

COMPORTAMIENTO CATIÓNICO

EN LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA PROVINCIA CIENFUEGOS Y SU EFECTO EN LA SALUD

CATIONIC BEHAVIOR IN THE UNDERGROUND WATERS OF CIENFUEGOS PROVINCE AND ITS EFFECT ON HEALTH

MSc. Belkys Carmen García López¹

E-mail: belkys@cf.hidro.cu

Dr. C. Nelson Castro Perdomo²

E-mail: ncastro@ucf.edu.cu

¹ Empresa de Aprovechamiento Hidráulico Cienfuegos. Cuba.

² Universidad de Cienfuegos. Cuba.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

García López, B. C., & Castro Perdomo, N. (2018). Comportamiento catiónico en las aguas subterráneas de la provincia Cienfuegos y su efecto en la salud. *Universidad y Sociedad*, 10(5), 372-378. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>

RESUMEN

El presente trabajo presenta los temáticos sobre los principales cationes presentes en las aguas subterráneas de la provincia Cienfuegos. Los mismos se obtuvieron por medio de la interpolación con el programa ArcGIS versión 10.1 y Mapinfo 10.5 a través de la herramienta Discoveri 12. Fueron determinados por los mapas de dureza, sodio, presión osmótica, índices de Langelier y de Índice de Scott. A partir de los resultados obtenidos se hace un análisis de la incidencia en la salud de estos elementos por zonas de la Provincia lo cual sirve de herramienta para la toma de decisiones de carácter puntual o para idear soluciones alternativas e integradoras

Palabras clave: Mapas temáticos, índice de Langelier y Scott, aguas subterráneas.

ABSTRACT

The present work shows the thematic maps on the main cations presented in the underground waters of the Cienfuegos province. These were obtained through interpolation with the ArcGIS version 10.1 and Mapinfo 10.5 software through the Discoveri 12 tool. The hardness, sodium, osmotic pressure, langelir and Scott index maps determined them. Based on the results obtained, an analysis of the health impact of these elements is made by areas of the Province, which serves as a tool for decision making of a specific nature or to devise alternative and integrating solutions.

Keywords: Thematic maps, Langelier and Scott index, underground waters.

INTRODUCCIÓN

Con el desarrollo demográfico de la población y unido al desarrollo agroindustrial las fuentes de abasto de agua sufren modificaciones en la composición química producto a los diferentes usos, por los escurrimientos y percolación en los períodos lluviosos al fluir las aguas por zonas con fertilizantes, pesticidas entre otras incidencias (Tamayo, 2010). También el vertimiento de las aguas residuales tiene su papel preponderante al ser vertidas en distintos causes sin el tratamiento eficiente (Montiel, Rodríguez & Domínguez, 2014)

En las aguas de riesgo los iones más comunes que pueden provocar problemas de toxicidad son cloruro, sodio y boro, difiriendo notablemente los umbrales de toxicidad entre las distintas especies vegetales. También algunos oligoelementos (por ejemplo: Mn, Zn, Cu, Ni, Co, Cd) pueden resultar tóxicos, aún a concentraciones muy bajas, para las plantas y para el hombre si se acumulan en las partes de la planta utilizadas para la alimentación. La presencia de estos oligoelementos suele ser mínima en las aguas naturales, pero no así en las aguas residuales, que, tras distintos grados de tratamiento, pueden ser empleadas para riego o vertidas en los cauces de aguas superficiales que posteriormente son utilizadas para riego (García, 2010).

Los cationes (iones cargados positivamente) son importantes para los seres vivos y son proporcionados por las sales minerales disueltas en agua, éstas se asocian en los procesos químicos y son utilizados por el organismo para realizar funciones que definen su estabilidad. En los alimentos también, se encuentran los cationes que necesita nuestro organismo; si consumimos una dieta balanceada tendremos todos los iones que necesitamos.

La ausencia de estos cationes, causa desequilibrio funcional, y produce enfermedades que de no ser atendidas pueden producir la muerte.

DESARROLLO

Se aplicaron métodos teóricos y empíricos, con sus técnicas correspondientes, los que facilitaron dar cumplimiento a los objetivos propuestos en la investigación.

