativa en relación con los años (aun en el caso de enfermedades de declaración obligatoria).

Acciones: aplicar la encuesta analítica estructurada (anexo 4), empleada desde la etapa II hasta la VII. Para la formulación de las preguntas se utilizó la escala Likert,<sup>80</sup> y el cuestionario se aplicó de manera auto-administrada.

Con los datos se llevó a cabo análisis estadístico descriptivo<sup>81</sup> que, permitió evaluar la situación que presenta la provincia en relación con este aspecto. El diseño del muestreo fue intencional,<sup>82</sup> tal y como se describió con anterioridad.

#### II-C. Proceso de dispensarización

La dispensarización es un proceso organizado, continuo y dinámico de evaluación e intervención planificada e integral, con un enfoque clínico, epidemiológico y social, del estado de salud de los individuos y familias.

Es una acción que facilita la observación permanente y dinámica de individuos y grupos, así como permite controlar los riesgos y daños a la salud individual y colectiva.

La intervención se efectúa a través del registro de las personas y familias, así como evalúa de forma periódica la salud de estas. Para cumplimentar este aspecto se utilizó la clasificación de Álvarez,<sup>83</sup> por ser la que se utiliza en Cuba y cuyos datos están disponibles en todas las instituciones de salud.

Acciones: revisar los registros del departamento de estadísticas de la Dirección Provincial de Salud (DPS) en Cienfuegos y 100 historias clínicas familiares (en el Consultorio Médico de la familia), de las familias seleccionadas. Precisándose incidencia y prevalencia de las enfermedades hídricas.

#### Etapa III. Identificación de potenciales hídricos que inciden en la salud

Acciones: identificar en cada pozo, los potenciales hídricos del contexto externo e interno.

Para dar inicio al proceso se realizó el análisis de todas las actividades humanas que, se realizan en zonas cercanas a cada fuente de abasto y de los datos de morbimortalidad en los últimos años. Además, se tomó en consideración la información que brindó la Red de Calidad de Aguas (RedCal) en Cienfuegos.

La identificación de potenciales se llevó a cabo en dos Sub-etapas: participativa y valorativa.<sup>84</sup> En la primera participan vecinos de la comunidad, médicos de la familia y especialistas en manejo de los recursos hídricos. Se emplearon técnicas como la entrevista y la discusión en grupos.

En la segunda, se procesó toda la información obtenida por el personal evaluador (expertos), para determinar percepción de potenciales hídricos y proceder a la evaluación y corrección los mismos.

La valoración de los factores de potenciales hídricos para determinar la magnitud, es una tarea propia de especialistas médicos o hidráulicos, que participan del estudio y se efectúa siempre en vinculación directa con vecinos.

El objetivo de la evaluación fue determinar la posibilidad de daños que pueden ocasionar estos riesgos de enfermedades hídricas a la salud y el medio ambiente.

En esta sub-etapa fue muy importante consultar datos de la encuesta aplicada.

Etapa IV. Determinación de riesgos hídricos que inciden en la salud

Acciones: identificar los riesgos y se agruparon en dependencia de su naturaleza para facilitar el trabajo estadístico.<sup>85,86</sup>

El objetivo principal fue reflejar espacialmente las proporciones de los diferentes elementos químicos que componen las aguas subterráneas de la provincia de Cienfuegos.

Además, mostrar los mayores valores para compararlos con las normas de consumo, así como proveer la visualización y comprensión de esta etapa.



Se elaboró una base de datos en Excel sobre la base de los fundamentos de la Empresa Nacional de Análisis y Servicios Técnicos que, se encuentra certificada por la norma cubana NC ISO 1021: 2014.<sup>33</sup>

Como método para la modelación numérica se empleó el software ArcGIS versión 10.1 a través de la herramienta ArcMap.exe donde se interpoló por el método de ponderación promediada de sus distancias (vecino natural).<sup>84</sup>

En las etapas siguientes, se mostró un grupo de categorías para la evaluación de los riesgos y su manejo (cuantía de la incidencia, consecuencias, magnitud, prioridad de las medidas y corrección). Las mismas consideran propuestas de la autora y que fueron posteriormente aceptadas por expertos del Centro Nacional de Información y Gestión Tecnológica (CIGET).

Como las primeras 4 etapas del diseño, requirieron para su implementación de la reflexión colectiva, el criterio de expertos jugó un papel fundamental. Estos intervinieron en la selección de las zonas de estudio, propuesta de elementos que conforman el modelo, determinación de indicadores y asociaciones entre potenciales y enfermedades.

Etapa V. Repercusión de potenciales y riesgos hídricos en la salud

Acciones: determinar la incidencia de potenciales y riesgos de enfermedades hídricas en la salud (de existir, se clasificó ésta en: poca, mediana o alta).

La caracterización de cada una se expone en el capítulo III.

2.2 La decisión y acción consolidadas con una óptica preventiva

Etapa VI. Evaluación de potenciales y riesgos hídricos

Acciones: realizar la evaluación de los riesgos, de acuerdo a los potenciales (por la autora) previa consulta a los grupos de INRH y MINSAP del territorio. En la

evaluación del riesgo se estimó la probabilidad, consecuencia y magnitud del riesgo, así como se determinó la prioridad con la cual se trató cada uno.

Para concluir este aspecto se desarrolló un taller con expertos, directivos y funcionarios municipales que pertenecen al grupo de control de enfermedades transmisibles.

En la evaluación del proceso, se procedió a la combinación de la probabilidad de que ocurra un daño y la gravedad de las consecuencias de éste. Se aplicó un procedimiento cualitativo, donde se estimó la probabilidad de que los riesgos se materialicen en daños normalmente esperables. De esta forma, la probabilidad se considera baja, media o alta y es directamente proporcional a la incidencia.

Para justipreciar las consecuencias que provocó el riesgo, se evaluaron todos los aspectos descritos, así como los grupos de edades en los cuales actúa. Se consideró el análisis físico, químico y bacteriológico del agua y de esta forma se categorizan como: leves, moderadas o severas.

Las propuestas de clasificación elaboradas por la autora, para la magnitud y la prioridad que tuvo cada peligro y riesgo hídrico, se describen en el capítulo III.

#### Etapa VII. Corrección de potenciales y riesgos hídricos

Acciones: priorizar medidas para minimizar consecuencias y evaluar opciones

Para toda esta etapa, se introdujo la generación de opciones de P+L, como metodología moderna y ambientalmente efectiva. En este proceso participaron el grupo focal y la autora, mediante la revisión de fuentes primarias con el personal de cada asentamiento poblacional y se fue conduciendo el desarrollo del estudio, mediante tormentas de ideas.

Se elaboró a continuación, un plan de acción para lo cual se trabajó en 3 niveles:

- 1er nivel: se estableció la prioridad o reducción de la fuente (identificación y disminución de riesgos de contaminación del agua de consumo, en la provincia de Cienfuegos).
- 2do nivel: se instrumentaron los primeros pasos para lograr la introducción de medidas de una P+L de forma sostenida o reciclaje interno (facilita controlar la incidencia de los riesgos hídricos en la salud de Cienfuegos).
- 3er nivel: se llevó a cabo el reciclaje externo (específicamente en el estudio se utilizó el mapeo de elementos contaminantes).

Se incluyó en esta parte del estudio el diseño de las “áreas de captación sanas”. Aunque el término a nivel mundial agrupa varios contenidos, a los efectos de esta investigación, se consideró como las distancias que, a partir de la salida del agua del grifo deben respetarse para recoger, almacenar y consumir agua de forma segura.

Este aspecto analítico se realizó en colaboración con el Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología de la Habana (INHEM).

Se delimitaron de la forma siguiente tres áreas: el área A (a la salida del grifo o tubería), la B (que tuvo sus límites entre área A y la C) y el Área C (que se extendió desde los límites del área de corrección hasta el consumo).

Para cada área que se diseñó se definieron recomendaciones. Los cálculos de las distancias se realizaron utilizando el programa de computación Protzon.exe, porque no se conoce la velocidad real de circulación y pueden obtenerse datos hidrogeológicos de un área en cuestión.

Este programa opera estrictamente según el procedimiento de cálculos de la norma cubana 93-01-209 de 1990, vigente a partir de marzo de 1991.<sup>82</sup>

Se obtuvieron las formas gráficas de las áreas, mediante una serie de puntos característicos y de otras magnitudes tales como:

DCS: distancia de captación sana (m), que se sitúa a una distancia tal que el tiempo del movimiento de una partícula de agua desde el límite hasta esta última, no sea menor que el tiempo de vida de la bacteria dañina a la salud.

Este límite se relacionó con las características de la captación y el almacenamiento del agua para el consumo.

PA: punto de almacenamiento (m).

B: Asíntotas o bordes de la región recolectora en sentido perpendicular al flujo en que sale el agua por grifo o tubería (m).

Para todas estas distancias la norma estableció un factor de seguridad de 1,3.

El azimut de dirección (AD), y el gradiente natural (GN) fueron extraídos del plano de curvas equipotenciales de la zona de donde proviene el agua.

La conductividad hidráulica lineal (CH) fue calculada según:

$$CH = T/Ho = m/d$$

La transmisibilidad según la fórmula:

$$T = QB (l/s) / SB (m) * 100 = m^2/d$$

El gasto específico se calcula:

$$q = QB (l/s) / SB (m)$$

El coeficiente de almacenamiento (M), se promedió mediante exámenes de muestras en laboratorio de la provincia.

La modelación estadística, resultante de todo el proceso investigativo, se centró en modelos de suavizado mediante series temporales,<sup>82</sup> para la proyección de la variable más significativa de las identificadas: enfermedades de transmisión

hídrica. Para el resto de las variables identificadas, con el análisis que se realiza a lo largo de la investigación, se dio cumplimiento a objetivos específicos.

Los modelos de pronóstico se realizaron con el programa Statgraphics Centurion XV, empleando los datos del censo poblacional, la dispensarización, y la red de calidad de agua en Cienfuegos.

#### Etapa VIII. Proceso de reevaluación

Acciones: determinar los potenciales y riesgos que se consideraron persistentes o no. Los persistentes, fueron aquellos que impelieron de un año a otro para los que, se necesitó un nuevo proceso de gestión.

En el mismo encuentro de los expertos con la autora, se propusieron las posibles acciones que llevarían a diseñar un nuevo plan de medidas preventivas, correctivas y de rehabilitación y que, contribuirían a minimizar o eliminar potenciales y riesgos hídricos.

De producirse algún cambio en los factores políticos, sociales (con especial énfasis en los culturales) o económicos, se realizará una evaluación integral. Es muy importante en esta etapa la utilización de los análisis de sensibilidad para conocer cuáles son los aspectos que requieren mayor monitoreo, dada su capacidad de incidir en los otros.

De esta forma, se planteó el recalcular de la probabilidad de ocurrencia en situaciones que, se subordinaran al riesgo (alivio de embalses, influencia de patrones culturales).

### 2.3 Selección y Trabajo con expertos

La aplicación del método se desarrolló mediante tres rondas. En el procesamiento y análisis de la información se definió si existía concordancia entre los expertos o no mediante una prueba de hipótesis donde:

Ho: El juicio de los expertos no es consistente. (No comunidad de preferencia)

H1: El juicio de los expertos es consistente. (Comunidad de preferencia)

Para esta prueba se calculó el coeficiente de Kendall (W) que, no es más que un coeficiente de regresión lineal el cual da el grado de correlación entre los expertos o la llamada concordancia. Este es un índice, entre 0 y 1 que, indica que no existe concordancia entre los expertos o que, los expertos concuerdan totalmente con los criterios y el orden de los mismos, respectivamente. Las hipótesis planteadas se probaron si  $k \geq 7$  (cantidad de criterios para la evaluación de los expertos) utilizando el estadígrafo Ji al cuadrado- Cuadrado que se calcula:

$$X^2_{calculada} = n(k - 1)WX^2_{tabulada} = X^2(\alpha, k - 1)$$

Región crítica:  $X^2$  calculado  $> X^2$  tabulado.

Ji al cuadrado –se corresponde con tal distribución para  $k - 1$  grados de libertad y un nivel de significación prefijada. Como se procesó la información en el paquete de programas SPSS se consideró como región crítica: P-Value  $< \alpha$ . (De no existir concordancia entre los expertos se sigue a otra ronda de análisis hasta lograrla realizando los cambios pertinentes en función de lo que evalúan). En caso de que el número de características fuera menor que siete ( $k < 7$ ) se consideró que:

$$\text{Región crítica: } S_{calculada} = \sum \left( R_i - \frac{\sum R_i}{k} \right)^2 > S_{tabulada}$$

Donde:  $R_i$ : Sumatoria de las evaluaciones para cada una de los criterios.

La primera ronda comenzó con la entrega del cuestionario de autoevaluación de los expertos (tabla 5). El instrumento tuvo como objetivo que el experto se autoevaluara, en las fuentes de argumentación y en el grado de conocimiento que poseía acerca de la temática de gestión del recurso agua (agua consumo humano).

Tabla 5. Autoevaluación de expertos

/Fuente de Argumentación/	/Grado de influencia de las fuentes/			
	Alto	Medio	Bajo	Nulo
Dominio sobre la gestión de abasto de agua subterránea.	45%	36%	22,5%	0%
Experiencia laboral en gestión de abasto de agua a la población.	30%	24%	15%	0%
Publicaciones sobre gestión del recurso agua.	12%	9,6%	6%	0%
Participación en eventos sobre la gestión de recursos hídricos	7%	5,6%	3,5%	0%
Prestigio en el desempeño de la gestión de recursos hídricos	6%	4,8%	3%	0%
Total	100%	80%	50%	0%

La tabla 6 muestra el grado de influencia de expertos en cada fuente.

Tabla 6. Grado de influencia Ka de los expertos (E)

/Expertos/	/Fuente I/	/Fuente II/	/Fuente III/	/Fuente IV/	/Fuente V/	/Ka/
E1	45	24	9,6	7	6	0,916
E2	36	24	12	5,6	3	0,806
E3	36	24	9,6	7	6	0,826
E4	36	30	6	3,5	4,8	0,803
E 5	45	24	12	5,6	4,8	0,914
E6	45	30	9,6	7	3	0,946
E7	36	30	6	3,5	4,8	0,803
E 8	36	24	6	3,5	3	0,725
E9	45	30	9,6	7	6	0,976
E10	36	30	12	5,6	3	0,866
E 11	45	30	9,6	7	6	0,976
E 12	45	30	6	7	4,8	0,928
E 13	36	30	9,6	5,6	4,8	0,866
E 14	36	30	12	3,5	3	0,845
E 15	45	30	9,6	7	6	0,976

Las tablas 7 y 8 muestran el grado de conocimiento y competencia.

Tabla 7. Grado de conocimiento K<sub>c</sub> de los expertos (E)

/Expertos/	/Ítem 1/	/Ítem 2/	/Ítem 3/	/Ítem 4/	/Ítem 5/	/Ítem 6/	/Ítem 7/	/K <sub>c</sub> /*
E1	9	7	8	10	10	10	10	0,91428571
E2	10	5	9	9	8	9	5	0,78571429
E3	8	9	10	10	10	10	8	0,92857143
E4	8	8	8	8	10	6	8	0,84285714
E 5	10	10	9	9	10	10	9	0,95714286
E6	9	6	10	7	10	7	10	0,84285714
E7	10	10	9	9	10	10	10	0,97142857
E 8	8	7	8	10	9	8	9	0,84285714
E9	9	9	9	10	10	9	10	0,94285714
E10	10	10	10	9	10	10	10	0,98571429
E 11	8	8	9	8	10	8	9	0,85714286
E 12	10	9	7	10	10	10	10	0,94285714
E 13	9	10	9	10	10	9	8	0,92857143
E 14	10	8	8	8	10	10	7	0,87142857
E 15	8	6	9	8	9	8	8	0,84285714

Tabla 8. Coeficiente de competencia K de los expertos (E)

/Expertos/	/K <sub>a</sub> /	/K <sub>c</sub> /	/1/2 (K <sub>a</sub> +K <sub>c</sub> )/	/Categoría según puntuación/
E1	0,916	0,91428571	0,91514286	Alto
E2	0,806	0,78571429	0,79585715	Medio
E3	0,826	0,92857143	0,87728572	Alto
E4	0,803	0,84285714	0,8015715	Alto
E 5	0,914	0,95714286	0,93557143	Alto
E6	0,946	0,84285714	0,89442857	Alto
E7	0,803	0,97142857	0,88721429	Alto
E 8	0,725	0,84285714	0,78392857	Medio
E9	0,976	0,94285714	0,95942857	Alto
E10	0,866	0,98571429	0,92585715	Alto
E 11	0,976	0,85714286	0,91657143	Alto
E 12	0,928	0,94285714	0,93542857	Alto
E 13	0,86	0,92857143	0,89428572	Alto
E 14	0,845	0,87142857	0,85821429	Alto
E 15	0,976	0,84285714	0,88721429	Alto

Leyenda: K: Coeficiente de competencia  $K = \frac{1}{2} (k_a + k_c)$



De 15 expertos que se evaluaron, se seleccionan los 13 que mostraron un alto coeficiente de competencia.

En el trabajo con los 13 expertos, durante la aplicación de la tormenta de ideas, se propusieron 14 aspectos para conformar el modelo. Para esta etapa de trabajo se prosiguió con el esquema inicial para el trabajo con expertos.

Se dio continuidad a la primera ronda con la instrumentación de una encuesta, previa propuesta de aspectos para crear el modelo. Los expertos marcaron con una (X) la repercusión que tuvo cada los elementos en la contaminación hídrica (tabla 9 y tabla 10).

Tabla 9. Valoraciones de los expertos

/Aspectos/	/Significativo/	
	Sí	No
Diagnóstico	13	0
Proceso de reevaluación	11	2
Estimación de causa-efecto	12	1
Depreciación de consecuencias	12	1
Nivel cultural de comunidad	5	8
Selección y trabajo con expertos	10	3
Tipificación de contaminantes hídricos y su incidencia en la salud	13	0
Medios de transporte	1	12
Disponibilidad de inversiones	5	8
Evaluación de potenciales y riesgos de enfermedades hídricas	11	2
Rectificación de factores persistentes	13	0
Relieve	7	6
Objetivos del estudio	8	5
Antecedentes patológicos del encuestado	1	12

Tabla 10. Valoración de expertos en relación con significación

/Aspectos/	/Expertos/												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A <sub>1</sub>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
A <sub>2</sub>	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	-	X	X
A <sub>3</sub>	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X
A <sub>4</sub>	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
A <sub>5</sub>	-	-	-	X	-	-	X	-	-	X	-	-	X
A <sub>6</sub>	X	X	X	-	X	X	-	X	X	-	X	X	X
A <sub>7</sub>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
A <sub>8</sub>	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
A <sub>9</sub>	X	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	X	-
A <sub>10</sub>	X	X	X	-	X	X	-	X	X	X	X	X	X
A <sub>11</sub>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
A <sub>12</sub>	-	X	-	X	-	-	X	X	-	X	-	X	X
A <sub>13</sub>	X	X	-	X	-	X	X	-	X	X	X	-	-
A <sub>14</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-

$$A_1 = (1 - 0/13) * 100 = 100\%$$

$$A_8 = (1 - 11/13) * 100 = 7,69\%$$

$$A_2 = (1 - 2/13) * 100 = 84,62\%$$

$$A_9 = (1 - 9/13) * 100 = 30,76\%$$

$$A_3 = (1 - 1/13) * 100 = 92,31\%$$

$$A_{10} = (1 - 2/13) * 100 = 84,62\%$$

$$A_4 = (1 - 1/13) * 100 = 92,30\%$$

$$A_{11} = (1 - 0/13) * 100 = 100\%$$

$$A_5 = (1 - 9/13) * 100 = 30,76\%$$

$$A_{12} = (1 - 6/13) * 100 = 53,85\%$$

$$A_6 = (1 - 3/13) * 100 = 76,93\%$$

$$A_{13} = (1 - 4/13) * 100 = 69,24\%$$

$$A_7 = (1 - 0/13) * 100 = 100\%$$

$$A_{14} = (1 - 11/13) * 100 = 7,69\%$$

De acuerdo a las derivaciones, se eliminaron los aspectos A<sub>5</sub>, A<sub>8</sub>, A<sub>9</sub>, A<sub>12</sub>, y A<sub>14</sub> pues el Cc es menor que 70% y por tanto quedaron los aspectos restantes.

La segunda ronda tuvo como objetivo, determinar la importancia de cada aspecto (ponderación) y con esta información aplicar la dócima no paramétrica de Kendall.

Se le pidió a cada experto que ordenara los aspectos para lo que se preguntó:

¿Qué ponderación o peso Ud. daría a cada una de los aspectos, con el objetivo

de ordenarlos atendiendo a su importancia? Para ello se orientó que el número 9 era más importante (tablas 11 y 12).

Tabla 11. Importancia otorgada a los aspectos de la metodología

/Aspectos/	/Más significativo/	/Menos significativo/
Diagnóstico	100%	0%
Proceso de reevaluación	84,62%	15,38%
Estimación de causa-efecto	92,31%	7,69%
Depreciación de consecuencias	92,31%	7,69%
Nivel cultural de comunidad	69,24%	30,76%
Selección y trabajo con expertos	100%	0%
Tipificación de contaminantes hídricos y su incidencia en la salud	100%	0%
Medios de transporte	7,69%	92,31%
Disponibilidad de inversiones	69,24%	30,76%
Evaluación de potenciales y riesgos de enfermedades hídricas	84,62%	15,38%
Rectificación de factores persistentes	100%	0%
Relieve	46,14%	53,85%
Objetivos del estudio	30,76%	69,24%
Antecedentes patológicos del encuestado	7,69%	92,31%

Tabla 12. Ponderación de aspectos de acuerdo a importancia concedida

/Aspectos/	/Expertos/												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A <sub>1</sub>	9	8	7	9	9	8	8	7	9	9	9	8	8
A <sub>2</sub>	4	4	5	3	1	4	5	4	4	3	1	3	4
A <sub>3</sub>	5	5	6	5	6	5	3	5	6	5	5	6	5
A <sub>4</sub>	6	6	1	6	5	6	6	6	5	6	6	5	6
A <sub>6</sub>	2	2	4	1	3	2	2	2	2	1	3	2	2
A <sub>7</sub>	8	9	9	7	7	7	9	9	8	7	7	9	7
A <sub>10</sub>	3	3	3	4	4	3	1	3	3	4	4	4	3
A <sub>11</sub>	7	7	8	8	8	9	7	8	7	8	8	7	9
A <sub>13</sub>	1	1	2	2	2	1	4	1	1	2	2	1	1

La tabla 13 complementa las dos tablas anteriores.