Por la parte teórica se emplean los métodos dialéctico y sistémico, el analítico-sintético, el inductivo-deductivo y el histórico-lógico. Se utilizan además del orden empírico el diagnóstico ex-ante, la observación participante y el análisis documental y de datos

Una de las herramientas con que se cuenta para ilustrar espacialmente los resultados de los ensayos químicos recibidos de la Empresa Nacional de Análisis y Servicios Técnicos que se encuentra certificada por la norma

cubana NC ISO 9001: 2008 por la ONN 088-2009, es a través de los sistemas de información geográficos (SIG), los cuales de forma resuelta identifica en carácter de mapas temáticos, en qué punto puede existir alguna exposición a riesgo de un elemento o indicador químico.

Los mapas temáticos se obtuvieron por medio de la interpolación con el programa ArcGIS versión 10.1 y Mapinfo 10.5 a través de la herramienta Discoveri 12. La principal función de los mapas es reflejar espacialmente las proporciones de los elementos analizados dando a entender de forma clara donde se encuentran los mayores valores y así compararlos con las normas de consumo según el uso de las mismas.

Fueron muestreados 134 pozos de monitoreos, 130 correspondientes a pozos de monitoreo y 4 que forman parte de la Red de calidad de aguas. Los mismos aparecen en cada uno de los mapas elaborados.

Los mapas cuyo diseño se muestra a continuación, se han obtenido a partir de los resultados químicos de las muestras de las aguas subterráneas que proporciona el laboratorio. Los indicadores a ilustrar para su interpretación son:

La dureza total: está determinada por la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de **agua**, en particular sales de magnesio y calcio (Ca^{2+} y Mg^{2+}), presente en el agua, aunque otros como el hierro, el estroncio y el manganeso también influyen en su endurecimiento, en menor medida.

El **agua** denominada comúnmente como “dura” tiene una elevada concentración de dichas sales y el **agua** “blanda” las contiene en muy poca cantidad. Se clasifica según la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de la dureza del agua.

CUADRO INDICATIVO DE VALORES DE DUREZA	
TIPO DE AGUA	GRADO HIDROMÉTRICOS FRANCESES
Muy blanda	Menos de 7
Blanda	7 - 14
Medianamente blanda	14- 22
Medianamente dura	22 -32
Dura	32 - 54
Muy dura	Mayor que 54

Fuente: elaboración propia.

En la figura 1 se ilustra la distribución espacial del indicador Dureza. El mismo, caracteriza las aguas subterráneas

como aguas duras en la mayoría de la provincia (por contener altos contenidos del ion bicarbonato, siendo del tipo bicarbonatada cálcica y magnésica).

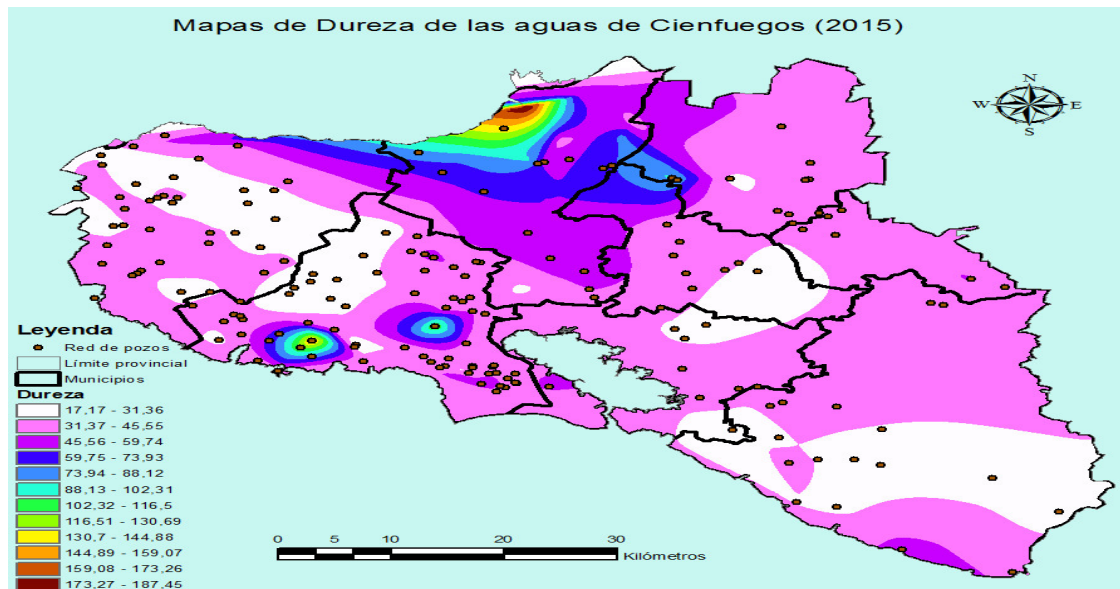


Figura 1. Comportamiento de la dureza en las aguas subterráneas de la provincia de Cienfuegos.

Tener un agua dura influye sobre todo en el rendimiento y el mantenimiento de los electrodomésticos de limpieza, así como en el sabor del agua. Aunque se han hecho estudios que demuestran una ligera relación entre la dureza del agua y la proliferación de enfermedades cardiovasculares, lo cierto es que no existe consenso al respecto. De hecho la Organización Mundial de la Salud, considera que los datos actuales no son suficientes para emitir una recomendación general sobre el nivel de dureza adecuado para 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 (Cromer, 2010).

Por lo anteriormente abordado, se hace necesario conocer, que tratamientos caseros deben proporcionarse al agua de consumo en estos casos. Si se trata de **dureza temporal**, basta con calentar el agua hasta la ebullición para que precipiten el carbonato de calcio y el hidróxido de magnesio. Después se hace una filtración para que desaparezcan los iones de disolución y habrá disminuido de forma considerable la dureza.

Para **eliminar la dureza permanente** se utilizan las resinas intercambiadoras de iones (Descalificadores), que están presentes en filtros de este tipo, aunque casi nunca están al alcance de la población en el territorio.

- Presión osmótica (Po): se define como la presión hidrostática necesaria para detener el flujo de disolvente a través de una membrana semipermeable que

separa dos disoluciones de diferentes concentraciones (sólidos y el líquido donde están disueltos).

Es por ello que para poder determinar la misma se estima la concentración total de sólidos disueltos (TSD) expresada en mg.l^{-1} , la cual se refleja a continuación.

Tabla 3. Caracterización de los sólidos totales

Aporte de sales	Residuo calculado (g.l^{-1})
Bajo	Menos de 0,16
Medio	0,16 - 0,96
Alto	Mayor de 0,96

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Calificación de la presión osmótica en atmósfera.

Calificación	Presión osmótica (atm)
Baja	Menos de 0,1
Moderada	0,1 - 0,54
Alta	Mayor de 0,54

Fuente: elaboración propia.

En la figura 2 se representan las presiones osmóticas que poseen las aguas subterráneas de la provincia distinguiéndose en la mayoría de las aguas con calificación de moderadas con valores promedios que oscilan entre 0,27 y 0,47 atm.

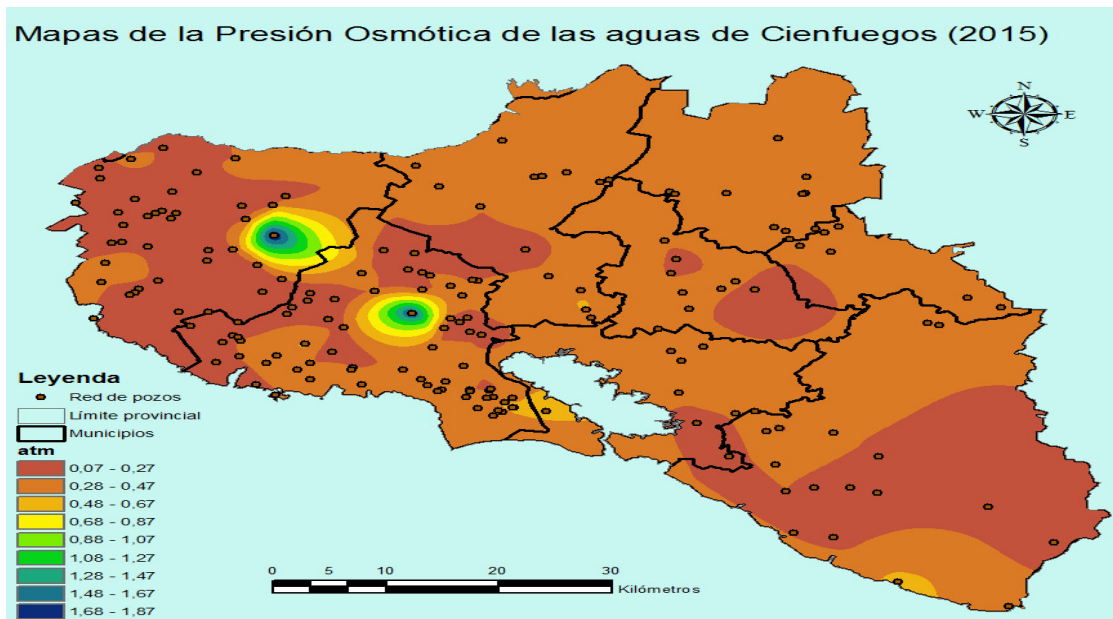


Figura 2. Comportamiento de la Presión Osmótica en la provincia de Cienfuegos.