Tabla 13. Valoraciones de expertos sobre la base de la ponderación de aspectos

/Aspecto/	/Expertos/													Rj	Cj
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
A <sub>1</sub>	9	8	7	9	9	8	8	7	9	9	9	8	8	108	0,18461538
A <sub>2</sub>	4	4	5	3	1	4	5	4	4	3	1	3	4	45	0,07692308
A <sub>3</sub>	5	5	6	5	6	5	3	5	6	5	5	6	5	67	0,11452991
A <sub>4</sub>	6	6	1	6	5	6	6	6	5	6	6	5	6	70	0,11965812
A <sub>6</sub>	2	2	4	1	3	2	2	2	2	1	3	2	2	28	0,04786325
A <sub>7</sub>	8	9	9	7	7	7	9	9	8	7	7	9	7	103	0,17606838
A <sub>10</sub>	3	3	3	4	4	3	1	3	3	4	4	4	3	42	0,07179487
A <sub>11</sub>	7	7	8	8	8	9	7	8	7	8	8	7	9	101	0,17264957
A <sub>13</sub>	1	1	2	2	2	1	4	1	1	2	2	1	1	21	0,03589744
$\Sigma R_j$													585		

Con esta información se pasó a calcular la concordancia utilizando la d6cima no param6trica que utiliza el coeficiente de Kendall. El planteamiento de la d6cima es:

H<sub>0</sub>= No hay acuerdo entre los expertos

H<sub>1</sub>= Hay acuerdo entre los expertos

Como la cantidad de medidas son superiores a 7 la Regi6n cr6tica de esta d6cima es:

$$RC: K(N - 1)W > X_{\alpha;N-1}^2$$

De aqu6 se tiene que:

$$W = \frac{12S}{K^2(N^3 - N)}$$

Donde:

S: suma de los cuadrados de las desviaciones observadas de la media de R<sub>j</sub>;

K: n6mero de expertos.

N: n6mero de factores o caracter6sticas.

$$R_m = \frac{\sum R_i}{N} = \frac{585}{13} = 45$$

$$S = \sum (R_i - R_m)^2$$

$$S = (108 - 45)^2 + (45 - 45)^2 + (67 - 45)^2 + (70 - 45)^2 + (28 - 45)^2 \\ + (103 - 45)^2 + (42 - 45)^2 + (101 - 45)^2 + (21 - 45)^2 = 12452$$

$$W = \frac{12S}{K^2(N^3 - N)} = \frac{12 * 12452}{13^2(9^3 - 9)} = 1.22800789$$

$$RC = 13(9-1) * 1.22800789 = 127.71 X_{\alpha; N-1=20.090}^2$$

Como  $127.71 > 20.090$ , se rechazó  $H_0$  y se aceptó  $H_1$ , lo que quiso decir que, existió concordancia entre los expertos de que los criterios más significativos fueron el diagnóstico, tipificación de contaminantes hídricos y su incidencia en la salud, estimación de causa-efecto, depreciación de consecuencias, y rectificación de factores persistentes.

Se proponen por expertos, un conjunto de medidas que de forma prospectiva contribuyeron a tratar y construir escenarios futuros sobre la base de potenciales hídricos que se identificaron.

#### Medidas

- Diseño de las Áreas de Captación Sanas (M1).
- Propuesta de la importancia de formación de gestores de salud (M2)
- Propuesta de incorporación a los Análisis de la Situación de Salud de cada Comunidad, de la situación actual del agua de consumo mediante el empleo de herramientas utilizadas en el estudio (M3).
- Trabajo educativo con empleo de medios audiovisuales para sensibilizar a la población (M4).

- Diseño de proyecto metodología MINCEX con vistas a tratar contaminantes (M5).
- Compatibilización de la investigación por parte del Consejo de Defensa Nacional (M6).
- Creación de la Cátedra Agua-Salud patrocinada por la UNESCO (M7).
- Solicitud de diseño de aplicación digital, a través de la cual la población tenga acceso a los parámetros de control del agua de consumo, de acuerdo a lugar de convivencia, así como método alternativo de corrección casero (M8).

Una vez propuestas las medidas se inició la tercera ronda del trabajo con expertos. El objetivo de esta ronda es ratificar las medidas y buscar consenso en cuanto a la nomenclatura de las mismas, así como determinar la importancia de cada medida (ponderación) y con esta información aplicar la dócima no paramétrica de Kendall para verificar concordancia con un criterio estadístico más potente. Para ello el grupo de análisis configura una tabla, la cual es entregada a cada experto y se le pregunta: ¿Está Ud. de acuerdo en que esas son verdaderamente las medidas para combatir las fuentes contaminantes? En esta señalan con una (X) si está de acuerdo y en caso de desacuerdo marcar (-). La concordancia de medidas se mostró en la tabla 14.

Tabla 14. Concordancia con medidas (M)

/Medida/	/Expertos/												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
M <sub>1</sub>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
M <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
M <sub>3</sub>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
M <sub>4</sub>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
M <sub>5</sub>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
M <sub>6</sub>	X	X	X	-	X	X	X	X	X	-	X	X	X
M <sub>7</sub>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
M <sub>8</sub>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Posterior a que los expertos dieron su respuesta, el grupo de análisis recogió esta información y se determinó el nivel de concordancia para cada medida a través de

la expresión:  $C_c = \left(1 - \frac{V_n}{V_t}\right) * 100$  Donde:

- Cc: coeficiente de concordancia expresado en porcentaje para cada característica.
- Vn: cantidad de expertos en contra del criterio predominante.
- Vt: cantidad total de expertos.

#### Medidas

$$M_1 = (1 - 0/13) * 100 = 100\%$$

$$M_5 = (1 - 0/13) * 100 = 100\%$$

$$M_2 = (1 - 0/13) * 100 = 100\%$$

$$M_6 = (1 - 2/13) * 100 = 84,62\%$$

$$M_3 = (1 - 0/13) * 100 = 100\%$$

$$M_7 = (1 - 0/13) * 100 = 100\%$$

$$M_4 = (1 - 0/13) * 100 = 100\%$$

$$M_8 = (1 - 0/13) * 100 = 100\%$$

Como los Cc fueron mayores que 70% se evidenció el consenso entre los expertos de que estas fueron las medidas.

La ronda concluyó con la pregunta: ¿Qué ponderación o peso Ud. daría a cada una de las medidas, para ordenarlas atendiendo a su importancia? Para ello se explicó, que con número 8 se asignaría la más importante (tabla 15).

Tabla 15. Determinación del orden de importancia de medidas

/Medida/	/Expertos/												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
M <sub>1</sub>	1	2	1	1	2	2	2	2	3	2	2	1	2
M <sub>2</sub>	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	3	1
M <sub>3</sub>	8	7	8	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8
M <sub>4</sub>	6	5	7	7	7	8	7	6	6	6	7	7	7
M <sub>5</sub>	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
M <sub>6</sub>	3	8	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	6
M <sub>7</sub>	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
M <sub>8</sub>	7	6	6	6	6	6	6	7	7	7	6	6	5

Con esta información se pasó a calcular la concordancia utilizando la dística no paramétrica que utiliza el coeficiente de Kendall.

$H_0$ = No hay acuerdo entre los expertos

$H_1$ = Hay acuerdo entre los expertos

Como la cantidad de medidas fueron superiores a 7 la región crítica fue:

$$RC: K(N - 1)W > X_{\alpha;N-1}^2$$

De aquí se tiene que:

$$W = \frac{12S}{K^2(N^3 - N)}$$

Donde:

S: suma de los cuadrados de las desviaciones observadas de la media de  $R_j$ ;

K: número de expertos. N: número de factores y características.

$$R_m = \frac{\sum R_i}{N} = \frac{858}{13} = 66$$

$$S = \sum (R_i - R_m)^2$$

$$\begin{aligned} S &= (122 - 66)^2 + (134 - 66)^2 + (118 - 66)^2 + (99 - 66)^2 + (108 - 66)^2 \\ &\quad + (46 - 66)^2 + (58 - 66)^2 + (56 - 66)^2 + (61 - 66)^2 + (38 - 66)^2 \\ &\quad + (18 - 66)^2 = 16994 \end{aligned}$$

$$W = \frac{12S}{K^2(N^3 - N)} = \frac{12 * 16994}{13^2(11^3 - 11)} = 0.914147391$$

$$RC: 13(11-1) * 0.914147391 \quad RC: 118.84$$

$$X_{\alpha;N-1}^2 = 23.209$$

Como  $118.84 > 23.209$ , se rechazó  $H_0$  y se aceptó  $H_1$ , lo que quiso decir que existió concordancia entre los expertos en el orden de importancia de las medidas (M3, M4, M8, M5, M7, M6, M1, M2).



## CONCLUSIONES PARCIALES CAPÍTULO 2

La estrategia metodológica propuesta a través de la combinación de diferentes herramientas estadísticas, contribuye a la gestión de riesgos de enfermedades de transmisión hídrica.

La reflexión colectiva desarrollada mediante el anclaje de la acción y decisión de factores, facilita la creación de un modelo para la identificación, evaluación y tratamientos de potenciales y riesgos hídricos.

En el proceso de gestión que se desarrolla, el trabajo con expertos fue decisivo, desde el diagnóstico hasta la propuesta de medidas para el tratamiento de consecuencias a la salud, ocasionadas por la incidencia de riesgos afines.

## CAPITULO 3. EL MODELO Y LOS RESULTADOS QUE SE OBTIENEN POR ESCENARIOS DE APLICACIÓN

La creación de un modelo (figura 3) para la gestión de riesgos de enfermedades hídricas, es eficaz en la búsqueda de soluciones para poblaciones que, como la de Cienfuegos está afectada por factores antrópicos y naturales.

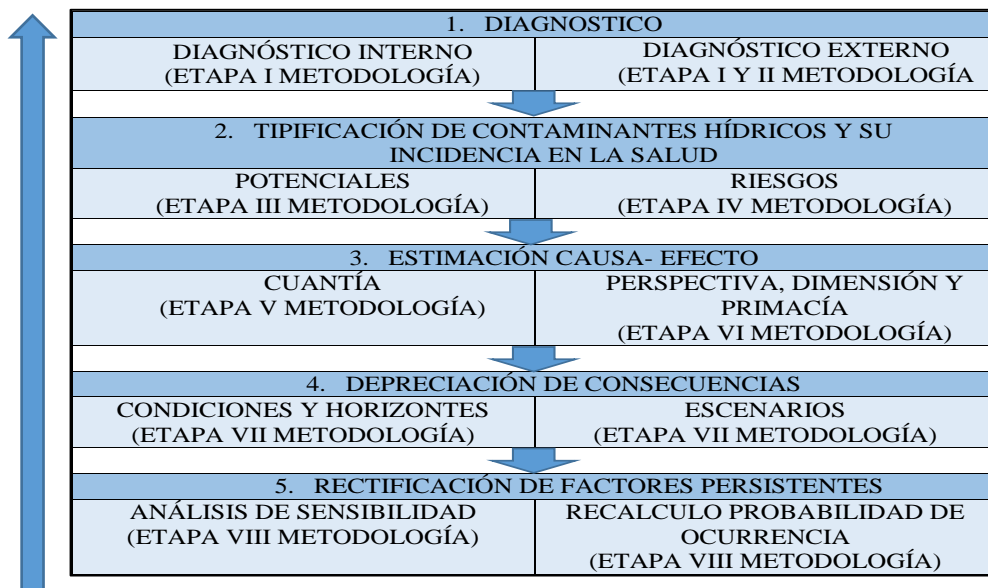


Figura 3. Modelo para la gestión de riesgos de enfermedades hídricas

### 3.1 La caracterización del binomio agua-salud en Cienfuegos

#### Aspecto 1. Diagnóstico

El primer aspecto del modelo, es el diagnóstico que se llevó a cabo en el contexto interno y externo. El talante se hizo corresponder, con las etapas I (planteamiento del problema) y II (diagnóstico estratégico de salud) de la metodología.

Acciones: calcular las necesidades materiales y financieras, sobre la base de la metodología propuesta, los estudios en el terreno, cuestionarios a aplicar y los análisis de las fuentes de abasto de agua. Los materiales e importes se reflejan en el anexo 7.

#### 1A, Contexto Interno y Externo

Se llevó a cabo el análisis del contexto externo e interno, con la aplicación de la matriz DAFO al proceso provisión de agua en la provincia Cienfuegos. El aspecto contribuyó a determinar causas de la contaminación que presenta el agua de consumo en el territorio.

#### Diagnostico interno

##### A. Debilidades:

- Falta de recursos financieros para adquirir accesorios que, garanticen el mantenimiento de la calidad de agua subterránea.
- Insuficiente explotación de la vinculación de agua y la salud.

##### B. Fortalezas:

- Presencia de personal técnico con nivel educacional calificado y años de experiencias vinculadas a la actividad investigativa en el sector de la salud.
- Disposición de capital humano de resolver dificultades afines.

#### Diagnóstico externo

##### C. Oportunidades:

- Disposición del país de facilitar los recursos que, garantizan la disponibilidad de agua apta para el consumo humano.
- Contar con una Política Nacional del Agua y Ley de Aguas Terrestres.
- Fortalecimiento y concientización de un colectivo laboral con cultura de desarrollo a favor de la ciencia, la técnica y preservación del medio ambiente.
- Preparación de un especialista del sector de la salud en materia de P+L que labora de conjunto con el INRH.

#### D. Amenazas:

- Dificultades con la compra de material que se importa (metros contadores, sistemas de corrección), como consecuencia del bloqueo económico a Cuba.
- Contaminación del agua subterránea como consecuencia de la acción del hombre o como condicionamiento del cambio climático.

La documentación consultada y los aportes de la aplicación de la matriz DAFO, sirvieron de base a la autora para proponer los indicadores que, se deben tener en consideración para la ejecución de futuras investigaciones similares a la acometida.

La propuesta, permitió establecer comparaciones en relación con la calidad de agua (en las diferentes fuentes de abasto que, fueron muestreadas en los ocho municipios), conocer la cantidad de beneficiarios, así como tener una visión real de los recursos humanos, materiales y financieros, de que se disponía.

Por otra parte, se utilizaron para mostrar los cambios y progresos que tuvo el modelo en los diferentes momentos de aplicación, hacia el logro del cumplimiento de los objetivos específicos.

De esta forma se precisan los indicadores de: resultado (derivaciones del estudio), efecto (institucionalización), impacto (proyecto MINCEX, compatibilización por el Consejo de Defensa Nacional) y de liquidez (respaldo económico del estudio). Estos se definen sobre la base de las tres dimensiones propuestas en la metodología:

- Dimensión económica: incluye indicadores que se proponen para proyectos MINCEX y que se recogen en el anexo 7.

- Dimensión social incluye cantidad de fuentes de abasto o disponibilidad del agua de consumo (anexo 2) y población beneficiada (anexo 8). Se beneficiará con el estudio a los 144 053 núcleos familiares que abarcan 404 228 habitantes del territorio.
- Dimensión ambiental (elementos contaminantes del agua de consumo, factores que inciden en indicador anterior)

Este acápite incluyó un grupo de factores que, por su importancia en la pesquisa de riesgos de enfermedades hídricas se describen a continuación.

- Precipitaciones: desde enero del año 1991 y hasta diciembre del 2019, los municipios de Santa Isabel de las Lajas y Cruces son los que más sufren las consecuencias de la sequía. En el análisis de las precipitaciones, el municipio de Santa Isabel de las Lajas, mostró un promedio anual de valores, entre 657 mm en su totalidad (figura 4).

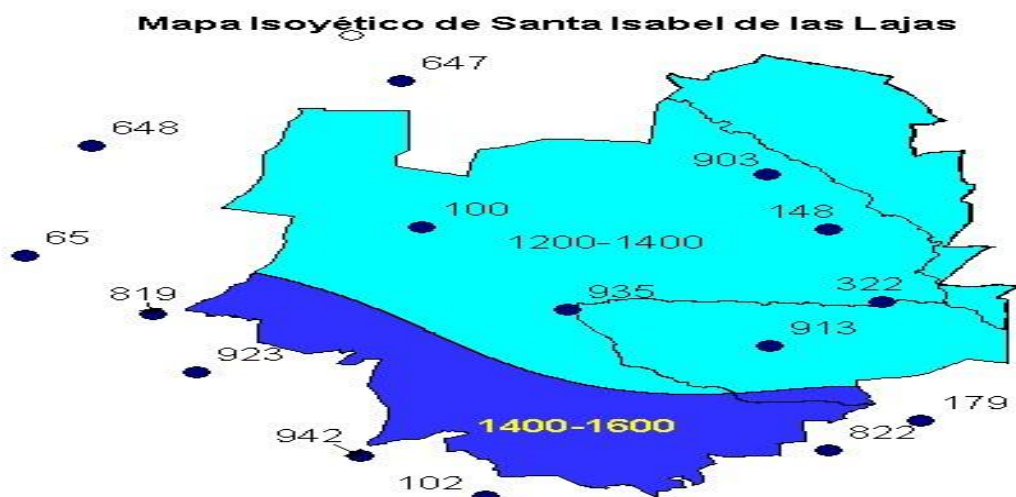


Figura 4. Mapa isoyético del municipio de Santa Isabel de las Lajas .1991 al 2019  
 En Cruces solo 312 mm cayeron en el período poco lluvioso. El mes de diciembre fue el más seco durante cada año que se evaluó, con solo 30,6 mm. Cuando las precipitaciones son escasas o nulas se recrudece la concentración de los contaminantes. <sup>69</sup>

En el año 2015, Aguada de Pasajeros y Cumanayagua (figura 5) que, tenían la mayor incidencia de precipitaciones marcaron un hito, pues constituyeron los municipios que más petulantes en relación con la escasas del recurso. Toda esta situación colocó a estos territorios en lugar supremo, en relación con la más alta concentración de elementos contaminantes.

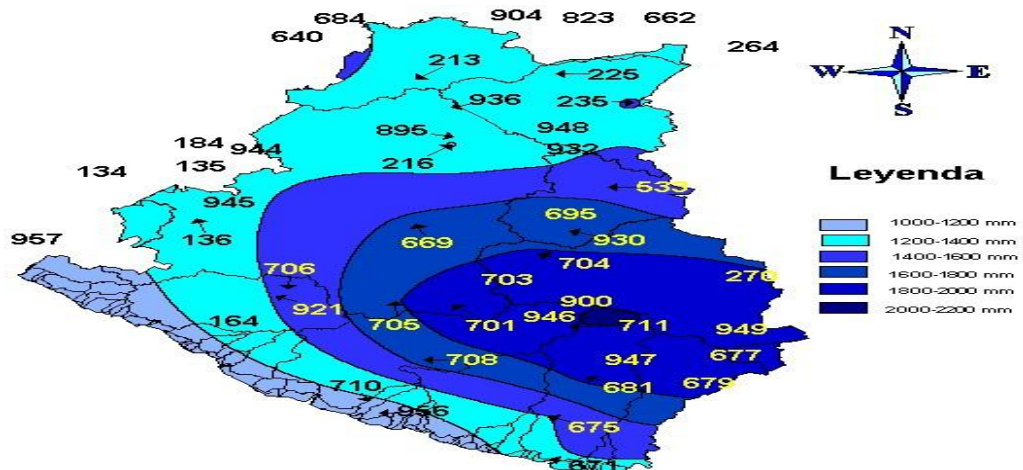


Figura 5. Mapa isoyético del municipio de Cumanayagua en el año 2015

- Contaminación de las aguas subterráneas: en relación con los nitratos (la Norma Cubana,<sup>88</sup> establece para este elemento como valor permisible en aguas subterráneas 45mg/l) en la provincia de Cienfuegos.

Santa Isabel de las Lajas es el municipio que, mayor afectación presenta en relación con la contaminación de las aguas de consumo. En este caso, además de incidir los bajos niveles pluviométricos que afectaron a la provincia de forma histórica, influyó también la inadecuada disposición de áreas aledañas a los pozos, para cultivos y pastoreo de animales.

La composición de los suelos, jugó un papel fundamental en la presencia de los elementos contaminantes.<sup>89</sup> Es común que suelos carbonatados cálcicos, tiendan a propiciar la presencia de nitritos y nitratos en aquellas fuentes donde predominen, como es el caso de Santa Isabel de las Lajas.

Durante el desarrollo de la investigación se pudo conocer que, actualmente en toda la provincia son los desechos orgánicos y los fertilizantes los que ocupan un lugar cimero en el recrudecimiento de la contaminación.

En el caso de Santa Isabel de las Lajas, la totalidad de las fuentes de abasto mostraron una alta incidencia por esta etiología. De los territorios de la provincia, fue el municipio al que se hace referencia con anterioridad, (al norte y centro) el que tiene las aguas más duras (mayores concentraciones de calcio, magnesio y manganeso).

Otras de los aspectos que incidieron en la salud y que potenciaron los efectos del consumo del agua contaminada, fue la ingestión de legumbres y carnes curadas, además de los diversos tratamientos caseros, que la población aplica al agua de consumo (causales hipotéticas que provienen del censo poblacional, 2012).<sup>90</sup>

En la figura 6, se puede apreciar como los municipios que mostraron mayor consumo de carnes curadas fueron Cumanayagua con un 95,1%, Cienfuegos con un 94,5% y Rodas con un 89%, a razón de 3 o más veces por semana (datos que aporta la encuesta).

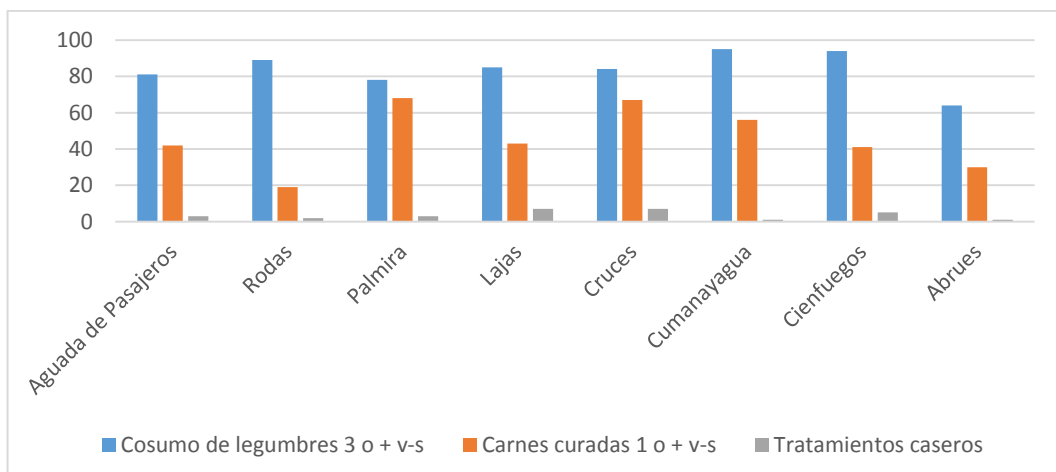


Figura 6. Causas que potencian efectos de contaminación hídrica. Cienfuegos 2019

Los tratamientos caseros, que la población utiliza para mejorar la calidad del agua de consumo, es otra de las causas que recrudecen los efectos de la contaminación hídrica.

En relación con la contaminación, las encuestas aplicadas y revisión del censo poblacional muestran que, fueron los municipios de Santa Isabel de las Lajas (7%), Cruces (7%) y Cienfuegos (5%), los territorios que consideraron hervir el agua, como una mejor opción.

Es importante conocer que esta variante es muy buena siempre y cuando los coliformes totales y termotolerantes, se mantengan en norma (menos de 100 colonias por ml de agua). De igual forma, si algún elemento químico u otro biológico están por encima de los valores de la norma, el empleo de este método provocaría el aumento de la concentración de estos elementos.

Dentro de las acciones para que, la población pueda seleccionar correctamente el tratamiento del agua de consumo, la autora propuso en los diferentes espacios (consejos de dirección y reuniones del CITMA entre otros), divulgar por áreas de salud las características del agua y las propuestas más efectivas para el control de su calidad.

Otra alternativa a considerar fue la instrumentación de acciones en círculos de interés, en escuelas o comunidades como las llevadas a cabo por el grupo AGUA-SALUD (autora).

#### 1B. Morbilidad de enfermedades de origen hídrico

El primer aspecto del modelo comprende, además, el análisis de la morbilidad por enfermedades de origen hídrico. En la figura 7 se muestra el porcentaje de las enfermedades de transmisión hídrica, que mayor incidencia mostró en la provincia



de Cienfuegos, desde enero de 1991 hasta diciembre del 2019, sobre la base de sus medias de incidencia anuales.

El mayor número de casos se correspondió con enfermedades diarreicas, seguidas por enfermedades como la escabiosis y la pediculosis en lugares donde escasea el agua (Santa Isabel de las Lajas). La autora desestimó estos datos, por el sesgo que tiene la higiene personal y de instituciones cerradas en estas enfermedades.

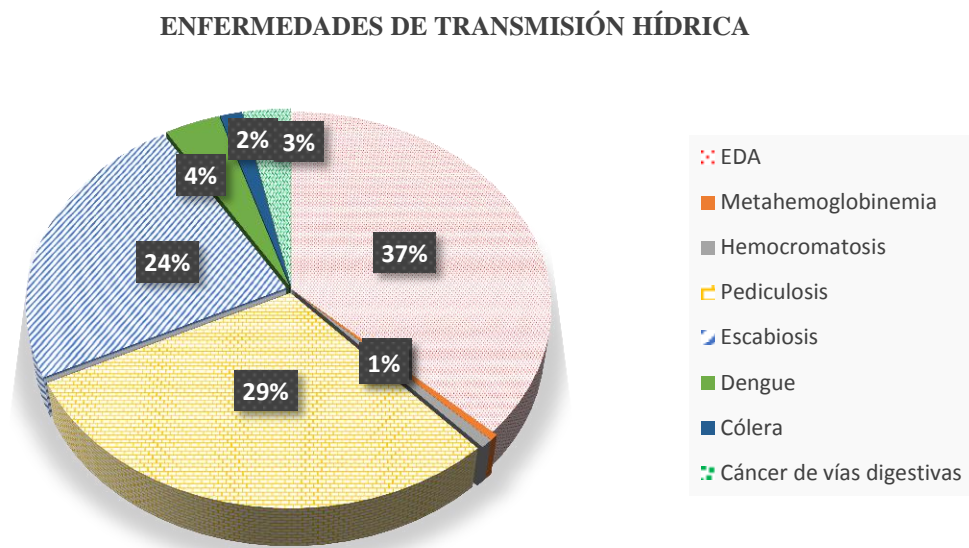


Figura 7. Enfermedades de transmisión hídrica, de mayor incidencia en la provincia de Cienfuegos, 1991-2019

La metahemoglobinemia y la hemocromatosis, aunque representaron los menores porcentajes, revertieron importancia como indicadores de contaminación del agua, por su fuerte relación con varios contaminantes químicos.

En Cienfuegos (Santa Isabel de las Lajas), se supera en varios municipios el promedio del país en el mismo período de tiempo (0,7% y 0,9% respectivamente).

El hallazgo se tomó en consideración durante la realización de este estudio para la toma inmediata de decisiones.

En la tabla 19, se muestra la incidencia de algunas de las enfermedades hídricas en Cienfuegos. La incidencia mensual se reflejó en números totales y tasas, según municipios en un período de 28 años (1991-2019).

Tabla 19. Tasas de incidencia mensual de enfermedades hídricas más frecuentes Provincia Cienfuegos, años 1991-2019

/Municipio/	/Habitantes/	/Enfermedad Diarreica Aguda/		/Cáncer digestivo/		/Met-Hb/	
		/Total/	/Tasa/	/Total/	/Tasa/	/Total/	/Tasa/
Aguada de Pasajeros	32159	6449	2005	114	35,45	0,41	0,13
Rodas	34376	5574	1621	85	24,73	0,29	0,08
Palmira	32939	6282	1907	98	29,75	0,59	0,18
Santa Isabel de las Lajas	21999	5879	2672	72	32,73	5,41	2,46
Cruces	30941	6290	2033	71	22,95	0,29	0,09
Cumanayagua	48962	9374	1915	70	14,30	0,57	0,12
Cienfuegos	171946	25700	1495	60	3,49	1,14	0,07
Abreu	30906	3583	1159	54	17,47	0,77	0,25

Fuente: Anuario estadístico provincia de Cienfuegos.

La metahemoglobinemia y el cáncer de vías digestivas, mostraron una mayor incidencia, en zonas donde hubo concentraciones de nitritos, nitratos o metales pesados (Santa Isabel de las Lajas, Abreu). Por otra parte, la mayor cantidad de enfermedades renales se localizó en zonas de Abreu, Santa Isabel de las Lajas y Aguada de Pasajeros, con durezas importantes en el agua de consumo (calcio, magnesio). La enfermedad diarreica aguda, tuvo la mayor incidencia en el municipio de Santa Isabel de las Lajas, encontrándose en sus pozos de monitoreo la presencia mantenida de coliformes).

#### 1C. Dispensarización

El análisis del proceso de dispensarización es concluyente para el diagnóstico, facilita la observación permanente y dinámica de individuos y grupos con el objetivo de controlar riesgos o daños a la salud.<sup>83</sup>

Al concluir la etapa diagnóstica del estudio, la autora consideró oportuno la incorporación de los riesgos de transmisión hídrica en la clasificación de las personas según, los cuatro grupos que establece Álvarez en el 2008.<sup>83</sup>

En relación con la contaminación que, presenta por diferentes vías el agua para el consumo humano fue importante considerar que, las personas del grupo I (supuestamente sanas y sin riesgos) deberían incluirse en el grupo II y establecer estrategias específicas de promoción y prevención de salud.

Esta acción modificó la estrategia de salud para 52674 personas, de ellos 17002 niños hasta los 14 años. Los niños representan un fuerte potencial en el estudio, por ser el sector más sensible para actuar como sujeto-objeto de promoción de salud.

### 3.2 Los riesgos de enfermedades hídricas: su tipificación y consecuencias para la salud en Cienfuegos

#### Aspecto 2 Tipificación de contaminantes hídricos y su incidencia en la salud

El aspecto 2 del modelo propuesto, se centró en la tipificación de contaminantes hídricos y su incidencia en la salud que, se implementan con el desarrollo de las etapas III y IV de la metodología.

En la etapa III se identificaron los potenciales hídricos (factores contaminantes) que inciden en la salud. En la provincia de Cienfuegos, existen un total de 223 pozos de agua subterránea, de los cuales 137 están en explotación y un subgrupo más pequeño (34 pozos) integran las fuentes de abasto principal para el consumo humano (Abreu y Paso Bonito en Cumanayagua).

En el estudio durante la visita a cada una de las fuentes, se constataron (lista de chequeo) 11 problemas que atentan contra la calidad del proceso de monitoreo. Los mismos se clasifican como potenciales porque competen no solo, con la veracidad de los fundamentos (que deben reflejar la calidad de las aguas de consumo), sino también pueden falsear datos que tienen una incidencia marcada en la salud del territorio.

- Deficiencias en el terreno que impedían llegar a los pozos.
- Obstrucción por objetos múltiples en las fuentes de abasto.
- Rotura frecuente del transporte y no se llegaba a tomar la muestra.
- Variaciones bruscas de temperaturas en el pozo de monitoreo.
- Limitación del acceso a fuentes de abasto.
- Acontecían frecuentemente salideros en la conductora.
- Existían siembras de cultivo en áreas cercanas a las fuentes de abasto.
- Pastoreo de animales en zonas próximas al pozo.
- Vertimiento de productos químicos en las fuentes de abasto.
- La recogida y almacenamiento de muestras no cumplía parámetros técnicos.
- El traslado de las muestras demoraba más de cuatro horas.

En la etapa IV se determinaron los riesgos hídricos que inciden en la salud. Los expertos propusieron que, el mapeo de contaminantes para alerta de enfermedades de transmisión hídrica, debía formar parte del modelo y la autora decidió incluirlo en esta etapa.

Los valores de contaminación, se consultan al ser procesadas las muestras, pero no se transcriben, porque el aspecto forma parte de la Lista Interna de la Empresa de Aprovechamiento Hidráulico Cienfuegos, con el No. 40 y No. 72

correspondiente a estudios e investigaciones sobre las reservas de aguas subterráneas, con la clasificación de secreto. De igual forma fue imposible establecer comparaciones escritas.

Se consideró como alta, la probabilidad de que los riesgos incidan en la salud ya que, en primer lugar, estos riesgos llevan más de 20 años actuando en el agua de consumo, con muy poca modificación. Por otra parte, se añade a ello el aumento de la concentración de elementos contaminantes por aplicación inadecuada de tratamientos caseros al agua de consumo.

Se determinaron tres grupos de riesgos de contaminación hídrica (físico, químico y biológico) que, se articulan a los 11 potenciales que se detectan. Esta relación se establece, sobre la base de criterios propuestos por autora y descritos en Capítulo 2 y se corrobora, por los monitoreos de la Red de Calidad de Agua en la provincia. En la figura 8 se presenta la distribución espacial del nitrato.

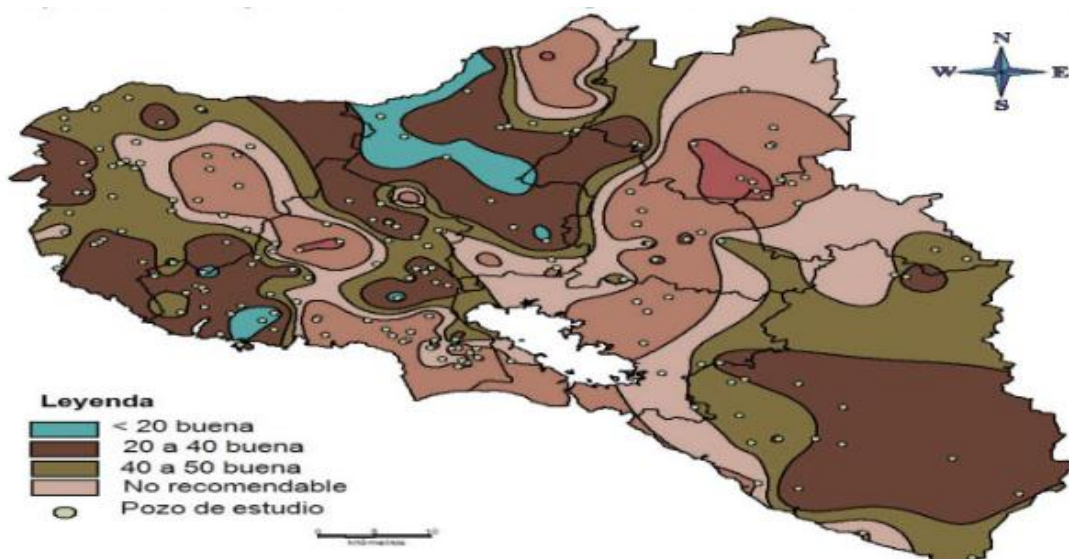


Figura 8. Distribución espacial del nitrato en el agua de consumo. Cienfuegos

El diseño del mapa, se obtuvo a partir de las derivaciones químicas de las muestras de las aguas subterráneas, que proporcionó el laboratorio de la DRHC,

también en el período 1991-2019, el cual está certificado por las NC ISO 1021: 2014.

En relación con la contaminación de las aguas subterráneas por nitratos en la provincia de Cienfuegos es, Santa Isabel de las Lajas <sup>99</sup> el municipio que mayor afectación presentó. Los bajos niveles pluviométricos que afectaron a la provincia de forma histórica, pudieron influir de igual forma que la inadecuada disposición (en áreas aledañas a los pozos) de cultivos y pastoreo de animales, en relación con los valores de nitratos que se encontraron en el agua de consumo.

Otro riesgo es la dureza total, el agua denominada comúnmente como “dura” <sup>90</sup> tiene una elevada concentración de sales y el agua “blanda” las contiene en muy poca cantidad. El indicador dureza, caracteriza las aguas subterráneas como aguas duras en la mayoría de la provincia, por contener altas concentraciones del ion bicarbonato, siendo del tipo bicarbonatada cálcica y magnésica. Tener un agua dura, influye en el sabor del agua. Existen estudios que demuestran relación entre la dureza del agua y el desarrollo de enfermedades cardiovasculares. <sup>92</sup>

La OMS, considera que los datos actuales no son suficientes para emitir una recomendación general sobre, el nivel de dureza que debe tener el agua de consumo humano, pero existen estudios en los que se demuestra que, un agua dura influye de forma negativa en el funcionamiento renal y está demostrada la aparición de enfermedades diarreicas por esta causa. <sup>93</sup>

Para la elección del método casero de tratamiento, se tuvo en consideración que, si se trata de dureza temporal, bastaba con calentar el agua hasta la ebullición, para que precipiten el carbonato de calcio y el hidróxido de magnesio. Después se hacía una filtración para que desaparezcan los iones de disolución y así disminuye de forma considerable la dureza. <sup>94</sup> Para eliminar la dureza

permanente se utilizan las resinas intercambiadoras de iones (descalcificadores), que están presentes en filtros de este tipo, aunque casi nunca están al alcance de la población en el territorio.<sup>94</sup>

Como apoyo al estudio se instalaron en la provincia de Cienfuegos 5 filtros de este tipo, que expiden el agua a muy bajo costo (0.20 centavos el litro) así como las asociaciones no gubernamentales en 3 lugares del territorio, facilitan el agua de forma gratuita a las personas durante 2 horas diarias.

Las cifras de magnesio, se encuentran en el territorio por encima de valores permisibles, según norma, en 5 muestreos consecutivos (150 mg/L). Esta situación provoca que, al agregar cloro en potabilizadoras, se produce una variación en el color del líquido, no demostrándose aún manifestaciones en el estado de salud de la población por esta causa.

El sodio es necesario en los humanos, para mantener el balance de los sistemas de fluidos físicos. Un exceso de sodio, constituye un factor de riesgo para potenciar crisis de asma, padecer osteoporosis y desencadenar la enfermedad de Meniere.<sup>93</sup> El Fondo Mundial para la Investigación de Cáncer plantea que también favorece el desarrollo de diabetes, y cáncer de estómago, la aparición de infartos cerebrales y el desencadenamiento de crisis de hipertensión arterial.<sup>95</sup>

El porcentaje de sodio posible, mostró que las aguas subterráneas de la provincia presentan valores por encima de los 60 mg/L en el caso de aguas empleadas para el cultivo y 200 mg/L para el agua de consumo.

Dejar de consumir por completo el sodio es perjudicial también, pues puede causar convulsiones, deshidratación, parálisis muscular, disminución del crecimiento y entumecimiento general.<sup>96</sup> En el estudio se realizó la distribución espacial del ion, solo en el caso de las aguas para el cultivo ya que, en este caso,

en la totalidad del territorio, aunque la media del valor se encuentra entre 20 y 60 mg/L, existe una tendencia al incremento.

Al existir el aumento de este ion, tanto en las aguas de consumo como de cultivo, no es aconsejable adicionar hipoclorito de sodio ni hervir el agua. Debe emplearse el filtro de intercambio iónico, para su tratamiento.<sup>97</sup>

Los municipios en los cuales el agua subterránea presentó contaminación por nitritos fueron Rodas, Cienfuegos, Aguada de Pasajeros, Abreu y Cumanayagua. La norma cubana<sup>33</sup> plantea que los valores permisibles de nitritos en aguas subterráneas son de 0,01 mg/L.

En la revisión de los pozos se comprobó que el vertimiento de desechos orgánicos y la aplicación de fertilizantes a los suelos en estas localidades se unen a la etiología que contribuye a tal contaminación.

La etiología de la contaminación bacteriológica, en el período que se investiga, recayó en los coliformes totales y termotolerantes, que solo aparecen en períodos lluviosos. Son los municipios de Aguada de Pasajeros y Palmira los que mayor incidencia presentaron por esta causa. El municipio de Cienfuegos<sup>26</sup> como consecuencia de las roturas en la conductora, mostró una alta contaminación en la zona residencial de Reina donde en el año 2015, tuvo lugar un brote de cólera. Existen algunos factores que recrudecen la concentración de elementos contaminantes<sup>24</sup>; en primer lugar, las altas temperaturas; en segundo lugar, la sequía y en tercer lugar (como se ha expuesto a lo largo de la investigación), la aplicación del tratamiento incorrecto al agua recibida en los hogares (por desconocimiento).

El tratamiento del agua por cloración<sup>100</sup> permite eliminar de forma sencilla y poco costosa la mayor parte de los microbios, las bacterias, los virus y los gérmenes



responsables de enfermedades como la disentería amebiana, las fiebres tifoideas y el cólera. La cloración, desinfecta el agua, pero no la purifica por completo, solo es eficaz en agua clara. Si contiene impurezas visibles a simple vista, es mucho menos eficaz. En tal caso habrá que realizar una corrección preliminar. Si el agua está turbia, conviene filtrarla y decantarla. <sup>101</sup>

### Aspecto 3. Estimación causa-efecto

En el modelo propuesto el aspecto 3, se orientó a la valoración de la incidencia de los contaminantes hídricos en la salud. Las etapas V y VI de la metodología, facilitan su aplicación.

#### Etapa V. Repercusión de potenciales y riesgos de enfermedades hídricas en la salud

La escala para determinar la cuantía de la incidencia del riesgo es:

- Poca: los potenciales o riesgos afectaron la fuente por un período menor de 24 horas y se pueden eliminar no afectando la salud.
- Media: los potenciales o riesgos afectaron la fuente por un período entre 24 horas a 1 mes y los mismos se pueden eliminar afectando la salud de forma temporal.
- Alta: los potenciales o riesgos afectaron la fuente por un período mayor de 1 mes y se pueden modificar, pero no de inmediato.

La explicación para esta propuesta se basa en el tiempo en que, los diferentes productos orgánicos y no orgánicos demoran en afectar el suelo y en degradarse, así como las posibilidades de recuperación de las fuentes contaminantes, que pueden tardar miles de años.

El tiempo de degradación de los residuos varía según las sustancias que los componen y las condiciones del ambiente: humedad, temperatura y acidez. <sup>78</sup> Se

tiene en cuenta también la degradación del suelo, la cual es un proceso por el que la tierra pierde, importantes propiedades por su mala utilización afectando en forma negativa a la biofísica del suelo, así como también a los posibles ecosistemas por formarse.

Las causas de este fenómeno son: movimientos naturales y despejes (sobre todo al momento de talar árboles en gran cantidad), malas prácticas agrícolas, sobrepastoreo y ganadería, riego y sobreexplotación de recursos hídricos.<sup>78, 79</sup>

Los materiales biodegradables son aquellas sustancias y productos que pueden descomponerse en ambientes naturales por la acción de plantas, animales, microorganismos y hongos. La mayor parte de productos que existen en los hogares se fabrican con materiales biodegradables, sin embargo, el tiempo de degradación varía según su composición.<sup>80</sup>

- Tiempo de degradación de residuos orgánicos: 4 semanas.
- Tiempo de degradación del papel y del cartón: 1 año.
- Tiempo de degradación del aluminio: 10 años.
- Tiempo de degradación del plástico: 150 años. Las botellas de plástico pueden tardar en degradarse hasta 1000 años si permanecen enterradas.
- Tiempo de degradación del vidrio: hasta 4000 años.

La mayoría de los residuos inorgánicos se pueden reciclar, siempre y cuando se encuentren libres de materia orgánica.

La cuantía de la incidencia de potenciales (11) y riesgos de enfermedades hídricas (3 grupos) a la salud en Cienfuegos fue alta; por el tiempo de exposición a estos, de las fuentes de abasto y por la aplicación de tratamientos no idóneos al agua de consumo.

La tabla 20 muestra un ejemplo de la forma en que se evaluó la incidencia.

Tabla 20. Ejemplo de evaluación de la incidencia. Aguada de Pasajeros. 2015

/Pozo/	/Potencial/	/Riesgo hídrico/			/Incidencia/		
		/Físico/	/Químico/	/Biológico/	/P/*	/M/**	/A/***
Laberinto Viejo	Desechos orgánicos	Alteración en el sabor y color	Hierro, nitritos, nitratos.	Coliformes, salmonella			X
Antonio Sánchez	Fertilizantes	Alteración en el sabor y color	Hierro, magnesio, calcio	Coliformes, totales			X

Leyenda: \*Poca \*\*Media \*\*\*Alta

Etapa VI. Evaluación de potenciales y riesgos de enfermedades hídricas que inciden en la salud

En el desarrollo de la etapa se aborda la probabilidad, consecuencia y magnitud del riesgo, así como la prioridad con la cual se tratará el problema.

La probabilidad, tuvo dos categorías de evaluación: alta o baja y las mismas estuvieron en dependencia de la evaluación de las categorías precedentes.

De esta forma, existió una alta probabilidad de que el riesgo provoque daños a la salud, cuando la incidencia fue alta, es decir son categorías directamente proporcionales.

Las consecuencias que provocan el riesgo se clasificaron en:

- Las consecuencias leves, son aquellas que se relacionan con afecciones agudas de salud y se corrigen en cortos períodos de tiempo (cuadros diarreicos agudos, intoxicaciones, escabiosis y pediculosis entre otros).
- Las consecuencias moderadas, son aquellas que se corresponden con alteraciones de salud, que van más allá de los tres días, pero no son mayores de una semana (enfermedad disentérica, malaria, faciolasias)

- Las consecuencias graves, son las que están estrechamente vinculadas con la aparición de enfermedades, que requieren tratamiento en la atención secundaria o terciaria de salud y que pueden desencadenar epidemias o pandemias (brotes de dengue, cólera, zika entre otras).