El cálculo de estos indicadores, tiene una importancia vital en el organismo humano. Es necesario partir del hecho, que una alta concentración de sólidos en el agua, trae consigo una presión osmótica baja (o viceversa) y ello tiene una repercusión perjudicial para los cultivos, los cuales no tendrían un nivel de nutrientes adecuados. Mientras más componentes iónicos existan en el agua, más van a ser los sólidos totales.

Todo ello repercute en el funcionamiento general del organismo. La ósmosis es un proceso vital en los seres vivos. Las células están rodeadas de fluidos como la sangre y la savia con diferentes concentraciones de solutos. La membrana celular es permeable al agua, al oxígeno, al nitrógeno, al dióxido de carbono, a la glucosa y aminoácidos e impermeable a las moléculas de proteínas y polisacáridos.

En el organismo los productos del desecho del metabolismo son eliminados de la sangre por ósmosis en los riñones mediante el proceso conocido como diálisis. Al existir un inadecuado nivel de nutrientes pueden presentarse patologías como la anemia, insuficiencia renal, hipertensión u otros (dependiendo si existe déficit o un exceso de estos nutrientes).

En estos casos el tratamiento idóneo en los hogares es el empleo de los filtros iónicos.

- Porcentaje de sodio posible (PSP): Es la cantidad de sodio que resultaría después de que precipite el CaCO_3 , MgCO_3 y el CaSO_4 . Con este fenómeno dichos

compuestos tienden a aumentar relativamente la proporción del sodio sobre los demás cationes.

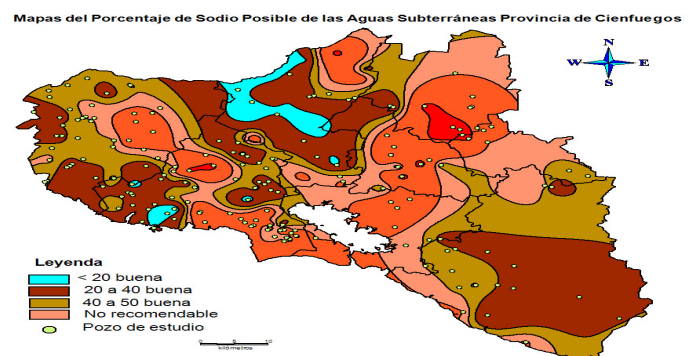


Figura 3. Comportamiento del Porcentaje de Sodio Posible en la provincia de Cienfuegos.

El Porcentaje de Sodio Posible representado en la figura 3 indicó que las aguas subterráneas de la provincia son calificadas de buenas.

El sodio es necesario para 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, desencadenar la enfermedad de Meniere, desarrollar diabetes, enfermarse de Cáncer de estómago (Fondo Mundial para la Investigación de Cáncer), sufrir infartos cerebrales y provocar crisis de hipertensión arterial (González, 2013).

Es muy importante conocer que dejar de consumir por completo el sodio es perjudicial también, pues puede causar convulsiones, deshidratación, parálisis muscular, disminución del crecimiento y entumecimiento general.

De existir un aumento en las aguas de consumo debe emplearse el filtro de intercambio iónico.

- Índice de Saturación Langelier (ISL): Es un modelo de estabilidad con aplicaciones industriales que mide el estado de equilibrio del agua en relación con su carácter incrustante o corrosivo.

El equilibrio del agua es muy importante para asegurar la salud. El carácter corrosivo o incrustante de un agua puede ocasionar problemas en los procesos, un agua con carácter incrustante podría llegar a la situación límite de que se vaya depositando tanto carbonato en una tubería que terminara obturándose, sin embargo un agua corrosiva puede provocar corrosión química en tuberías o depósitos.