Para evaluar la magnitud de cada riesgo hídrico, se consideraron dos variantes:

- Es aceptable cuando los riesgos existentes se siguen y se revisan, pero no existe posibilidad de tratarse.
- Es tolerable, cuando existen condiciones para tratar ese riesgo, minimizándolo o eliminándolo.

En la totalidad de las fuentes, independientemente del tipo de contaminante las conclusiones fueron similares: la incidencia es alta, la probabilidad es alta, y la consecuencia es severa. Al evaluar la magnitud, se concluyó que era tolerable, ya que existen condiciones para la minimización del riesgo o su eliminación.

Esta evaluación al igual que las precedentes debe ser actualizada periódicamente ante la aparición o eliminación de potenciales y riesgos de enfermedades hídricas que inciden en la salud.

Como último paso en esta etapa se determinó la prioridad que tiene cada peligro y riesgo hídrico para su tratamiento. La propuesta recayó en cuatro grupos de criterios:

- Prioridad I: Cuando la incidencia es alta, la probabilidad es alta, la consecuencia es grave y la magnitud es aceptable o tolerable.
- Prioridad II: Cuando la incidencia es media, la probabilidad es media, la consecuencia es moderada y la magnitud es tolerable.
- Prioridad III: Cuando la incidencia es poca, la probabilidad es poca o media, la consecuencia es moderada y la magnitud es tolerable.

- Prioridad IV: Cuando la incidencia es poca, la probabilidad es baja, la consecuencia es leve y la magnitud es tolerable.

### 3.3 Ordenamiento de acciones de salud para el tratamiento de riesgos de enfermedades hídricas

#### Aspecto 4. Depreciación de consecuencias

El aspecto 4 del modelo, que se articula a la etapa VII de la metodología, acopió el tratamiento propuesto a la situación que presenta el territorio. La corrección se realizó de acuerdo a las siguientes categorías asumidas en la investigación dentro del marco metodológico:

- Limitar: no iniciar actividad que desencadene el riesgo. Debe cumplirse con las medidas preventivas que se proponen, antes de proceder a llevar a cabo acciones que conlleven al suministro a la población de un agua no apta para el consumo.
- Anular: eliminar totalmente el riesgo. Radica en un cambio radical de condiciones en la zona que se detecta el peligro y riesgo hídrico, debiendo implementarse las Áreas de Captación Sanas.
- Modificar: cambiar probabilidad o consecuencia del riesgo. Se implementan medidas que comprenden construcción de escenarios futuros (modelación con series tendenciales).
- Cooperar: vincular riesgos a contratos y financiamiento para su mitigación, eliminación, prevención o reducción. Una de las salidas que se proponen es la vinculación a proyectos ramales

A los efectos de esta memoria escrita, no es posible detallar todas las medidas que se acometen como parte del proceso de corrección de la provincia de Cienfuegos. Como caso ejemplo, por la magnitud de contaminación en Santa

Isabel de las Lajas y el asentamiento poblacional Antonio Sánchez, se confeccionan 2 suplementos de la investigación.

Etapa VII. Corrección de Potenciales y Riesgos de enfermedades hídricas que inciden en la salud

La corrección de potenciales y riesgos de enfermedades hídricas que inciden en la salud, se enmarcó en las categorías Limitar y Cooperar y articulando la metodología "P+L" como vía efectiva y ambientalmente sana.

Para que el agua tenga calidad, es preciso, protegerla de las distintas fuentes de contaminación hasta el momento de consumirla. Cualquier medida tendiente a prevenir la contaminación, es más económica y eficaz que todos los medios que, se emplean para recuperar la calidad. Uno de las vías para mantener la calidad natural de las fuentes de agua, es adoptar una política proactiva de protección de las captaciones.

En relación con este aspecto se describe a continuación, como quedaron delimitadas las áreas de captación sanas en Cienfuegos y las principales recomendaciones.

El área A (a la salida del grifo o tubería), mostró sus límites en términos de distancia respecto a la captación y comprendió el área desde donde se sale el agua por la tubería hasta que cae en el recipiente que constituye el destino final. Este espacio tiene que estar desprovisto de los elementos contaminantes como cinta adhesiva, heces, contacto con el suelo o cerca de fuente de calor.

La protección referida es especialmente apropiada para prevenir la recontaminación microbiológica. Puede ser tan extensa como lo disponga el consumidor, pero no debe estar más allá de los límites, propuestos, si se pretende evitar la contaminación sobreañadida. Se consideró dañino y no admisible en esta

área: no higienizar la apertura por donde sale el agua; ingerir del agua directa del grifo o tubería; colocar cinta adhesiva en grifos o tuberías por donde se recibe el agua; propiciar el contacto del orificio externo de grifos o tuberías con heces, aguas residuales abonos o cualquier componente químico o extender cada área más allá de los límites propuestos. En el área de salida del agua de existir grietas o zonas oxidadas, se orientó sanear las mismas de inmediato.

El área B, tiene sus límites entre área A y la C, su finalidad es proteger al agua del aumento de la concentración de los elementos químicos, permitiendo la evaluación de riesgos factores causales. En esta área son muy importantes las condiciones de corrección que, se le da al agua antes de su consumo (incluye almacenamiento).

En esta área no se puede permitir: el almacenamiento abierto del agua, los tratamientos químicos al agua, fuera de norma (más de tres gotas de hipoclorito de sodio al 1%, empleo de alúmina, hervir el agua antes de consumirla sin conocer existencia de elemento contaminante y cuantía del mismo) y el almacenamiento en recipientes que, anteriormente fueron reservas de petróleo o de otros productos tóxicos.

El área C, se extiende desde los límites del área de corrección hasta el consumo. Con la delimitación de esta área se pretende garantizar una ingestión sana del recurso, protegiéndola de agentes físicos. Se consideró no admisible en esta Área: servir el agua para consumirla en vasijas calientes o sucias; emplear vasijas metálicas o plásticas para beber el agua; agregar sal al agua por encima de 5 mg por litro de agua o consumir el agua caliente.

Al procesar los datos por el programa Protzon.exe se muestra que, el Área A quedó delimitada para todos los usuarios de 15 mm a 25 mm. En el caso del Área

B se evaluaron con un factor de seguridad común para todas las fuentes de 4,70 centímetros y un error de cálculo de 2,00 %, a partir del área de donde se capta hasta que se almacena. En relación con el Área C, se estableció su límite máximo a los 5 mm del área de consumo.

Se ajustan distancias recogiendo muestras, dentro de valores que ofrece la herramienta empleada, y se respaldan por análisis físico-químicos del agua. El agua no debe permanecer por más de 6 horas en el Área B y C, ni expuesta al medio ambiente. Debe conservarse en frascos de cristal color ámbar.

También dentro de la etapa VII y la categoría limitar se enmarcaron los modelos de pronósticos mediante el análisis de series tendenciales en el tiempo, para enfermedades hídricas de mayor incidencia en la provincia (anexo 9). La modelación, reflejó una tendencia al incremento de enfermedades como la metahemoglobinemia, específicamente en el municipio de Santa Isabel de las Lajas. Se ilustró solo un resumen estadístico del total de casos en la provincia durante el período 1991-2019 (figura 10 y 11), por no cumplirse supuestos.

#### Análisis de la serie temporal de total de casos con metahemoglobinemia

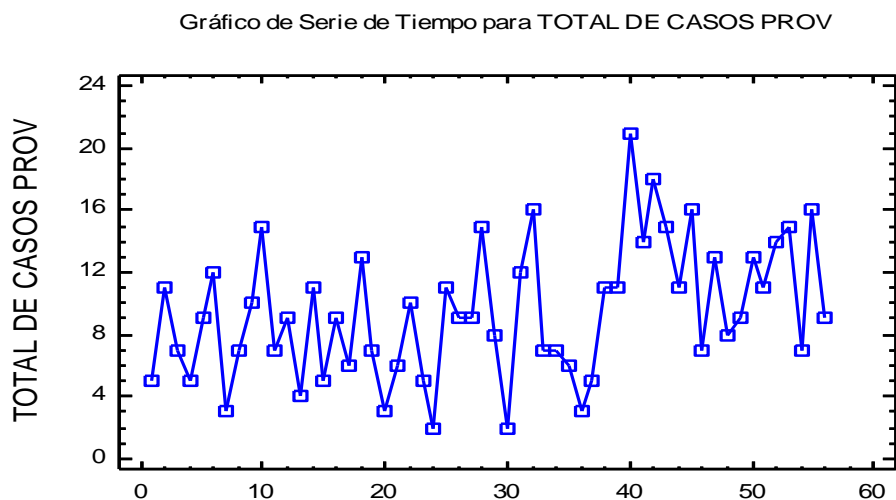


Figura 10. Prospectiva de las metahemoglobinemia. Provincia Cienfuegos



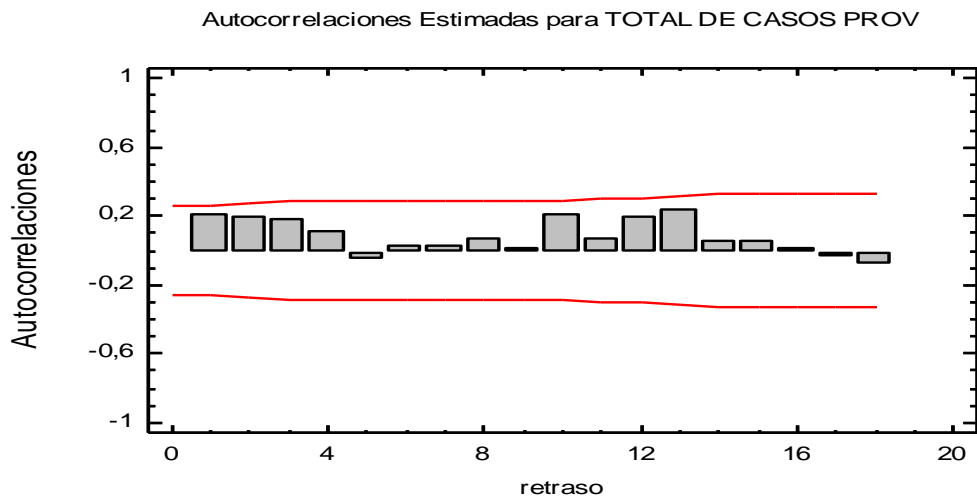


Figura 11. Auto correlaciones de metahemoglobinemia. Provincia Cienfuegos

En relación con las enfermedades diarreicas en todos los municipios existe una tendencia al incremento progresivo con excepción del municipio de Aguada de Pasajeros (figuras 12 y 13).

En este lugar a pesar de la estabilización del pronóstico, se hace necesario prestar atención al límite superior del intervalo de pronóstico, el cual sobrepasa (17365) el valor real del año 2019 (14532). El hallazgo indica que, de igual forma se incrementarán los números de casos al transcurrir el primer quinquenio de mayor confiabilidad.

#### Modelos de pronóstico de enfermedades diarreicas. Aguada de Pasajeros

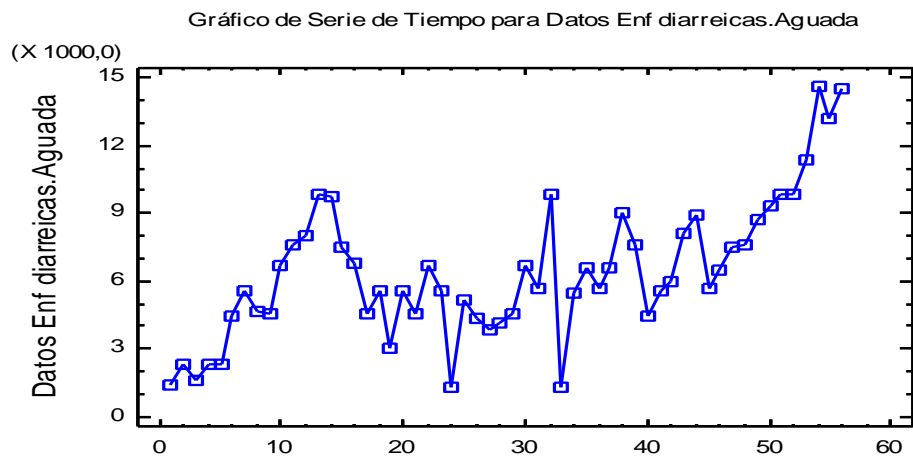


Figura 12. Prospectiva de las enfermedades diarreicas. Aguada de Pasajeros

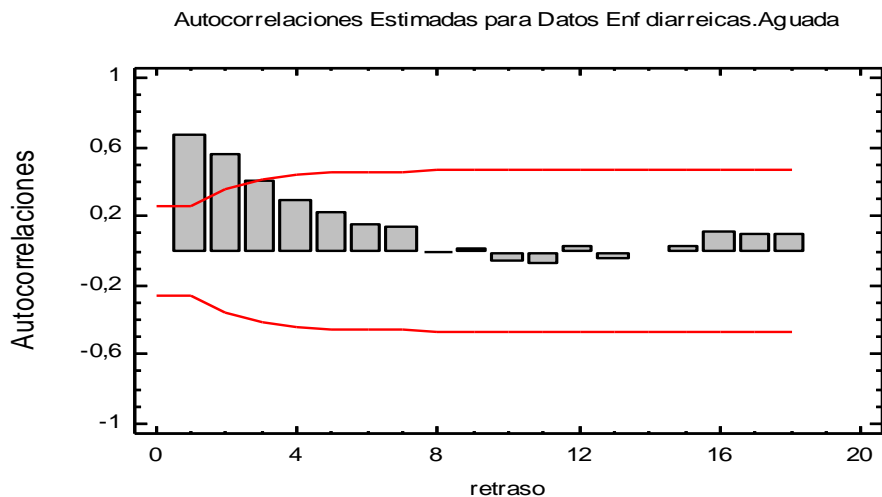


Figura 13. Estimación de autocorrelaciones de las enfermedades diarreicas.

#### Aguada de Pasajeros

La figura 14 muestra el comportamiento en el tiempo de esta enfermedad, en el caso de que se mantengan sin tratar los riesgos que se identifican.

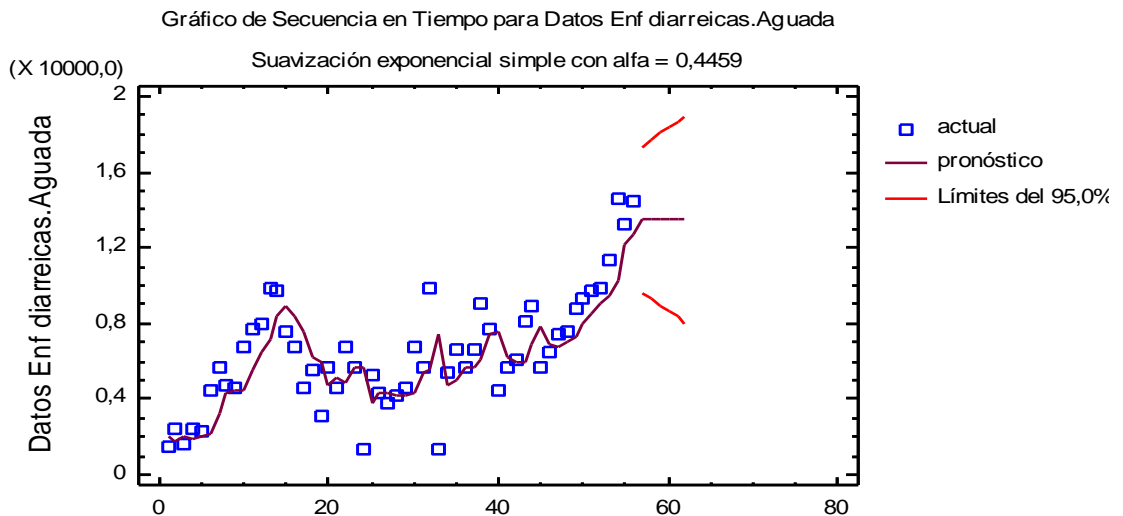


Figura 14. Secuencia de las enfermedades diarreicas. Aguada de Pasajeros

Es el municipio de Cienfuegos (figura 15 y 16) en el caso de las enfermedades diarreicas, el que mayor incidencia muestra en relación con el aumento del número de casos. La causa fundamental está dada por la ruptura sistemática de la conductora, así como el deterioro del sistema de abasto, que provoca

movimientos de tierra y disposición de residuales sólidos cercanos al trayecto del abasto.

### Modelos de pronóstico de enfermedades diarreicas. Municipio Cienfuegos

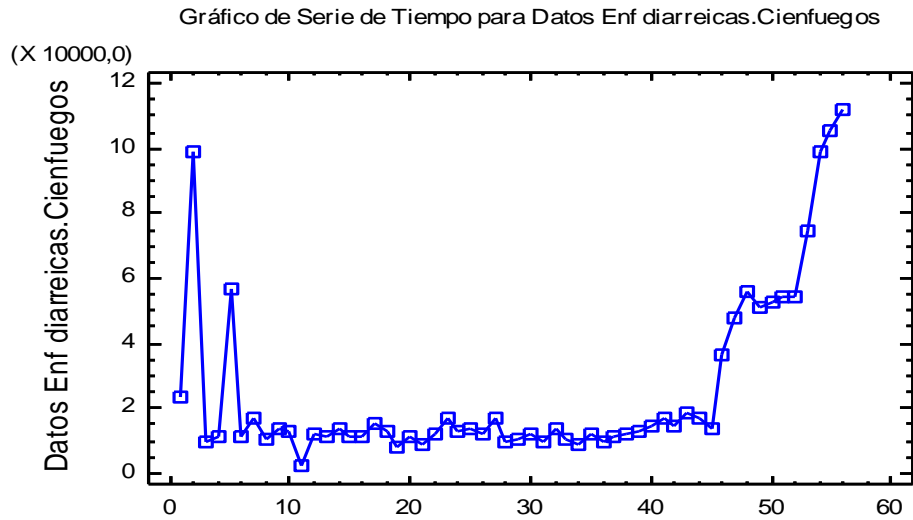


Figura 15 Prospectiva de las enfermedades diarreicas. Cienfuegos

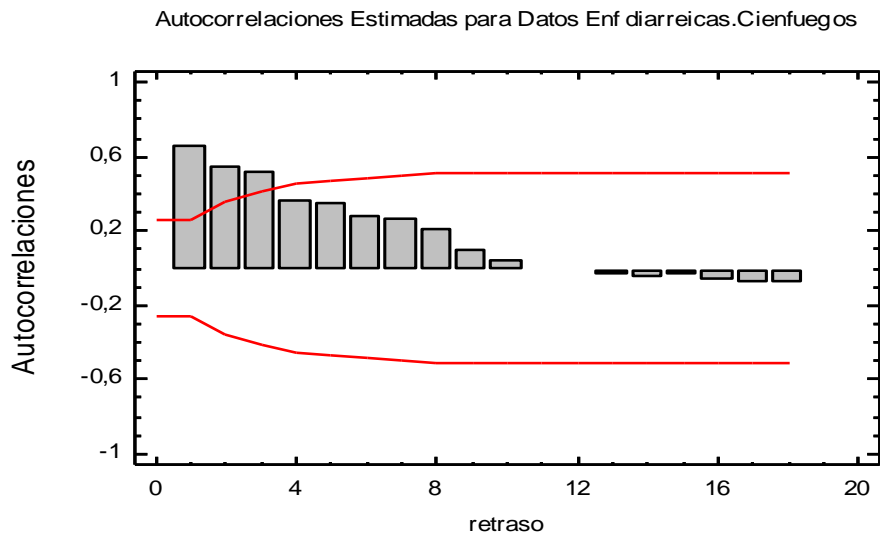


Figura 16. Autocorrelaciones de las enfermedades diarreicas. Cienfuegos

La secuencia temporal de las enfermedades diarreicas en Cienfuegos quedó ilustrada en la figura 17.

Durante periodos de 20 años, el comportamiento crece de forma gradual, lo cual coincide con el tiempo que históricamente demoran en deteriorarse los arreglos

temporales que, se realizan a la infraestructura, posterior a lo que se observa un incremento que mayor a la media anterior calculada.

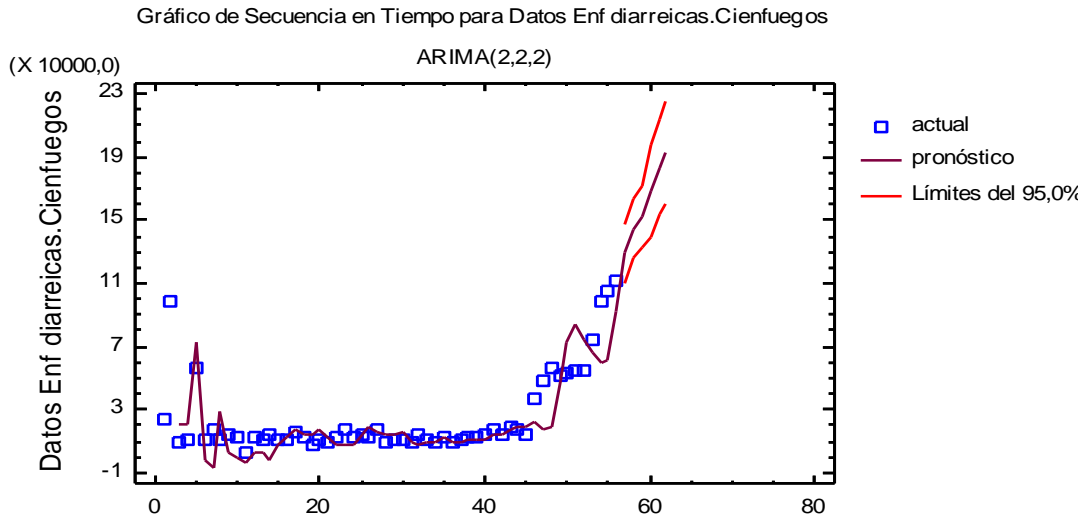


Figura 17. Secuencia temporal de las enfermedades diarreas. Cienfuegos

En el caso del municipio de Palmira no se obtuvo un buen ajuste de los datos, pero se apreció de igual forma un incremento de la morbilidad por esta causa (figuras 18 y 19). El pastoreo de animales cercano a las fuentes de abasto, es la causa de esta incidencia que, con mayor frecuencia se constató al aplicar la guía de observación participante y las encuestas.

#### Modelos de pronóstico de enfermedades diarreas. Municipio Palmira

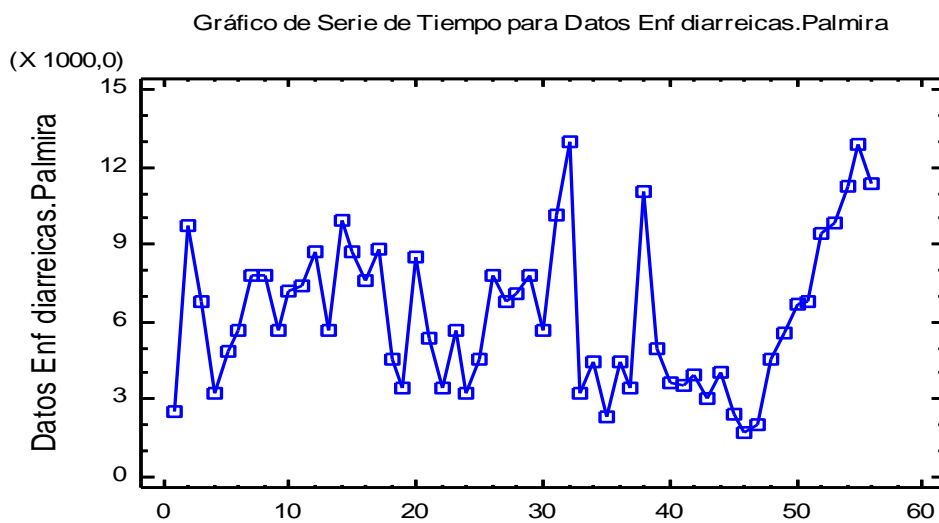


Figura 18. Prospectiva de las enfermedades diarreas. Palmira

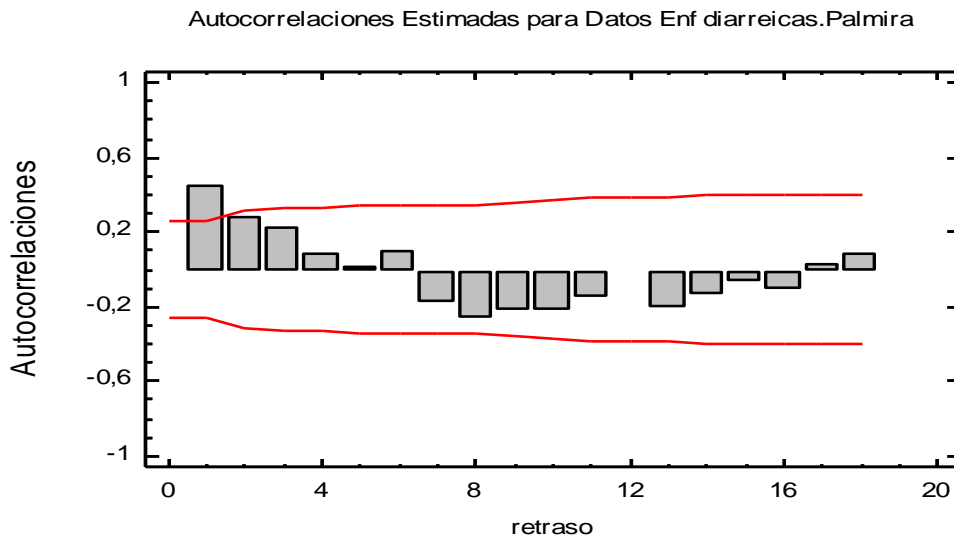


Figura 19. Auto correlaciones de las enfermedades diarreicas. Palmira

En el municipio de Cumanayagua, se visualiza un aumento en la curva de incidencia de las enfermedades diarreicas cada 30 años, lo cual se debe al mantenimiento que se planifica para la conductora en este período. Este municipio recibe agua de la Habanilla (Villa Clara), situación que propicia que, los problemas relativos a calidad se minimicen. Se identificaron cuatro pozos con la presencia mantenida de contaminantes afines

- Crespo: en esta fuente hay afectaciones por coliformes totales y termotolerantes. El agua es bicarbonatada cálcica.
- La Parra: la afectación en esta fuente es por coliformes termotolerantes. El agua es bicarbonatada cálcica.
- Las Moscas: esta fuente presenta alteraciones con los coliformes totales y termotolerantes. El agua es bicarbonatada cálcica
- Vega Vieja: esta fuente está afectada por los coliformes totales. El agua es bicarbonatada cálcica.

La figura 20 muestra la prospectiva de las enfermedades diarreicas en el municipio de Cumanayagua.

## Modelos de pronóstico de enfermedades diarreicas. Municipio Cumanayagua

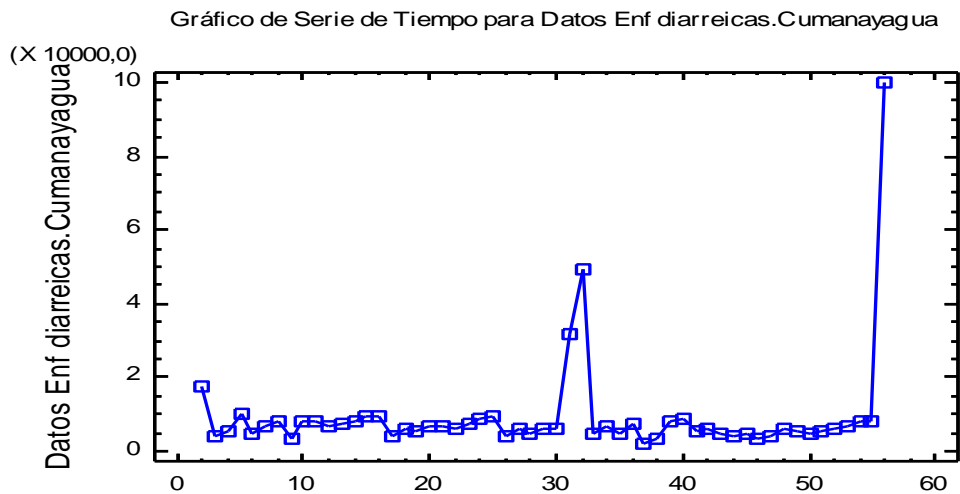


Figura 20. Prospectiva de enfermedades diarreicas. Cumanayagua

En el municipio de Cruces, el número de casos se mantiene alto y estable con pequeños descensos en períodos de sequía.

No existen en la zona pozos de monitoreo, los estudios de calidad de agua son dispersos y por solicitud, existiendo una alta contaminación por Coliformes (de 300 a 450 col/ml de agua).

El 12% de los pobladores recibe el agua de la presa Avilés (Abreu) y el resto se abastece de pozos particulares (figura 21).

No cuenta este municipio con alcantarillado por lo que, el acúmulo de la mezcla de aguas albañales, pluviales y las de consumo, propician la generación y propagación de enfermedades. Solo se pudo mejorar el abasto con una potabilizadora.

## Modelos de pronóstico de enfermedades diarreicas. Municipio Cruces

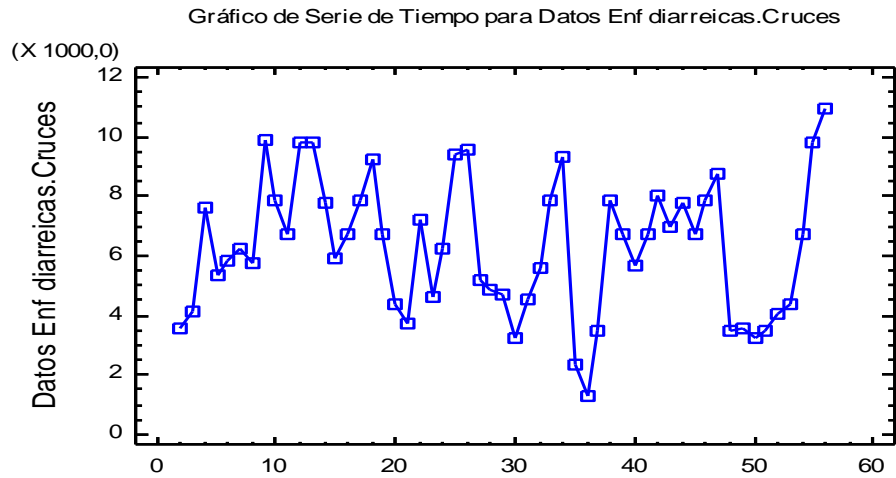


Figura 21. Prospectiva de enfermedades diarreicas. Cruces

Para la modelación del cáncer de vías digestivas, se discriminaron los casos con causales hipotéticos que inciden en la aparición de la enfermedad. Los municipios de Aguada de Pasajeros y Rodas (figura 22 y 23), mostraron un significativo incremento de la enfermedad.

## Modelos de pronóstico del cáncer de vías digestivas. Aguada de Pasajeros

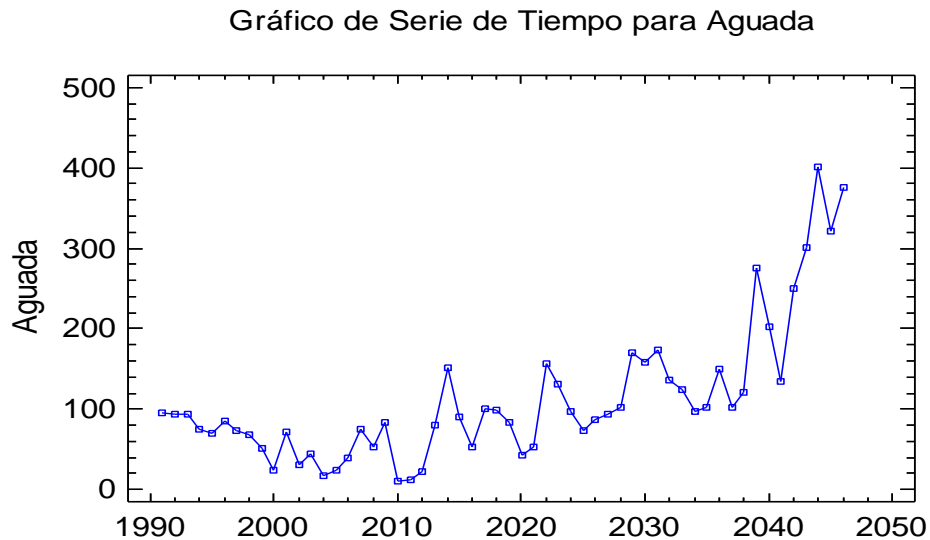


Figura 22. Prospectiva del cáncer de vías digestivas. Aguada de Pasajeros

## Modelos de pronóstico del cáncer de vías digestivas. Municipio Rodas

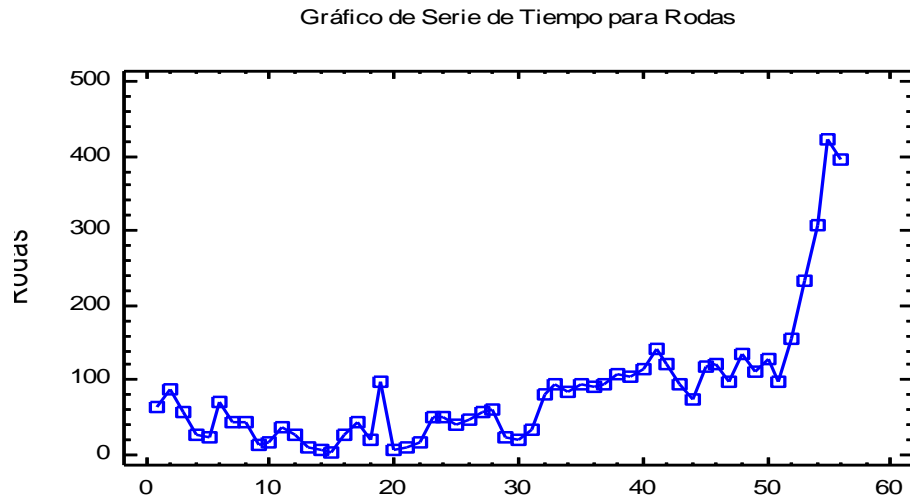


Figura 23. Prospectiva del cáncer de vías digestivas. Rodas

Palmira y Cienfuegos evidenciaron de igual forma, una tendencia al incremento en relación con el cáncer de vías digestivas, por las causas explicadas (cáncer hepático). Las estadísticas mostraron que el 60% de los casos coincidieron con antecedentes de diarreas crónicas, en lugares donde los coliformes persisten desde hace más de 30 años (figura 24 y 25).

## Modelos de pronóstico del cáncer de vías digestivas. Municipio Palmira

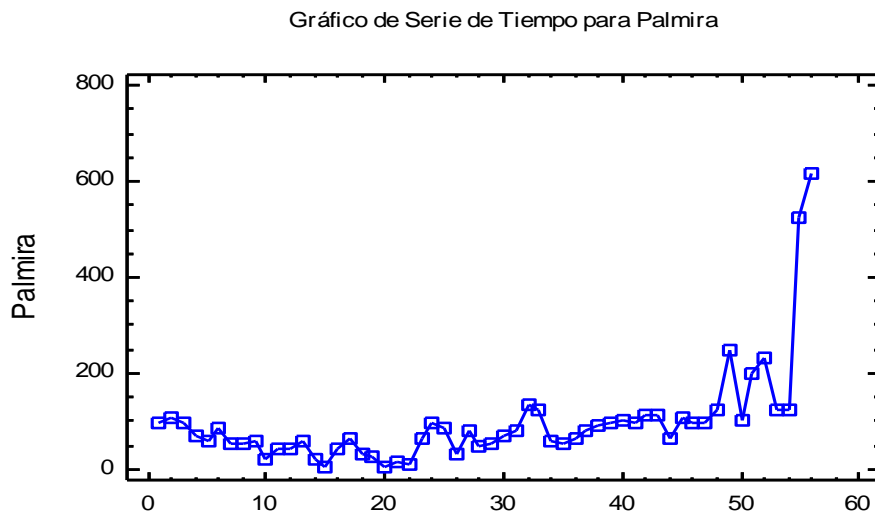


Figura 24. Prospectiva del cáncer de vías digestivas. Palmira



## Modelos de pronóstico del cáncer de vías digestivas. Municipio Cienfuegos

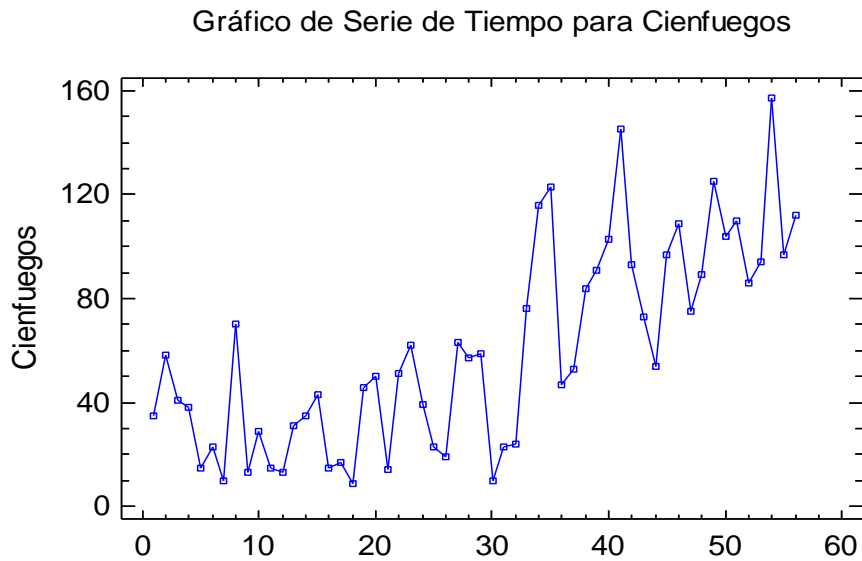


Figura 25. Prospectiva del cáncer de vías digestivas. Cienfuegos

Los datos muestran variabilidad entre estos municipios respecto a la cantidad de casos promedio, lo cual se condiciona por la diversificación del clima, los tipos de suelos y la cantidad de precipitaciones. La mayor incidencia de contaminantes recayó en coliformes totales y termotolerantes.

Los sectores más sensibles a enfermedades hídricas (figura 26) en Cienfuegos, fueron los niños (19,7%), los ancianos (8,3%) y las embarazadas (0,14%).

Enfermedades de transmisión hídrica.  
Sectores más sensibles

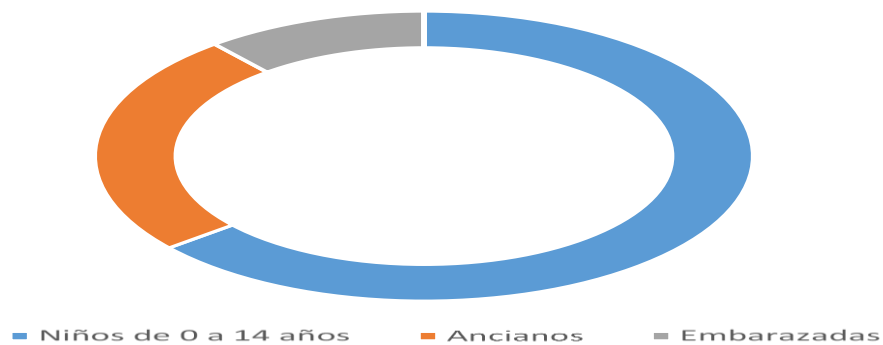


Figura 26. Porcentaje de sectores más sensibles a enfermedades hídricas

La categoría cooperar se hizo corresponder con un proyecto en marcha con Ministerio de Colaboración Extranjera (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo y Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) y la inclusión del estudio como arista de la “Tarea Vida”,<sup>23</sup> coordinada gubernamentalmente por el CITMA.

Para la identificación y evaluación de potenciales y corrección de riesgos de enfermedades hídricas, en la zona donde se encuentra ubicada la fuente de abasto, se emplea un registro.

La suscripción del mismo, se complementa con las encuestas (anexo10), aspectos resultantes de la aplicación de las guías de observación, listas de chequeo e informes del laboratorio del ENAST.

#### Aspecto 5. Rectificación de factores persistentes

En aquellos lugares, donde los potenciales o riesgos de enfermedades hídricas que inciden en la salud del territorio, no pueden minimizarse dentro del año que se aplica el modelo, se tramitan el año próximo. Al proceso descrito, se le llama rectificación de factores persistente y se vincula con la etapa VIII de la metodología.

#### Etapa VIII: Proceso de reevaluación

Para cada peligro o riesgo que requiere el proceso de reevaluación, se propone que se instrumente un análisis de sensibilidad (autora), para conocer cuáles son los aspectos que requieren mayor monitoreo, dada su capacidad de incidir en los otros, así como también para que facilite el recalcule de la probabilidad de ocurrencia de situaciones similares.

La investigación autenticó mediante el respaldo de diferentes disciplinas que tributan a las Ciencias de la Salud, los aspectos que se acotan en las bibliografías consultadas.

Mediante enfoques de nuevo tipo (el anexo 11), para la gestión de riesgos de enfermedades hídricas se contribuye a la mejora del estado de salud de la población en Cienfuegos.

### 3.4 La institucionalización y gestión del conocimiento en la investigación

Como vía para la generalización, se trabajó sobre la base del proceso de institucionalización del estudio.<sup>101</sup>

El mismo implicó un cambio cultural en la forma de dirección, de cada área de salud de la provincia de Cienfuegos (colaboración entre organismos, vínculo universidad-empresa) así como también se aprovechó la disposición de recursos existentes y con poco empleo (consejos de dirección, visitas a las familias).

El cambio descrito, incluyó la forma en que se van a ir adoptando las mejores prácticas de salud en los ocho municipios (anexo 12), con la incorporación al módulo de Medicina General Integral en el sexto año de la carrera de medicina, consultas especializadas por municipios o centralizada provincial.

Los órganos de dirección de salud pública, actuaron a favor de monitorear y vigilar el comportamiento de la aplicación del modelo en la atención primaria de salud, de la forma en que se describió en el capítulo 2 y 3.

La institucionalización también implicó el tener una estructura de dirección a nivel de cada área de salud consolidada que propicia el entendimiento a través del desarrollo de los niveles de la organización.

El proceso incluyó la sensibilización de estudiantes que participaron en el estudio y vecinos de la comunidad.

Cada consultorio médico de la familia orientó a los educandos en relación con la forma de aplicar las encuestas y llenar el registro del modelo.

La relación entre los 3 niveles de atención de salud en Cienfuegos, se volvió armónica y le brindó valor a la investigación. La dirección de cada área de salud fue la encargada de verificar que las actividades diarias que se programaron, se instrumentaran sin dificultad.

El grado de participación de los consejos populares en la estrategia final contribuyó a que se alinearan los diferentes actores de las comunidades.

La institucionalización tomó tiempo y requirió esfuerzo <sup>101</sup> por lo tanto, fue importante entender los cambios que se propusieron a los miembros de la comunidad.

Un factor decisivo al instrumentarse este aspecto, se hizo corresponder con la adecuación de la estrategia que se propone, sobre la base de las particularidades de los diferentes escenarios de aplicación del modelo.

El haber definido los indicadores que sustentan la investigación, contribuyó a la solidez del proceso. Cada dimensión acometida permitió no solo definir el sentido de pertenencia en cada etapa sino también elevar la percepción del riesgo que se pesquisó.

En la figura 33 se muestra del proceso de institucionalización que, se lleva a cabo del modelo que se crea.

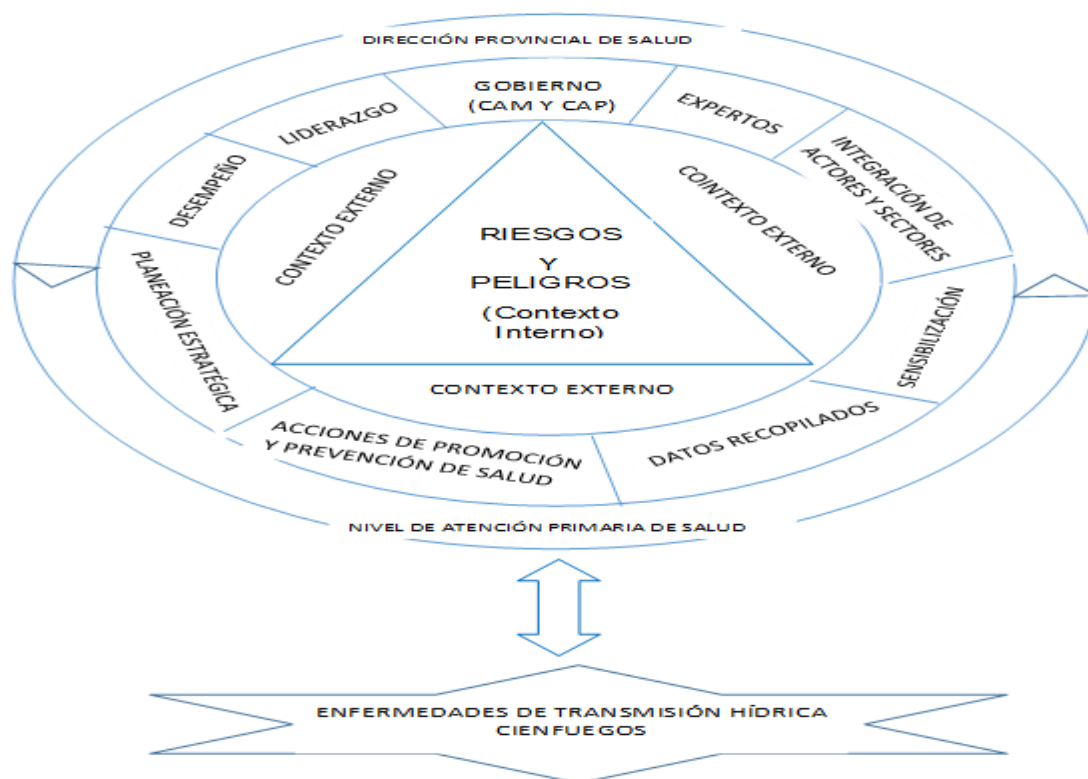


Figura 33. Representación gráfica del proceso de institucionalización

Un aspecto muy importante fue la gestión de la información. El proceso permitió obtener ventajas competitivas entre el MINSAP y otros actores (consejos de administración).