El índice de Langelier o de saturación es igual a la diferencia entre el pH del agua considerada y su pH calculado.

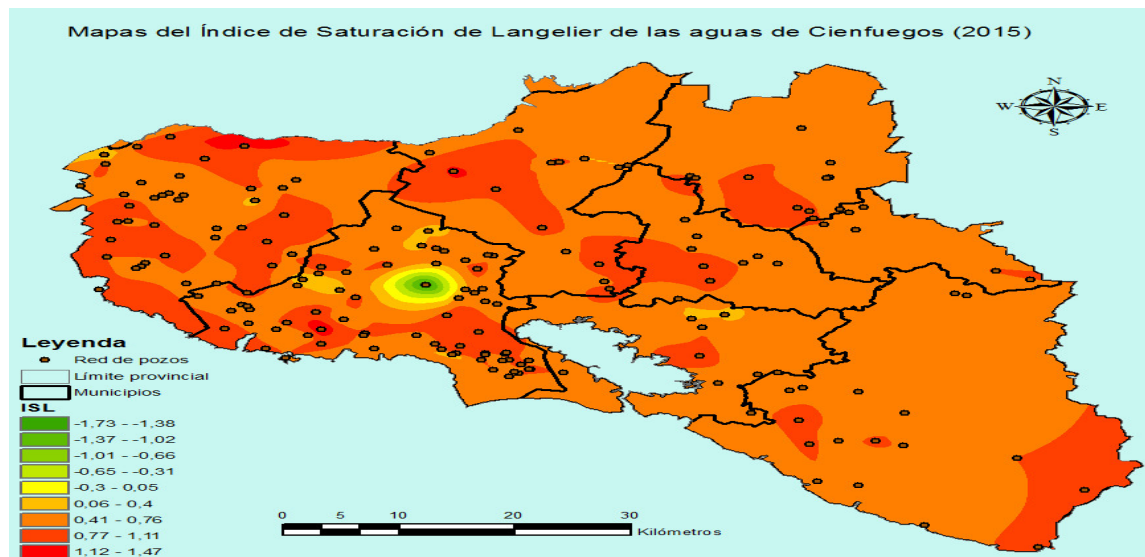


Figura 4. Comportamiento del Índice de Saturación de Langelier en la provincia de Cienfuegos.

Este índice reflejado en la figura indicó que las aguas subterráneas colectivamente en toda la provincia se pueden formar incrustaciones y puede ocurrir precipitación de CaCO_3 .

Los iones de calcio Ca^{+2} sirven para construir y renovar la masa de nuestros huesos. Además también participan en la conducción de los impulsos nerviosos. Es por ello que el agua que tiende a formar incrustaciones, puede provocar alteraciones renales importantes sobre todo cálculos, así como fracturas en ancianos y alteraciones neurológicas. Por este motivo en estos casos es necesario hervir el agua para su consumo.

- Índice de Scott o coeficiente alcalinométrico: Relaciona el posible exceso de sodio respecto al cloruro y sulfato con el álcali para la planta.

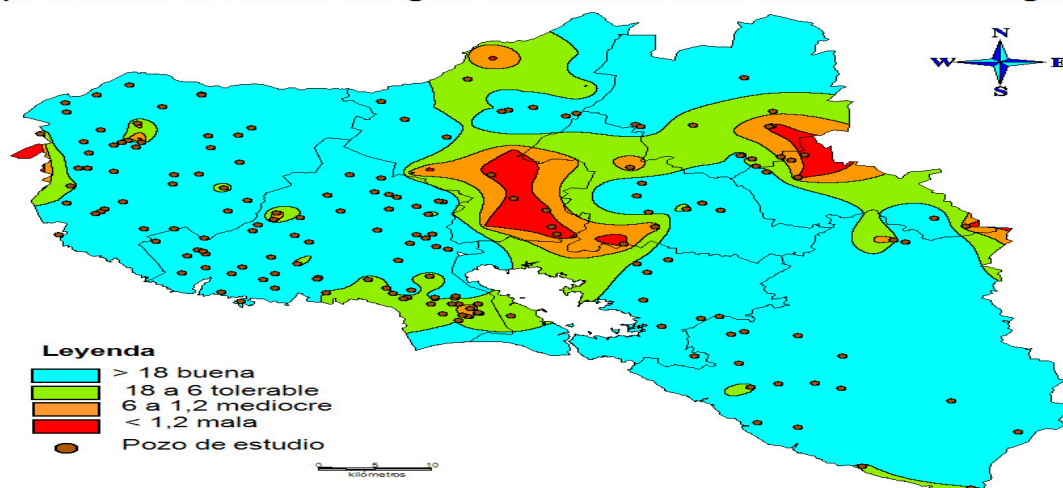
Mapa del Índice de Scott de las Aguas Subterráneas de la Provincia de Cienfuegos