La creciente complejidad del proceso de toma de decisiones que se fue presentando en la medida que se interactuó con la comunidad, la presión en la demanda de respuestas urgentes a problemas complejos y la especialización de la demanda de las personas creó, una situación sin precedentes. Esta realidad reforzó la importancia del modelo en, la mejora del estado de salud de la población en Cienfuegos.

En todo momento se supeditan los determinantes sociales de salud, no solo para la evaluación del contexto sino también para las propuestas de mejora.

La gestión del conocimiento a los decisores y especialistas como componente transversal y requerimiento de la mejora, se ilustra en la figura 34.

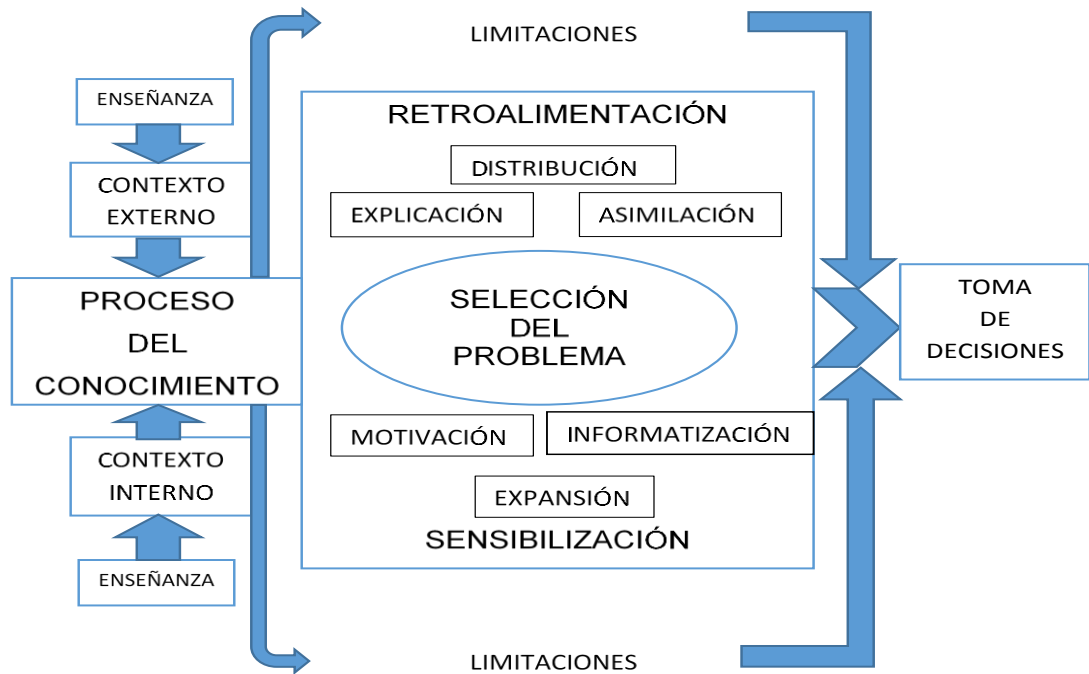


Figura 34. Gestión del conocimiento en la investigación

Los investigadores que participaron de estudio, trabajaron en pos de lograr una mayor eficiencia en los procesos de gestión del conocimiento. De esta forma se hizo posible, materializar las ideas en forma tangible (procedimientos químico-analíticos), <sup>102,103 y 104</sup> en relación con la elevación de la percepción de riesgos hídricos y en plazos cada vez más inmediatos.

Con el proceder se asegura en paralelo el futuro de la calidad de vida de la población, en función de la dinámica de los escenarios y del propio desarrollo científico-técnico.

El sector de la salud pública en Cienfuegos, merita por sus condiciones y prestación de servicios, contar con conocimientos sólidos, en materia de calidad de agua que, se adecuen a las necesidades individuales y que permita el

accionar, para minimizar o eliminar riesgos hídricos, contribuyendo así a la mejora del estado de salud de la población.

La gestión del conocimiento anclada a la institucionalización en estudios similares, se propone como punto de partida de la propia gestión de riesgos afines.

Este proceso está regulado por mecanismos internos y externos que, de no estar en total equilibrio, tributan en desempeños negativos pues, solo tratan la consecuencia y no la etiología de la contaminación del agua de consumo.

Mediante la modificación de escenarios actuales, en relación con la calidad de agua de consumo (que incluyen carencias que tiene hoy el sistema de salud pública cubano), se propone una herramienta (modelo) con una óptica personalizada, que se traduce en la mejora de la atención primaria de salud con un enfoque integral.

### CONCLUSIONES PARCIALES CAPÍTULO 3

El modelo propuesto con enfoque de producción más limpia, simplifica la gestión integral de riesgos hídricos sobre la base de la concepción biopsicosocial del individuo.

Se definen a través de la metodología diseñada los indicadores que, se estiman en la evaluación integral del proceso de gestión de riesgos de enfermedades de transmisión hídrica y factores que atentan contra la calidad del agua en Cienfuegos.

El diseño de las áreas de captación sanas, evita agravar la contaminación del agua de consumo, después que esta llega a los hogares por mala manipulación o incorrecta aplicación de tratamientos.

El procedimiento para determinar nitrato en plasma humano permite establecer correlación entre elemento contaminante, causal hipotético y enfermedad afín.



## CONCLUSIONES GENERALES

La creación de un modelo para la gestión de riesgos hídricos, se presentó como un sistema de alerta de enfermedades afines, que se fundamenta a nivel teórico y en función del mejoramiento de la situación de salud en la provincia de Cienfuegos.

La categorización de los 11 potenciales y 3 grupos de riesgos (como herramienta metodológica), contribuyó a establecer un orden de prioridad en el tratamiento de cada consecuencia definida, mediante la instrumentación de acciones lo que, concedió al modelo el valor esperado, en relación con el aumento de la percepción de riesgos de enfermedades hídricas.

El registro de aplicación del modelo propuesto, facilita el proceso de gestión que se llevó a cabo durante el estudio que se implementa.

La distribución espacial de los análisis de la calidad de agua y el análisis de series tendenciales, complementan la creación de un modelo, sobre la base de los determinantes sociales de salud en la provincia de Cienfuegos.

La validación por expertos y por escenarios de aplicación, permitió conocer el grado de contaminación del agua de consumo, contrastar morbilidad real y esperada de enfermedades hídricas, así como contribuyó a la toma de decisiones en el territorio.

## RECOMENDACIONES

- Presentar al INRH y al MINSAP la propuesta de implementación del estudio, en todas las provincias del país.
- Proponer al MINSAP la incorporación del registro con instructivo del modelo, en los análisis de la situación de salud de cada municipio de Cienfuegos.
- Socializar resultados del estudio en espacios científico técnicos disponibles en el territorio, con el objetivo de ampliar salidas como proyectos de colaboración o para generalizar su implementación a otros territorios.
- Implementar de forma práctica los aspectos que conforman la patente, en comunidades donde se demostró la incidencia de riesgos hídricos en la salud humana.
- Tramitar como patente el artículo referenciado en relación con tratamiento de consecuencias a la salud por alteraciones en contaminación del agua de consumo, mediante un proceder económico y no radioactivo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bendones JL. Manual de Medicina Naturista. Barcelona: Océano Ámbar; 2008.
2. Bernard C. Definición de la vida. Las teorías antiguas y la ciencia moderna. Rev. Cubana Salud Pública [Internet]. 2015 [citado 9 jun 2021]; 41 (2): [aprox. 44 p.]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rcsp/v41n2/spu14215.pdf>.
3. Fundación Aquae. Uso del agua en el mundo [Internet]. Francia: FAO; 2016 [citado 23 feb 2019]. Disponible en: <https://www.fundacionaquae.org/uso-del-agua-en-el-mundo>.
4. Niño W, Olaya E. Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; 2013.
5. Ponce Alfonso X. La política del agua en España. Formación e incentivos de su uso eficiente [Tesis Doctorado]. Galicia: Rovira I Virgili; 2007.
6. Cusidó C, Divo E, González H, Góngora R. El índice de escasez de agua ¿Un indicador de crisis o una alerta para orientar la gestión del recurso hídrico? VH. 2011; 2(5): 103-111.
7. Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua potable Recomendaciones [Internet]. Suiza: OMS; 2008 [citado 2 oct 2019]. Disponible en: [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/](https://www.who.int/water_sanitation_health/).
8. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Evolución de la pobreza monetaria 2007-2017 [Internet]. Lima: INEI; 2017 [citado 11 may 2019]. Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/cifras\\_de\\_pobreza/pobreza2016.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/cifras_de_pobreza/pobreza2016.pdf).
9. World Health Organization, UNICEF. A practical guide for improving quality of care through water, sanitation and hygiene in health care facilities. WASH FIT. 2019; 1(1): 1-92.

10. Mora D. Importancia de las coberturas con agua para el consumo humano, disposición de excretas y alfabetismo sobre los indicadores de salud en América Latina y el Caribe [Tesis Doctorado]. Costa Rica: Instituto costarricense de Acueducto y Alcantarillado; 2000.
11. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Asamblea General de Naciones Unidas. Resolución 65/154. Año Internacional de la Cooperación en la Esfera del agua. 11 de febrero de 2011 [Internet]. New York: UNESCO; 2013. [citado 2 oct 2019]. Disponible en: <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/RES/65/154>.
12. Organización Mundial de la Salud. Día Mundial del agua 2005. Celebración del Decenio Internacional para la acción «El agua, fuente de vida» 2005-2015. New York: ONU; 2015. [citado 11 may 2019]. Disponible en: <http://www.un.org/waterforlifedecade>.
13. Rose JB, Masago Y. A toast to our health: our journey toward safe water. *Water Supply* 2007; 7 (1):41-8.
14. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Asamblea General de Naciones Unidas. Resolución 66/288. El futuro que queremos. 11 de septiembre de 2012. Resolución A/RES/66/288 [Internet]. New York: ONU; 2013. [citado 11 may 2019]. Disponible en: <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/RES/66/288>.
15. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Cooperación en Materia de Agua [Internet]. New York: ONU; 2013. [citado 11 may 2019]. Disponible en: [http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water\\_cooperation.shtml](http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_cooperation.shtml).

16. Hartley R. Aplicación de un análisis de múltiples criterios en gestión hídrica local. Rev. Iberoamer. Econ. Ecol. [Internet]. 2010 [citado 11 may 2019]; 2(14): [aprox. 54 p.]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/13292423.pdf>
17. Organización Mundial de la Salud. Informe 2015 del PCM sobre el acceso a agua potable y saneamiento: datos esenciales [Internet]. Geneva: OMS; 2019 [citado 11 may 2019]. Disponible en: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/monitoring/jmp-2015-key-facts/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmp-2015-key-facts/es/).
18. World Health Organization, United Nations Children's Fund (UNICEF). Progress on drinking water, sanitation and hygiene [Internet]. Geneva: WHO; 2017 [citado el 11 de may de 2019]. Disponible en: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/258617/9789241512893-eng.pdf>.
19. Levy K, Smith SM, Carlton EJ. Climate change impacts on waterborne diseases: moving toward designing interventions. Curr Environ Health Rep. 2019; 5(2):272-82.
20. PNUD. Objetivos de desarrollo del milenio. Avances en la sostenibilidad ambiental del desarrollo en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: CEPAL; 2010.
21. García J, Gutiérrez JB. La Gestión de cuencas hidrográficas en Cuba. La Habana: Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos; 2016.
22. Cuba. Asamblea Nacional del Poder Popular. Ley No. 124 de aguas terrestres de Cuba. GO. 2017; Extraordinaria del 16 de noviembre (51): 1-64. [citado 11 may 2019]. Disponible en: <http://www.gacetaoficial.cu/>.
23. Vera M. Tarea Vida. Un tema que no admite espera en la carrera Licenciatura en Educación Mecanización [Tesis Maestría]. La Habana: Universidad de Ciencias Pedagógicas "Enrique José Varona"; 2019.

24. García JM, Gutiérrez JB. Conceptos básicos de calidad del agua. La Habana: Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos; 2015.
25. Partido Comunista de Cuba. Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución. VI Congreso del Partido Comunista de Cuba. GO. 2011. La Habana: PCC; 2011.
26. Betancourt C. Procedimiento para el análisis de la calidad del agua en algunos embalses de la provincia de Cienfuegos, Cuba. [Tesis Doctorado]. España: Universidad de Alicante; 2010.
27. García BC. Plan de acción para contrarrestar efectos a la salud derivados de la contaminación hídrica por hierro en Antonio Sánchez [Tesis Maestría]. Cienfuegos: Universidad “Carlos Rafael Rodríguez”; 2015.
28. Guzmán MG, Halstead SB, Artsob H, Buchy P, Farrar J, Gubler, DJ. Dengue: a continuing global threat. Nat Rev Microbiol. [Internet] 2010 [citado 11 may 2019]; 8 (12 Suppl): [aprox. 38 p.]. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/nrmicro2460>.
29. Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud. Últimos adelantos técnicos en la prevención y el control del dengue en la Región de las Américas. Informe de reunión (28-29 de mayo del 2014, Washington, DC) [Internet]. Washington, DC: PAHO; 2014 [citado el 11 de may de 2019]. Disponible en: <http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/31294>.
- 30 Kikuti M, Cunha GM, Paploski IAD, Kasper AM, Silva MMO, Tavares AS. Spatial distribution of dengue in a brazilian urban slum setting: role of socioeconomic gradient in disease risk. Plos Negl Trop Dis. 2015 jul; 9(7): e0003937. DOI: 10.1371/journal.pntd.000393.

31. Codeço CT, Luz PM, Struji al cuadradoner CJ. Risk assessment of yellow fever urbanization in Rio de Janeiro, Brazil. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2004; 98(12):702-10.
32. Mata M, Cabrera EN. Las decisiones de inversión y su incidencia en el desarrollo sostenible de la agricultura en el territorio de Cienfuegos. Caso de estudio Sistema de tratamiento de residuales porcinos. [Tesis Doctorado]. Cienfuegos: Universidad "Carlos Rafael Rodríguez"; 2010.
33. NC 1021:2014. Vertimiento de Aguas Residuales a las Aguas Terrestres y al Alcantarillado. La Habana: ONN; 2014.
34. Van Klee E, Bambrick H, Hales S. The geographic distribution of dengue fever and the potential influence of global climate change. *TropIKA.net* [Internet]. 2010 [citado 11 may 2019]; 2(1): [aprox. 53 p.]. Disponible en: [http://journal.tropika.net/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S207886062010005000001](http://journal.tropika.net/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S207886062010005000001).
35. Arnaud A, Chosidow O, Détrez MA, Bitar D, Huber F, Foulet F. Prevalences of scabies and pediculosis corporis among homeless people in the Paris region: results from two randomized cross-sectional surveys (HYTPEAC study). *Br J Dermatol.* [Internet] 2016 [citado 2 oct 2019]; 174(1): aprox. 25 p.]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/bjd.14226>
36. Riabi HR, Atarodi A. Epidemiological and Clinical Study of Infested Cases with *Pediculus capitis* and *P. corporis* in Khorasan-e-Razavi. Iran. *J. Parasitol.* [Internet]. 2012 [citado 12 oct 2019]; 7(1): [aprox. 18 p.]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3488826/pdf/IJPA-7-085.pdf>.
37. Gutiérrez EL, Galarza C, Ramos W, Tello M. Skin diseases in the Peruvian Amazonia. *Int J Dermatol.* [Internet]. 2010 [citado 12 oct 2019]; 49(7): [aprox. 19

p.]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1365-4632.2010.04473.x>.

38. Forshey BM, Stewart A, Morrison AC, Gálvez H, Rocha C, Astete H, et al. Epidemiology of spotted fever group and typhus group rickettsial infection in the Amazon basin of Peru. *Am J Trop Med H.*[internet]. 2010 [citado 12 oct 2019]; 82(4): [aprox. 20 p.]. Disponible en: <https://www.ajtmh.org/view/journals/tpmd/82/4/article-p683.xml>.

39. Organización Mundial de la Salud. Legionelosis [Internet]. Geneva: OMS; 2019 [citado 11 mayo 2019]. Disponible en: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/legionellosis>.

40. Comisión Nacional del agua. El día mundial del agua. PSA [Internet]. 2013 [citado 4 nov 2019]; 1(1): [aprox. 13 p.]. Disponible en: <https://www.gob.mx/conagua/es/articulos/el-dia-mundial-del-agua?idiom=es>.

41. Blatny JM, Fossum H, Ho J, Tutkun M, Skogan G, Andreassen O. Dispersion of Legionella-containing aerosols from a biological treatment plant, Norway. *Front Biosci (Elite Ed)*. 2011; 1(3):1300-9.

42. Forde M. Aspectos importantes relacionados con la calidad de agua. Agua salud. En: Vammer K, Vaux H. Calidad del agua en las Américas. Riesgos y oportunidades. México: IANASS; 2019.p. 1-661.

43. Ciudad E. Enfermedades transmitidas por el agua. Madrid: EDUCAGUA; 2015.

44. Anchundia-Reyes L, Barcia G, Baitan A. Algunas apreciaciones sobre enfermedades autoinmunes. *Dominio de las Ciencias* [Internet]. 2016 [citado 3 abr 2017]; 2(esp.): [aprox. 14 p.]. Disponible en: <http://www.dominio de las ciencias.com>.



45. Escalona E. Daños a la salud por mala disposición de residuales sólidos y líquidos en Dili, Timor Lester. Rev Cub. Hig Epidemiol [Internet]. 2014 [citado 2 mar 2017]; 52(2): [aprox. 12 p.]. Disponible en: [ecimed@infomed.sld.cu](mailto:ecimed@infomed.sld.cu).
46. Álvarez R. La enfermedad como problema social. Rev Fac. Med [Internet]. 2016 [citado 4 may 2017]; 54(3): [aprox. 10 p.]. Disponible en: [www.scielo.org.mx](http://www.scielo.org.mx).
47. Pearson RD. Esquistosomiasis. MSD [Internet]. 2016 [citado 2 may 2019]; 27(1): [aprox. 12 p.]. Disponible en: <https://www.msmanuals.com>.
48. Núñez MA. La pobreza social del agua. Alai [Internet]. 2015 [citado 3 abr 2017]; 32(7): [aprox. 11 p.]. Disponible en: <https://www.alianet.com>.
49. ONU. Asamblea General de las Naciones Unidas. 64 período de sesiones. AGNU [Internet]. 2010 [citado 3 sept 2019]; 64(2): [aprox. 14 p.]. Disponible en: <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/RES/66/288>.
50. Maestu J. Aplicación de los objetivos de desarrollo sostenible relacionados con el agua. La relevancia de la tecnología [Internet]. Estados Unidos: ONUDIpA; 2015 [citado 4 mayo 2017]. Disponible en: <http://www.pnuma.org/publicaciones.php>.
51. Caminos C. Monografías del agua [Internet]. Colombia: INFOCOM; 2015 [citado 21 feb 2019]. Disponible en: <https://www.virtualpro.com>.
52. UNICEF. Estrategia del agua saneamiento e higiene. 2016-2030. New York: UNICEF; 2016.
53. Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas. Proyecciones de la salud pública en Cuba. ECM [Internet]. 2015 [citado 4 ago 2017]; 15(2): [aprox. 68 p.]. Disponible en: [ecimed@infomed.sld.cu](mailto:ecimed@infomed.sld.cu).

54. Cadavid JC. Modelación de índices de calidad de agua. Gestión y Ambiente [Internet]. 2015 [citado 7 sept 2017]; 13(2): [aprox. 18 p.]. Disponible en: [www.bdigital.unal.edu.co](http://www.bdigital.unal.edu.co).
55. Martín L. Análisis, prevención y resolución de conflictos por el agua en América Latina y el Caribe. CEPAL [Internet]. 2015 [citado 8 may 2019]; 3931(171): [aprox. 62 p.]. Disponible en: <https://www.cepal.org/sities/default/files/events/filesanálisis>.
56. Agenda 21. Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro, Brasil. Río Janeiro: ONU; 1992.
57. CONAM. Guía de implementación de P+L. Lima, Perú: CONAM, Centro de Eficiencia Tecnológica; 2003.
58. Ochoa G. Las Producciones Más Limpias en la Gestión Empresarial. Cienfuegos, Cuba: Universo Sur; 2007.
59. Álvarez D, Arias M. La P+L (Producción Más Limpia): una herramienta indispensable. La Habana: Félix Varela; 2008.
60. Martínez C. Implementación de las tecnologías para producciones más limpias [Tesis Maestría]. Bahía Honda, Pinar del Río: Universidad de Pinar del Río; 2014.
61. García E. Producciones Más limpias conceptos y antecedentes. PBAPL. 2008; 1(1): 1-131.
62. Montoya JM. Plan de educación ambiental para el desarrollo sostenible de los colegios de la institución la Salle [Tesis Maestría]. Valencia: Universidad de Valencia; 2010.
63. OIN, ISO 14000. Sistema de Gestión Ambiental. Río de Janeiro: Calidad & Gestión; 1996.

64. Cabezas C. Enfermedades infecciosas relacionadas con el agua en el Perú. Rev. Perú. med.exp.salud pública [Internet]. 2019 [citado 5 may 2017]; 35(2) [aprox. 10 p.]. Disponible en: [http://www.iisd.org/cristaltool/documents/iucn\\_cristal\\_lunahuana\\_peru\\_es.pdf](http://www.iisd.org/cristaltool/documents/iucn_cristal_lunahuana_peru_es.pdf).
- 65 NC 827:2017. Agua potable-requisitos sanitarios. La Habana: ONN; 2017.
66. IGUA. Agua pura sostenible. S.A.C [Internet]. 2019 [citado 6 jul 2017]; (5): [aprox. 12 p.]. Disponible en: <https://www.igua.pe>.
67. Hernández C. Evaluación de calidad de agua para consumo humano y propuestas de alternativas tendientes a su mejora en la comunidad de 4 millas de Matina Limón. [Tesis Doctorado]. Heredia, Costa Rica: Universidad Nacional, Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar, Escuela de Ciencias Ambientales; 2016.
68. Marrimón T. Efectos del bloqueo económico, financiero y comercial de estados unidos en el Sistema Nacional de Salud [Tesis Doctorado]. La Habana: Escuela Nacional de Salud Pública; 2013.
69. García JM. La aplicación del enfoque ecosistémico a la gestión integrada del recurso hídrico: aproximación al caso cubano. La Habana: INRH; 2007.
70. Pérez J. Definición de modelo de gestión. RCC [Internet]. 2008 [citado 1 sept 2019]; 1(5): [aprox. 13 p.]. Disponible en: <https://definicion.de/modelo-de-gestion>.
71. Cabrera EN. Un enfoque prospectivo para el desarrollo sostenible en ecosistemas de montaña: caso Guamuhaya. Cienfuegos: [Tesis Doctorado]. La Habana, Cuba: Universidad de La Habana, Centro de Estudios Demográficos; 2016.
72. Nogueira D. Modelo conceptual y herramientas de apoyo para potenciar el control de gestión en las empresas cubanas [Tesis Doctorado]. La Habana, Cuba:

Universidad de La Habana; 2002.

73. Godet M, Durance P. La prospectiva estratégica para las empresas y los territorios. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Barcelona, España: Alfaomega-Marcombo; 2011.

74. Hurtado de Mendoza S. Método de consulta a expertos. Guía teórica. Cienfuegos, Cuba: Universidad "Carlos Rafael Rodríguez"; 2007.

75. Hernández Sampieri R, Fernández C, Baptista MP. Metodología de la investigación. 6ta ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 2014.

76. Silva I. Metodología para la elaboración de estrategias de desarrollo local. La Habana: Félix Varela; 2003.

77. Pavón Y. Evaluación de la calidad de agua superficial utilizando indicadores biológicos. UNA [Internet]. 2015 [citado 3 sept 2019]; 2(1): [aprox. 5 p.]. Disponible en: <https://repositorio.una.edu.ni/3227/1/tnp10p339e.pdf>.

78. Agencia de Medio Ambiente. VIII Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo. AMAC [Internet]. 2011 [citado 8 oct 2017]; 2(2): [aprox. 5 p.]. Disponible en: [convencion@ama.cu](mailto:convencion@ama.cu).

79. IX Convención Internacional de medio Ambiente y Desarrollo. CubECon [Internet]. 2013 [citado 7 dic 2017]; 2(1): [aprox. 5 p.]. Disponible en: <http://www.pnuma.org/publicaciones.php> .

80. Llauradó O. La escala de Likert: qué es y cómo utilizarla. Netquest [Internet]. 2014 [citado 7 dic 2019]; 3(5): [aprox. 12 p.]. Disponible en: <https://www.typeform.com>encuestas>escala-de-likert>.

81. Domald J. Introducción al análisis estadístico. México: Addison/Wesley Iberoamericana; 2016.

82. Lorenzo D. Diseño muestral y tamaño de muestra [Tesis Doctorado]. La Habana: Universidad de La Habana; 2011.
83. Álvarez R. Medicina General Integral. Volumen 1. Salud y Medicina. 2. La Habana: Ciencias Médicas; 2015.
84. Pucha F. Fundamentos del SIG. Loja, Ecuador: AIU; 2019.
85. NC ISO GUÍA 73. Gestión del riesgo- Vocabulario. La Habana: ONN; 2015.
86. NC 31010. Gestión del riesgo-Técnicas de apreciación del riesgo. La Habana: ONN; 2015.
87. NC 31000. Gestión del Riesgo-Directrices. La Habana: ONN; 2019.
88. García J, Gutiérrez JB. Conceptos Básicos de calidad de agua. La Habana: Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos; 2015.
89. Guerrero MN, Díaz MA, Urdanigo JP, Tayhing CC, Guerrero RV, Yopez AJ. Uso de suelo y su influencia en la calidad del agua de la microcuenca El Sapanal, Ecuador. Rev Cubana Ciencias Biológicas [Internet]. 2017 [citado 17 sept 2019]; 5(2): [aprox. 11 p.]. Disponible en: <http://www.rccb.uh.cu/index.php/RCCB/article/view/156/265>.
90. Rossi GM. Diseño de un purificador de agua para uso en la pequeña industria alimentaria de zonas rurales [Tesis Doctorado]. Arequipa, Perú: Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ciencias Naturales y Formales; 2017.
91. Calvopiña H. Determinación de la calidad del agua, para la elaboración de un plan de mitigación ambiental, del parque náutico La Laguna, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, período 2015 [Tesis Doctorado]. Latacunga, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2015.

92. García BC. Propuesta metodológica para la gestión de riesgos hídricos que inciden en la salud. Revista Universidad y Sociedad [Internet]. 2020 [citado 7 ago 2020]; 12(4): [aprox. 10 p.]. Disponible en: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1669>.
93. Cuevas JL, Fundora MJ, Polo B, Peroso II, González BE. Riesgos Geológico-Geofísicos y Tecnológicos inducidos por deslizamientos, inundaciones, lluvias y sismos, en condiciones de montaña y valles colindantes: Guamuhaya, Cuba. RCTESE. 2006; 7(15): 1-12.
94. González DI. Presencia de nitratos y nitritos en el agua subterránea del sector noroeste del área metropolitana de Monterrey y su relación con la salud de los consumidores [Tesis Maestría]. Monterrey: Universidad Autónoma de Nuevo León; 1994.
95. García BC, López EJ. Procedimiento para el análisis químico de la contaminación por nitritos y nitratos en aguas de consumo. Revista Universidad y Sociedad [Internet]. 2018 [citado 7 nov 2019]; 10(3): [aprox. 10 p.]. Disponible en: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1743>
96. Wetzel RG. Limnology. Lake and River Ecosystems. San Diego: Academic Press; 2019.
97. Payán SA. Estudio y diseño de biofiltro a partir de materia orgánica para el tratamiento de agua [Tesis Doctorado]. México: Centro de Investigaciones en Materiales Avanzados; 2017.
98. García BC, Castro NA. Comportamiento catiónico de las aguas subterráneas de la provincia Cienfuegos y su efecto en la salud. Revista Universidad y Sociedad [Internet]. 2018 [citado 7 ene 2019]; 10(3): [aprox. 10 p.]. Disponible en: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1073>

99. Álvarez P. Sistemas de Abastecimientos de agua en núcleos rurales. Variables que influyen en la cloración [Tesis Doctorado]. Granada: Universidad de Granada; 2010.
100. Choque Quispe D. Capacidad floculante de coagulantes naturales en el tratamiento de agua. Rev Tecnología Química [Internet]. 2019 [citado 5 ene 2019]; 8(2): [aprox. 12 p.]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v38n2/rtq08218.pdf>.
101. Olavarría Gambi M. La institucionalización y gestión estratégica. Consejo para la transparencia activa en Chile. Chile: Banco Interamericano de Desarrollo; 2018.
102. García BC. Carta de aceptación de protección de resultados como patente. La Habana; OCPI; 2020.
103. García BC, González E. Procedimiento para la determinación de nitrato en plasma humano. Propuesta químico analítica. OCPI. La Habana; OCPI; 2020.
104. García BC. Citotoxicidad celular dependiente de anticuerpos por un método no radioactivo. La Habana; OCPI; 2021.

#### OTRAS BIBLIOGRAFÍAS CONSULTADAS

105. PNUMA. Indicadores Ambientales. Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible Indicadores de seguimiento. México: Ministerio de Salud y Ambiente de Nación, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente; 2012.
106. Fajardo F. La Producción más Limpia como estrategia ambiental en el marco del desarrollo sostenible. Rev. Ing. Mat. y Ciencias de la Inf. [Internet]. 2017 [citado 3 abr 2021]; 4(8): [aprox. 13 p.]. Disponible en: <http://coodles.upr.edu.cu/index.php/coodles/article/view/372>

107. Díaz-Canel M.M. Gestión del gobierno orientado a la innovación: Contexto y caracterización del Modelo. Revista Universidad y Sociedad [internet]. 2021 [citado 3 abr 2021]; 13(1): [aprox. 27 p.]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v13n1/2218-3620-rus-13-01-6.pdf>
108. Ricardo H, Rodríguez B, León JL, Medina A. Bases y oportunidades de la vinculación universidad-empresa. Revista Universidad y Sociedad [internet]. 2021 [citado 3 abr 2021]; 13(1): [aprox.17 p.]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v13n1/2218-3620-rus-13-01-300.pdf>
109. Reyes M, Sánchez L, Del Puerto C, Trujillo M, Moreno C, Cruz A. Determinantes del estado de salud. En: Toledo GJ. Fundamentos de salud pública. 1era. La Habana: Ciencias Médicas; 2013. p. 176-217.
110. González E. Vigilancia en salud en Cuba. En: Toledo GJ. Fundamentos en salud pública. 1era. La Habana: Ciencias Médicas; 2013.p. 644-677.
111. Gómez HJ. Análisis de la situación de salud y medicina familiar. En: Martínez S. Análisis de situación de salud. 1era. La Habana: Ciencias Médicas; 2004.p. 62-70.



## Anexo 1. Analogías y diferencias del modelo propuesto y los consultados

Tabla 1. Semejanzas y divergencias entre modelos revisados y el creado

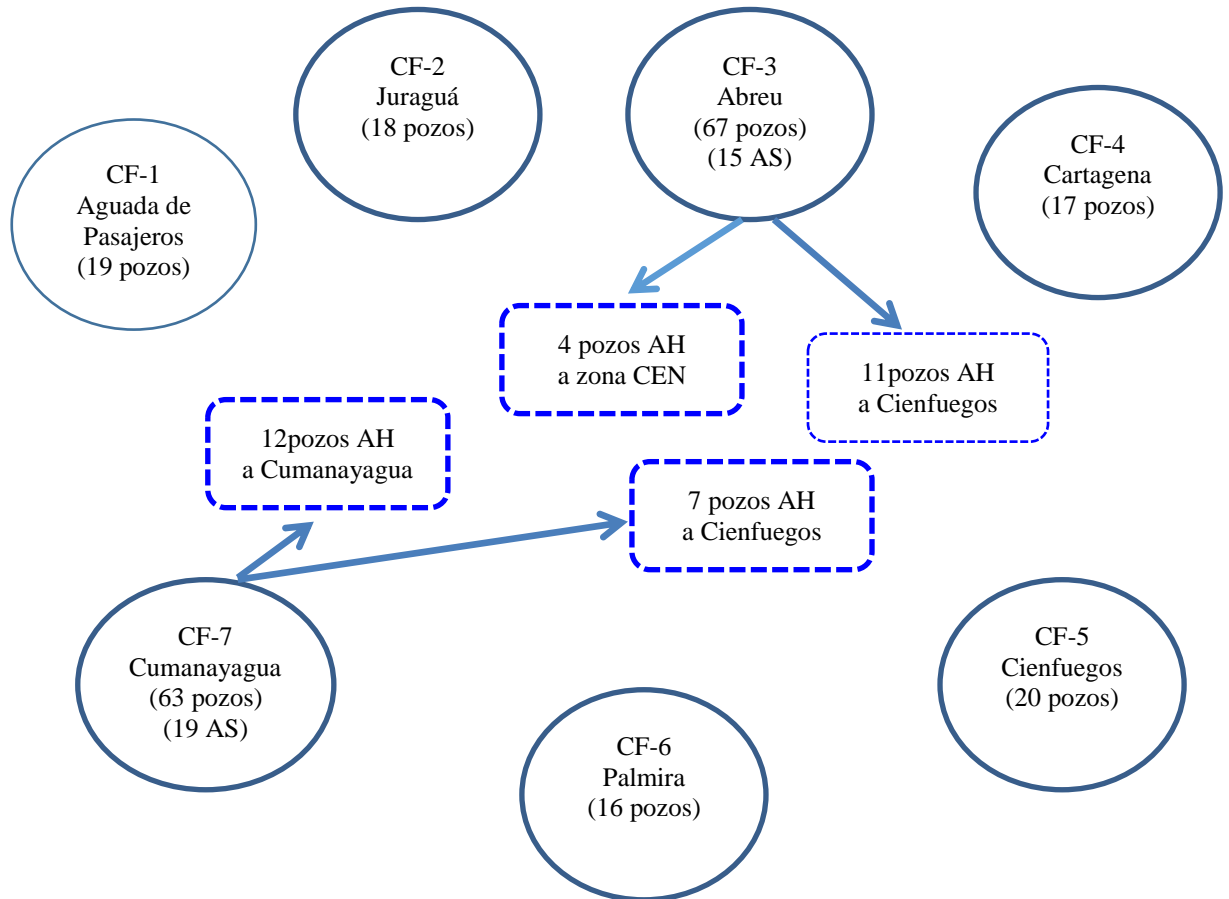
/No./	/Modelo/	/Analogías /	/Diferencias/
1	Modelo de Godet Y Durance (2011)	Brinda una prospectiva estratégica del problema (riesgos) Abarca las dimensiones social, ambiental y económica; Parte de un diagnóstico interno y externo	No aborda al hombre como ser biopsicosocial No evalúa los determinantes sociales de salud No tiene un enfoque salubrista
2	Modelo de Dering Prize (1950)	Gestiona procesos eficaces	Solo se crea con el fin de mejorar competitividad No parte de un diagnostico No contribuye a modificar riesgos
3	Modelo de la Hoz, para gestión de problemas disfuncionales de pareja. (2005)	Aborda al hombre como ser biopsicosocial Valora el contexto interno	No considera el contexto externo No valora la interrelación de los determinantes sociales de salud Solo trata los problemas sin modificar las causas
4	Modelo de la fundación europea para la calidad en la dirección (2018)	Aboga por la calidad como sistema Tiene en consideración todas las normas de calidad	No tiene enfoque salubrista No supone al hombre como eslabón indispensable en el logro de la calidad El diagnóstico se restringe a la dirección de las empresas No considera recursos para obtener resultados
5	Modelo de gestión de negocios de Beetrack (2017)	Discurre oportunidades y fortalezas para trazar estrategias de gestión	Su rol fundamental es la búsqueda de negocios que más aporten al capital de una empresa No esquematiza al hombre como ser biopsicosocial No valora la importancia de los determinantes sociales de salud Es aplicable solo a contextos logísticos internos

Tabla 1. Semejanzas y divergencias entre modelos revisados y el creado (continuación)

6-22	Modelos de negocio innovadores (2013)	El fin es disponer de herramientas con las que se obtenga un ahorro económico sobre la base de diagnósticos	No valoran la multicausalidad ni indicadores de proceso y estructura
23-33	Modelos de gestión por resultados (2015)	Consideran la dimensión económica como importante para lograr resultados Referencian las normas calidad	Se gestionan metas sobre la base de resultados que se vayan obteniendo No se considera al hombre como ser biopsicosocial No parten de un diagnóstico No supedita los determinantes sociales de salud
34-45	Modelos de gestión democrática (2013-2016)	Visualiza al hombre como ser biopsicosocial	Se adoptan aquellas medidas en las cuales haya concordancia de ideas aun cuando no se cumpla con misión, visión u objetivos concretos
46-51	Modelos de gestión basados en procesos (2017)	Se parte de un diagnóstico	Cada proceso se gestiona independiente No se valoran los determinantes sociales de salud
52-55	Modelos de gestión centralizada para perfeccionar servicios de enfermería y servicios médicos(2011-2017)	La meta es la perfección de servicios de salud en busca de mejora de la calidad de vida de la población	Se focaliza la gestión en un solo aspecto sin discurrir en la multicausalidad, indicadores de proceso y de estructuras
56	Modelo de gestión de interfase (Castro, 2013)	Considera la multicausalidad para el logro de una gestión integrada de procesos	Solo pretende obtener la mejor organización de estructuras de la red de innovación como base para futuras estrategias
57	Modelo prospectivo de gestión de riesgos (Cabrera,2018)	Parte de un diagnóstico inicial y crea escenarios futuros, mejorando indicadores de salud	Considera los determinantes sociales de salud solo para trazar acciones y no desde el diagnóstico

## Anexo 2. Diagrama representativo del potencial hidráulico en Cienfuegos

Distribución de cuencas, fuentes de abasto y pozos. Cienfuegos, 2019



Leyenda: CF y número representa el nombre de la cuenca.  
AS- Abasto superficial. AH – Abasto humano.

Figura 9. Disponibilidad hídrica para consumo humano en Cienfuegos

### Anexo 3. Guía de observación participante

#### Guía de Observación

Objetivo: caracterizar los muestreos de agua en pozos de monitoreo

Pozo:

Municipio:

Cantidad de muestras:

Hora de inicio:

Hora de terminación:

Tabla 2. Relación de aspectos a tener en cuenta para aplicar encuesta

/Aspectos/	/Indicadores cualitativos/	/Forma de medirlo/
Conducta seguida en Recogida de muestras	Conducción del proceso de Recepción de muestras	Dominio de los requisitos para la toma de muestras
Nivel de competencia para recoger muestras	Corrección de conflictos	Manejo de la técnica
Capacidad almacenar muestras	Participación validativa de encuestados	Manejo de la técnica
Instrumentos y materiales empleadas.	Dicción	Elección de instrumental
Toma de decisiones	Visión estratégica	Propuesta de soluciones

**Anexo 4. Encuesta aplicada a muestra seleccionada**  
Encuesta

Buen día. El objetivo de la encuesta que le hemos entregado, es conocer algunos aspectos referentes a la fuente de abasto de agua de consumo (de la que dispone usted en su vivienda) y con su estado de salud. Siéntase libre de opinar pues, es anónima y no será utilizada para otro propósito que el de esta investigación.

Sexo: \_\_\_\_\_ Municipio \_\_\_\_\_

1. Qué tipo de agua utiliza para beber y cocinar.

Agua subterránea (pozo) \_\_\_\_\_ Agua Embotellada \_\_\_\_\_ Agua acueducto \_\_\_\_\_

Otra Fuente \_\_\_\_\_

2. Conoce usted si el agua que usted consume tiene algún problema.

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

De ser afirmativa su respuesta, diga cuál es ese problema.

Alteraciones en: \_\_\_\_\_ Olor \_\_\_\_\_ Color \_\_\_\_\_ Sabor

\_\_\_\_\_ Otras. ¿Cuáles?

3. Mencione algún malestar o molestia que se repita frecuentemente en las personas que viven en su domicilio y que le haya hecho acudir a su médico de familia.

\_\_\_\_\_ Decaimiento \_\_\_\_\_ Diarreas \_\_\_\_\_ Dolor Abdominal \_\_\_\_\_ Dolores musculares \_\_\_\_\_ Perdida peso \_\_\_\_\_ Deseos de vomitar \_\_\_\_\_ Falta de aire \_\_\_\_\_ Otros. ¿Cuáles?

4. Si se le ha indicado chequeo médico a alguna de estas personas y el mismo ha dado positivo, diga:

a) Qué problema de salud le ha informado su médico que tiene.

\_\_\_\_\_ Cáncer \_\_\_\_\_ Neumonía \_\_\_\_\_ Parásitos \_\_\_\_\_ Alguna enfermedad viral \_\_\_\_\_ Otros

¿Cuáles? \_\_\_\_\_

## Encuesta (continuación)

b) Que le han orientado su médico de familia ante esta situación de salud que presenta.

Que hierva el agua  Que clore el agua  Que haga dieta  Tratamiento con pastillas

Remisión a especialista

5. Hay algún integrante en su núcleo familiar que padezca de:

Cáncer. En caso de marcar esta opción diga si se relaciona con:

Vías digestivas  Hígado  Otro

Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica

Niños vivos o fallecidos de color azul

Aumento de volumen de tiroides

Hombres con algún problema genital ¿Cuál?

Muchas Gracias.

Temas consultados: para elaborar la encuesta.

- Parámetros para evaluar calidad de agua en Cuba
- Guías para la calidad del agua potable
- Conceptos básicos de calidad del agua
- Procedimiento para el análisis de la calidad del agua en algunos embalses de la provincia de Cienfuegos, Cuba
- Plan de acción para contrarrestar efectos a la salud derivados de la contaminación hídrica por hierro en Antonio Sánchez
- Comportamiento catiónico de las aguas subterráneas de la provincia Cienfuegos y su efecto en la salud

## Anexo 5. Guía de observación para evaluar la calidad de los encuestadores

### Guía de Observación no participante

Objetivo: Verificar en el terreno la aplicación de la encuesta a vecinos que viven en zonas colindantes de fuentes de abasto de agua para el consumo humano (monitoreo del proceso de aplicación de encuestas)

Fuente de abasto:

Municipio:

Cantidad de encuestas aplicadas:

Hora de inicio:

Hora de terminación:

Tabla 3. Relación de aspectos a tener en cuenta para aplicar encuesta

/Aspectos/	/Indicadores cualitativos/	/Forma de medirlo/
Conducta seguida en aplicación de encuesta	Conducción del proceso de gestión	Facilidad de escucha Facilidad en el diálogo Dominio de los elementos inherentes a la gestión de riesgos de contaminación hídrica
Nivel de competencia para aplicar encuesta	Corrección de conflictos	Manejo del vocabulario técnico-profesional, político-ideológico, económico y su enfoque durante aplicación de encuesta
Capacidad para aplicar encuesta	Participación validativa de encuestados	Enfoque profesional y nivel de comunicación
Lenguaje utilizado	Dicción	Facilidad de expresión
Toma de decisiones	Visión estratégica	Propuesta de soluciones

Al ser capacitados los encuestadores no es cuestionable su desempeño, pero para certeza, se aplicó la guía en casos aleatorios, sobre la base de la edad de los implementadores, finalidad de las respuestas y necesidad de cambiar conductas.