Figura 5. Comportamiento del Índice de Scott en la provincia de Cienfuegos. EAH, 2018

El índice de Scott mostrado en la figura 5 indicó que las aguas subterráneas en toda la provincia generalmente son tolerable existiendo lugares puntuales en los que hay que estar alerta en su uso o destino.

En este caso las consideraciones respecto a la salud humana se relacionan con los aspectos abordados para el cálculo del porcentaje del sodio posible.

Exponemos a continuación algunos aspectos que deben tenerse en cuenta también para el consumo de un agua que no es apta para el consumo. El tratamiento del agua por cloración **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, las fiebres tifoideas y el cólera. No obstante, es incapaz de destruir ciertos microorganismos parásitos patógenos. **La cloración**, por tanto, desinfecta el agua, pero no la purifica por completo.

La cloración solo es eficaz en agua clara. Si no es transparente y contiene impurezas visibles a simple vista, la cloración será mucho menos eficaz. En tal caso habrá que realizar un tratamiento preliminar. Si el agua está turbia, conviene filtrarla y decantarla.

CONCLUSIONES

Los elementos químicos que posibilitan el cálculo de la Dureza caracterizan las aguas subterráneas como aguas duras en la mayoría de la provincia con valores de 31,37 a 45,55 °fH, debiendo ser muy cuidadosos para emplearla en el consumo humano sin ser tratada.

Los análisis mostraron que las Presiones Osmóticas en la mayoría de las aguas de la provincia tienen calificación de

moderadas con valores promedios que oscilan entre 0,27 y 0,47 atm. En estos casos son aptas para el consumo

El Índice de Saturación de Langelier de las aguas subterráneas en la provincia de Cienfuegos indicaron valores promedios de 0,41 en adelante, que posibilitan las formaciones de incrustaciones y puede ocurrir precipitación de CaCO_3 .

El Porcentaje de Sodio Posible indicó que las aguas subterráneas de la provincia son calificadas de buenas para el consumo, oscilando los valores entre 20 % y 50 %.

El Índice de Scott reveló que las aguas subterráneas en toda la provincia son tolerables en su mayoría con valores mayores de 18 k, especial atención para su consumo en Santa Isabel de las Lajas, Aguada y la localidad de Reina en el municipio de Cienfuegos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castro, N. (2014). Contaminación de las aguas. Presentación en el Tratamiento de aguas y residuales. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.
- Cuba. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. (2015). Seguridad en el agua de consumo. Cienfuegos: Empresa de Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos.
- Cuba. Oficina Nacional de Estadística e Información. (2015a). Anuario Estadístico de Cienfuegos 2014. La Habana: ONEI.
- Cuba. Oficina Nacional de Estadística e Información. (2015b). Anuario Estadístico de Lajas 2014. La Habana: ONEI.

- Cuba. Oficina Nacional de Normalización. (2012). *Vertimiento de Aguas Residuales a las Aguas Terrestres y al Alcantarillado*. NC 27:2012. La Habana: ONN.
- García, F. (2010). Incorporación del Ecomapa en el diagrama de flujo de procesos de manufactura, para un programa de producción más limpia. Recuperado de <http://www.gestec.disaic.cu>
- Rivera, A., González, J., Martínez, J., & Ferry, C. (2013). La cooperación internacional en la esfera del agua: acciones y desafíos en Cuba. Recuperado de <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/water-cooperation-2013/launch-water-cooperation-2013/water-cooperation-in-focus/>
- Tamayo, H. (2010a). En toda Cuba el agua es potable. Recuperado de <http://www.radiorebelde.cu/autor/index.php?nombre=hilia-tamayo-batista/&pag=42>
- Tamayo, H. (2010b). La cobertura de agua potable en Cuba se aproxima al 96 por ciento. Recuperado de <http://www.radiorebelde.cu/noticia/la-cobertura-agua-potable-cuba-se-aproxima-96-por-ciento-20100329/>