**Anexo 6. Caracterización del grupo de informantes claves y expertos  
consultados para el primer objetivo de la investigación**

Tabla 4. Aspectos más significativos de los integrantes del equipo de trabajo

/Estudios de pregrado/			/Años de experiencia en el tema/			
/Especialista/	/Masters/	/Doctores en Ciencias/	/1-5 años/	/6-10 años/	/11-15 años/	/16 años o más/
/Informantes claves/						
4	3	0	0	5	1	1
/Expertos/						
13	4	0	4	2	1	6



## Anexo 7. Recursos materiales y financieros para implementar el modelo

Tabla 16. Recursos Materiales necesarios para la implementación del modelo

/Material/	/Presentación/	/Precio CUC/	/Cantidad/	/Importe CUC /	/Importe MN/
Lápices	Una U	0.05	30	0.45	1.50
Bolígrafos	Una U	1.92	20	11.52	38.40
Carpetas	Una U	4.95	10	14.85	49.50
Goma de borrar	Una U	0.25	10	0.75	2.50
Presilla para presilladoras	Una caja	0.12	10	0.36	1.20
Cartucho de impresión para impresoras Láser	Una U	76	1	36.40	52.20
Presillas Yen	Una caja	0.22	1	0.33	1.1
Papel de 8,5 x 11.7	Resma	3.71	2	4.45	14.84
Gasolina	litros	0.65	80	-	52.0
Total				110.93	400.20

Tabla 17. Recursos económicos necesarios para el desarrollo de la investigación

/Gastos por año/				
1er año	2do año	3ero año	4to año	5to año
\$ 86266.64	\$ 86266.64	\$ 86266.64	\$ 86266.64	\$ 86266.64
1er año	2do año	3ero año	4to año	5to año
28.80 cuc	28.80 cuc	28.80 cuc	28.80 cuc	28.80 cuc

Gastos aproximados para análisis químico del agua: \$80.000 anual

Efecto Económico Estimado según Ley 38 ANIR: \$4 561 245.89

## Anexo 8. Relación de la población en Cienfuegos

Tabla 18. Distribución de habitantes. Cienfuegos

/Provincia/Municipio/	/Población/				/Cantidad de núcleos familiares/
	Total	0 - 14 años	15 - 59 años	60 años y más	
Cienfuegos	404 228	69 183	260 943	74 102	144053
Aguada de Pasajeros	32 159	5 771	20 198	6 190	126 <sup>72</sup>
Rodas	34 376	5 659	22 133	6 584	14180
Palmira	32 939	5 692	20 873	6 374	12432
Santa Isabel de las Lajas	21 999	3 714	13 728	4 557	7998
Cruces	30 941	5 109	19 335	6 497	11412
Cumanayagua	48 962	8 218	31 572	9 172	18817
Cienfuegos	171 946	29 254	113 084	29 608	54944
Abreu	30 906	5 766	20 020	5 120	11598

Fuente: Censo 2012. ONEI y Oficina registro consumidores

**Anexo 9. Análisis con series tendenciales. Enfermedades de transmisión  
hídrica de mayor incidencia en Cienfuegos**

Tabla 21. Cáncer de vías digestivas. Resumen Estadístico

<i>/Municipio/</i>	<i>/Recuento/</i>	<i>/Promedio/</i>	<i>/Media Recortada 5%/</i>	<i>/Desviación Estándar/</i>	<i>/Mínimo/</i>	<i>/Máximo/</i>
Aguada de Pasajeros	56	112,625	103,921	86,1047	10,0	401,0
Rodas	56	84,7679	72,873	84,0705	3,0	421,0
Palmira	56	97,8571	81,6984	104,054	5,0	616,0
Santa Isabel de las Lajas	56	70,4286	67,0714	47,9127	2,0	204,0
Cruces	56	70,0357	62,7421	58,9511	9,0	321,0
Cumanayagua	56	69,0357	61,2738	62,6833	8,0	409,0
Cienfuegos	56	60,0536	58,2143	38,746	9,0	157,0
Abreu	56	53,7679	49,2302	46,4852	3,0	231,0
Total	448	77,3214	68,0228	71,4297	2,0	616,0

Tabla 22. Enfermedades diarreicas. Resumen Estadístico

<i>/Municipio/</i>	<i>/Recuento/</i>	<i>/Promedio/</i>	<i>/Media Recortada 5%/</i>	<i>/Desviación Estándar/</i>	<i>/Mínimo/</i>	<i>/Máximo/</i>
Aguada de Pasajeros	56	6449,3	6302,78	3042,94	1290,0	14622,0
Rodas	56	5573,55	5490,32	2397,52	1232,0	12896,0
Palmira	56	6282,14	6177,33	2881,26	1679,0	12967,0
Santa Isabel de las Lajas	55	6009,02	5882,38	2617,3	1356,0	14567,0
Cruces	55	6311,87	6318,44	2261,78	1295,0	10982,0
Cumanayagua	55	9300,29	6679,89	14311,5	1912,0	99832,0
Cienfuegos	56	25700,3	22308,8	27118,6	2546,0	11231,0
Abreu	56	3582,77	3427,98	2520,55	345,0	9877,0
Total	445	8660,89	6583,31	12851,0	345,0	11231,0

**Anexo 9. Análisis con series tendenciales. Enfermedades de transmisión hídrica de mayor incidencia en Cienfuegos (Continuación)**

Tabla 23 Metahemoglobinemia. Resumen estadístico

/Municipio/	/Recuento/	/Promedio/	/Media Recortada 5%/	/Desviación Estándar/	/Mínimo/	/Máximo/
Aguada de Pasajeros	56	0,410714	0,345238	0,596255	0,0	2,0
Rodas	56	0,285714	0,206349	0,562924	0,0	2,0
Palmira	56	0,589286	0,52381	0,869206	0,0	3,0
Santa Isabel de las Lajas	56	5,41071	5,31746	2,62004	1,0	16,0
Cruces	56	0,285714	0,206349	0,562924	0,0	2,0
Cumanayagua	56	0,571429	0,484127	0,759357	0,0	4,0
Cienfuegos	56	1,14286	1,11905	0,772918	0,0	3,0
Abreu	56	0,767857	0,666667	0,953292	0,0	4,0
Total	448	1,18304	0,881944	1,98596	0,0	16,0

Tabla 24. Resumen Estadístico para total de casos provincia Cienfuegos

/Aspecto/	/Valor numérico/
Recuento	56
Promedio	9,46429
Media Recortada 5%	9,36111
Desviación Estándar	4,31051
Coeficiente de Variación	45,545%
Mínimo	2,0
Máximo	21,0
Rango	19,0
Rango Intercuartílico	6,0

Intervalos de Confianza para total de casos provincia Cienfuegos

Intervalos de confianza del 95,0% para la media: 9,46429 +/- 1,15437 [8,30992; 10,6187]

## Anexo 10. Resultados de la aplicación de la encuesta

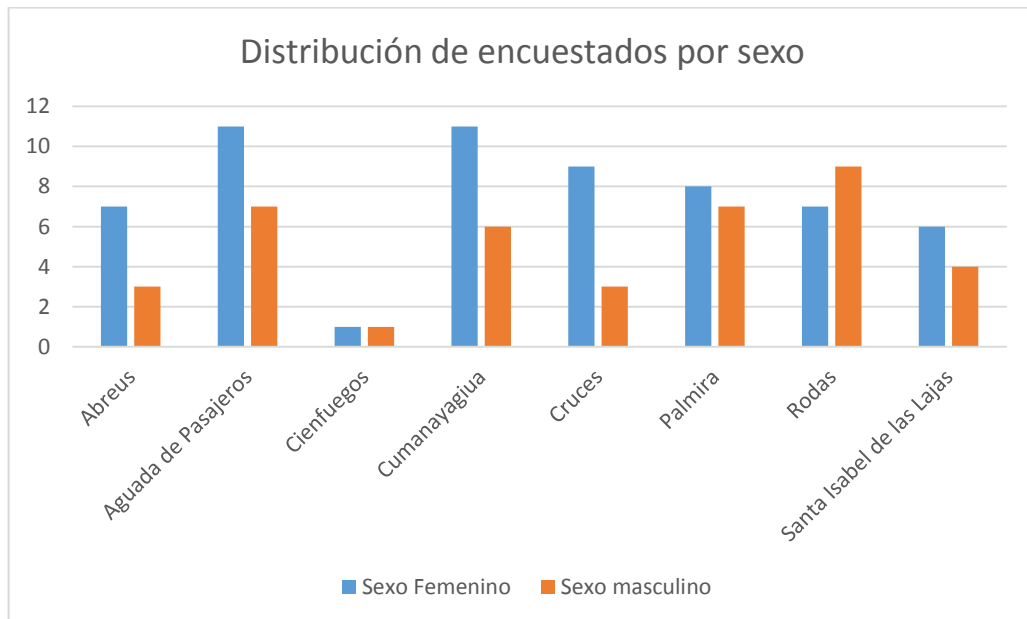


Figura 28 Encuestados por sexo y municipios.

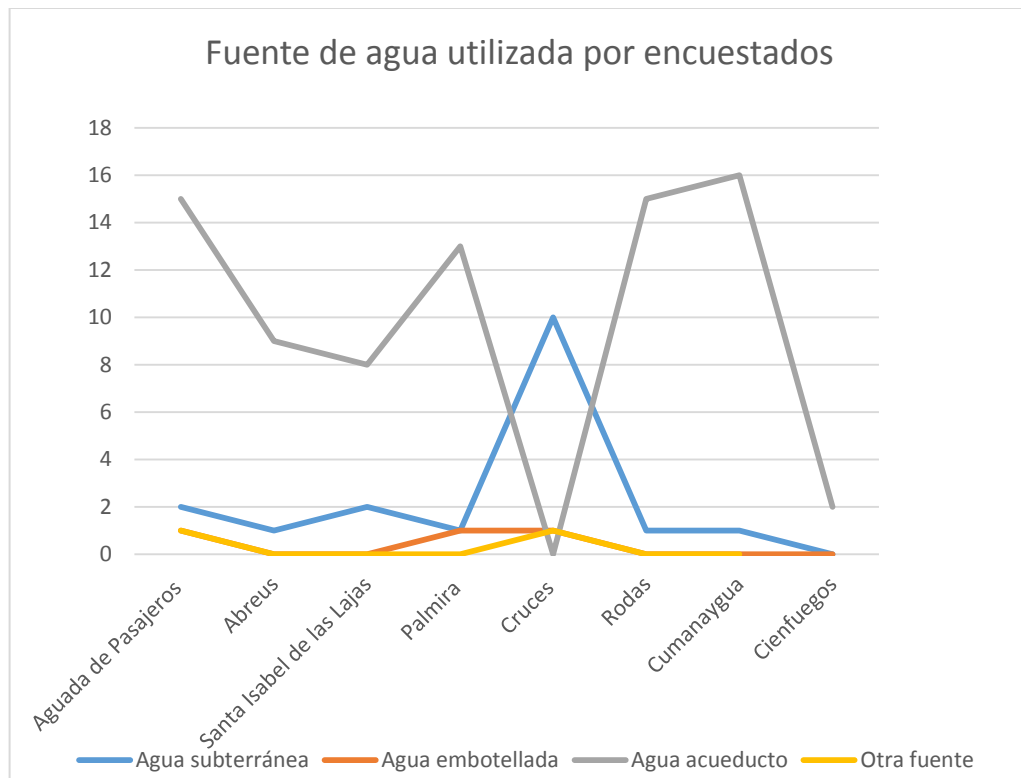


Figura 29. Tipo de fuente de abasto de agua para el consumo empleada por encuestados

**Anexo 10. Resultados de la aplicación de la encuesta (continuación)**

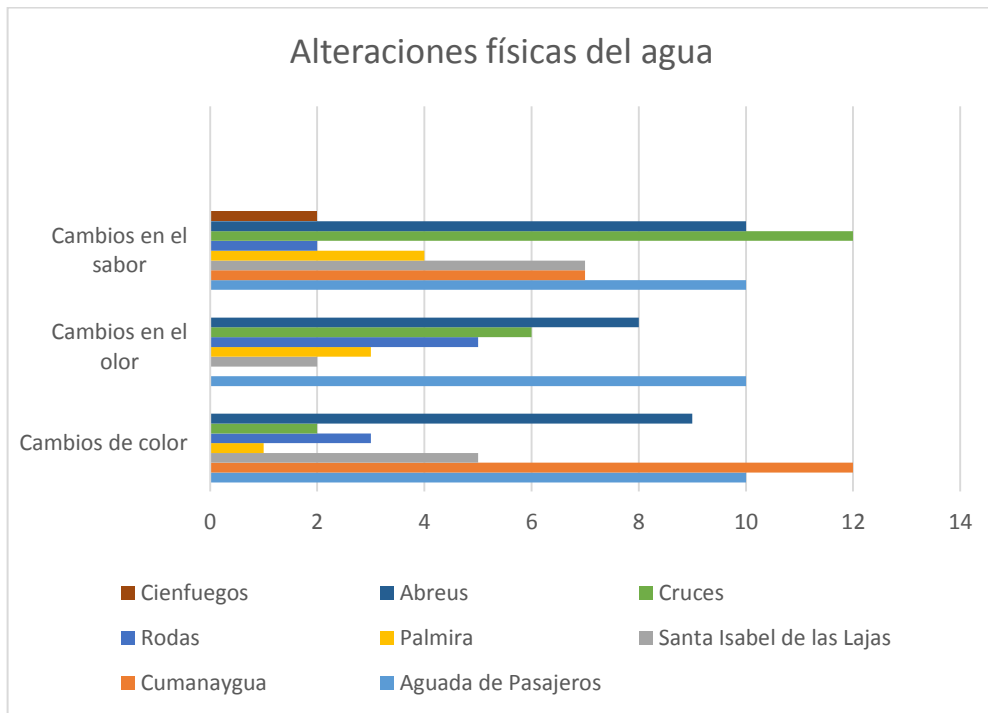


Figura 30. Modificaciones físicas del agua de consumo referidas por encuestados

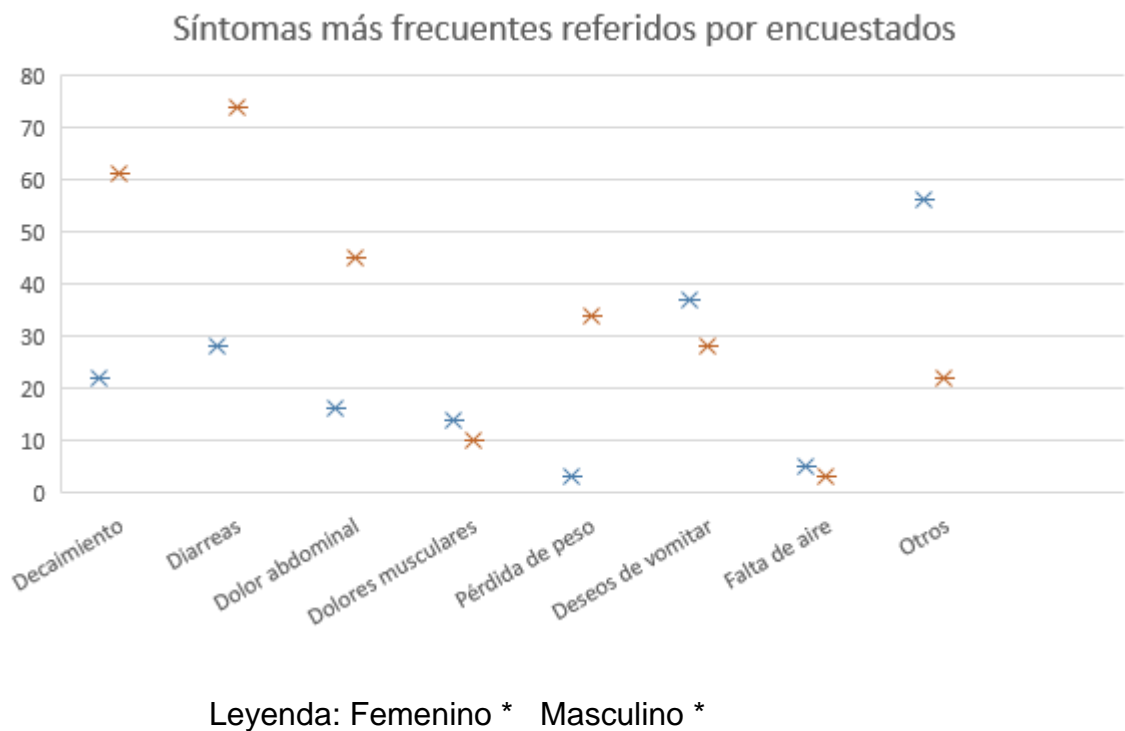


Figura 31. Síntomas frecuentes que refieren encuestados

## Anexo 10. Resultados de la aplicación de la encuesta (continuación)

Tabla 25. Problema de salud y conducta médica referida por encuestados

/Municipio/	/Problema de salud que refiere encuestado/					/Conducta médica orientada/				
	/C/	/N/	/P/	/EV/	/O/	/HA/	/CA/	/D/	/TP/	/RE/
Abreu	1	1	8	9	1	4	8	1	9	3
Cruces	2	3	11	5	2	4	4	3	10	2
Santa Isabel de las Lajas	3	2	9	1	4	2	2	2	11	1
Palmira	2	2	7	1	0	1	1	5	6	1
Rodas	1	1	10	3	1	7	7	5	3	0
Cumanayagua	1	1	15	1	0	4	2	1	16	11
Aguada de Pasajeros	3	4	17	2	2	4	3	5	11	3
Cienfuegos	1	0	2	2	1	2	2	1	2	2
Total	14	14	76	24	11	28	29	23	68	23

Leyenda: C-Cáncer, N- neumonía, P- Parásitos EV-Enfermedad Viral O-Otro

HA-Hervir el agua CA- Clorar el agua D-Dieta TP- Tratamiento Pastillas

RE- Remisión especialista

## Anexo 10. Resultados de la aplicación de la encuesta (continuación)

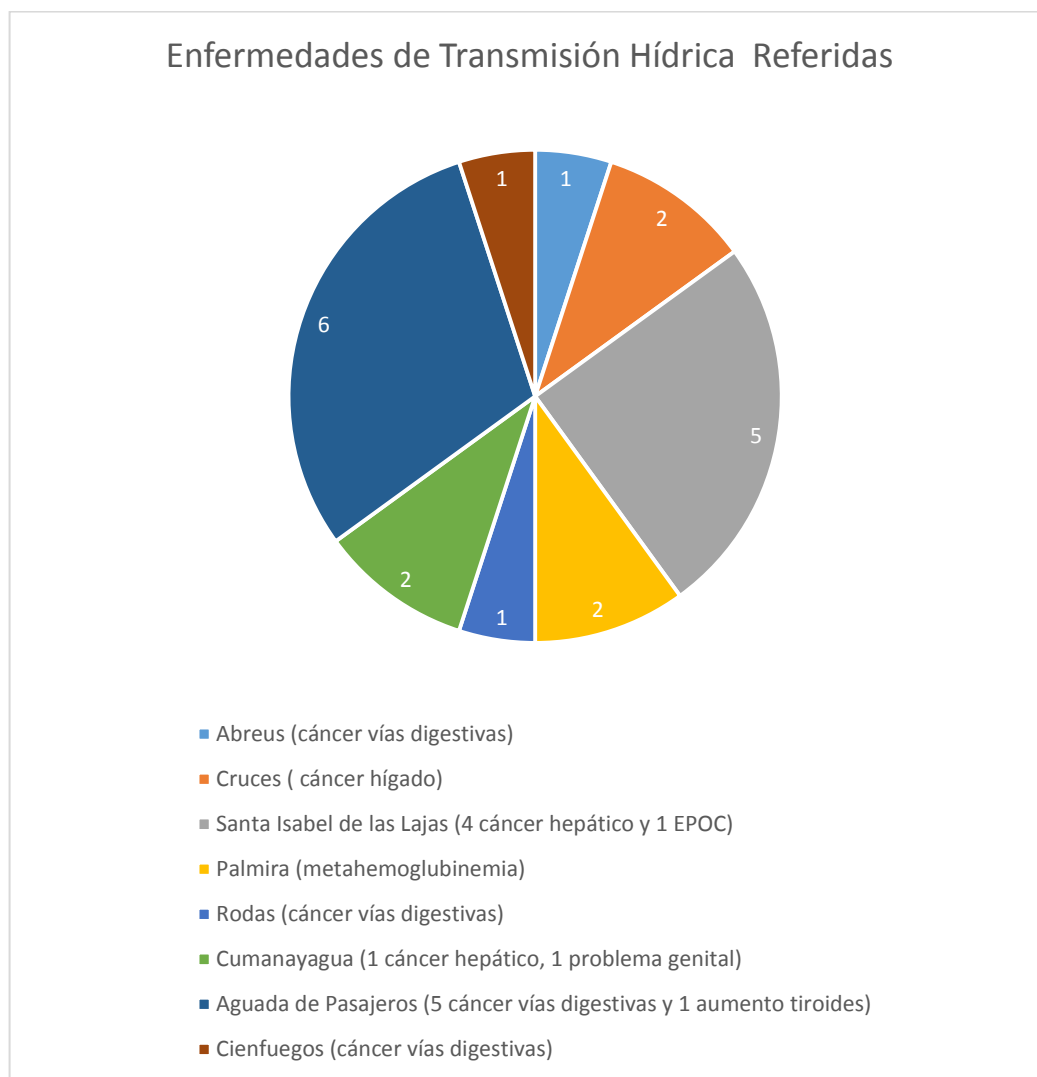


Figura 32. Incidencia de enfermedades de transmisión hídrica en núcleos familiares de encuestados



## Anexo 11. Principales resultados de la investigación

Tabla 26. Resultados obtenidos durante estudio

/Resultado/	/Utilidad/
1. Modelo	Instrumento para transformar la situación actual (herramienta de alerta de enfermedades hídricas).
2. Términos que se asumen	Vía para establecer relación entre principales contaminantes y morbilidad de enfermedades hídricas.
3. Metodología	Secuencia sistémica y operacional llevada a vías de hecho para facilitar la implementación del modelo creado.
4. Procedimientos	Técnicas de evaluación del contexto interno y externo y a consecución de objetivos propuestos para la gestión de riesgos hídricos.
5. Estrategia	Vía de ordenamiento de acciones en la metodología y modelo
6. Marca	Respaldo por la propiedad industrial del logotipo metodológico
7. Registro	Protección como patente de parte de los resultados

## Anexo 12. Fases y técnicas de la intervención en el nivel de atención primario

Tabla 27. Herramientas empleadas para la intervención comunitaria

/Fases/		/Técnicas/
1. Diagnóstico de la comunidad		1. Técnicas cualitativas de recolección de datos: revisión de archivos, observación, entrevista, reporte anecdótico. 2. Técnicas cualitativas de análisis de datos: análisis de contenido, análisis crítico 3. Técnicas participativas de análisis: árbol de problemas
Etapa valorativa	Análisis de la situación de salud Aplicación de la entrevista y encuesta Incorporar registro e instructivo	
Etapa participativa	Sensibilización Taller participativo	
2. Características del grupo		
3. Evaluación de las necesidades del grupo		
4. Diseño y planificación de la intervención		
5. Evaluación inicial		
6. Ejecución e implementación		
7. Evaluación final		
8. Diseminación		1. Técnicas participativas 2. Sensibilización de la comunidad