Ingeniería Industrial/ISSN 1815-5936/Vol. XLIII/No. 1/enero-marzo/2022/4307

ARTICULO ORIGINAL
GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

Perfeccionamiento de la gestión pública del agua en Cuba

Improvement of public water management in Cuba

Inés María Chapman-Waugh [I]

https://orcid.org/0000-0001-7699-3350

Antonio Monzón-Sánchez [II]

https://orcid.org/0000-0003-0167-5547

Miriam Valdés Pérez [III]

https://orcid.org/0000-0002-1159-7274

[I] Gobierno de la República de Cuba. La Habana, Cuba
correo electrónico: chapman@cecm.cu
[II] *Organización Superior de Dirección Empresarial de Agua y Saneamiento. La Habana*. La Habana, Cuba
correo electrónico: monzon@ays.cu
[III] Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos

https://orcid.org/0000-0002-1159-7274
correo electrónico: despachoinrh@hidro.gob.cu

Recibido: 28 de septiembre del 2021.
Aprobado: 7 de noviembre del 2021.

RESUMEN

Se identifican al conjunto de ideas y acciones prácticas que han contribuido a la rehabilitación hidráulica del acueducto de Santiago de Cuba y su integración sobre una perspectiva científica e innovadora. En la investigación se aplicaron diferentes métodos, entre los que se destacan: el análisis y la síntesis, el relevamiento de información directa de fuentes vivas; tales como cuestionarios y entrevistas, métodos estadísticos descriptivos, estudio de modelos precedentes sobre la administración pública del agua, el trabajo en equipo y otros procesos. El estudio permite sentar las bases para perfeccionar y mejorar la efectividad de la gestión pública del agua en Cuba.

Palabras claves: rehabilitación, hidráulica, perfeccionamiento, gestión, innovación.

ABSTRACT:

It is identify a set of ideas and practical actions that have contributed to the hydraulic rehabilitation of the Santiago de Cuba aqueduct and its integration based on a scientific and innovative perspective. Different methods were applied in the research, among which the following stand out: the analysis and synthesis, the survey of direct information from live sources, such as questionnaires and interviews, descriptive statistical methods, study of previous models on the public administration of water, teamwork and other processes. That researc allow to lay the foundations to perfect and improve the effectiveness of public water management in Cuba.

Keywords: rehabilitation, hydraulics, improvement, management, innovation.

I. INTRODUCCIÓN

La gestión de los recursos hídricos conforma en el mundo un asunto de vital importancia. En este sentido, Ramonet (2002) ha afirmado que « […] una de las guerras fundamentales en este siglo, va a estar determinada por los problemas de la degradación del ambiente, la contaminación y la escasez del agua dulce» [1]. En Cuba, país de escasos recursos y bajo la permanencia de un bloqueo financiero, económico y comercial que dura ya más de 60 años el asunto adquiere especial relevancia y la gestión del agua se convierte en uno de los ejes estratégicos para el desarrollo de una nación próspera y sostenible, junto a la soberanía tecnológica para su administración.

La actividad hidráulica en los últimos 59 años ha evolucionado de forma positiva Bajo el amparo de un cuerpo legal. Con antecedentes en el Decreto Ley No. 138/1993 de las Aguas Terrestres y, el otorgamiento a la Institución de la condición de Organismo de la Administración Central del Estado (OACE) amparado por el Decreto Ley No. 280/2011. Esta misión institucional se erige en los principios básicos establecidos en la Constitución de la República, en la Ley No. 81 de Medio Ambiente de 1997, la Política Nacional del Agua, la Ley No. 124/2017 de las Aguas Terrestres y su Reglamento. Se implementa una nueva innovación organizacional del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) como autoridad del agua en Cuba [2; 3].

La continuidad del trabajo se consolida a partir de la aprobación del Programa Integral de Desarrollo Hidráulico (PIDH 2020-2030) que constituye la vía para la implementación del objetivo 6 de los Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) en el sector hidráulico y el elemento fundamental para la ejecución del Sistema de Ciencia Tecnología e Innovación amparado por la Resolución 287/2019 del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA).

La rehabilitación de los sistemas de abasto y saneamiento en Cuba ha sido relevante, sobre todo en la región oriental del país y especialmente en Santiago de Cuba, debido a sus dimensiones y complejidad.

El sistema de abasto y saneamiento de la ciudad de Santiago de Cuba data de inicios del Siglo XX. La efectividad de su gestión técnica se deterioró por un limitado accionar desde el punto de vista de su mantenimiento y sostenibilidad. El crecimiento de la población también incidió negativamente en el cumplimiento de su misión. Los ciclos de distribución, la continuidad del servicio y la calidad del agua no satisfacían las exigencias y necesidades de incremento poblacional.

Antes de la rehabilitación del acueducto, existían alrededor de 250 000 habitantes que recibían el servicio entre siete y nueve días, más de 76 500 tenían el ciclo de distribución en 15 días y 16 356 que no recibían servicio de acueducto. Para paliar dicha situación se

realizaban, como promedio, unos 200 viajes - carros cisterna diarios que abastecían parte del sector residencial y a instituciones estatales de servicios básicos, trayendo consigo altos consumos de combustible.

Por lo anterior el gobierno cubano acometió una inversión desde las fuentes de abasto hasta las redes de distribución. Por causa del estado técnico se realizó una intervención integral y prácticamente total de sus objetos de obras con énfasis en: estaciones de bombeo, conducciones forzadas, plantas potabilizadoras, tanques de regulación y redes de distribución. La inversión, realizada en unos cuatro años fue valorada en 180 millones de pesos y participaron, en el momento pico, más de 2000 trabajadores, entre proyectistas y constructores. El desglose de la intervención constructiva en la rehabilitación del acueducto en Santiago de Cuba puede resumirse en la tabla 1.

Tabla 1. Desglose de la intervención constructiva.

No.	Objeto de Obra	Unidad de medida	Cant.	Observaciones
1	Fuente de abasto	Unidad (U)	4	Rehabilitación obra de toma presa Gilbert y nuevas perforaciones en pozos profundos.
2	Nuevas estaciones de bombeo	U	22	Estaciones de bombeo Mogote (2). Gota Blanca (1) y la Ketty (1) y el resto dentro de la ciudad.
3	Conducciones forzadas	Km	65	Sistema Mogote y Gota Blanca
4	Plantas potabilizadoras	U	4	Rehabilitadas Quintero I y II y Parada y El Caney como obra nueva
5	Tanques de regulación		4	Rehabilitados desde el punto de vista estructural.
6	Tuberías de alimentación	Km	91	Tuberías entre los tanques y las tuberías principales de las redes de abasto.
7	Redes de abasto	Km	960	Entre renovadas y ampliadas debido a la ausencia de redes en las zonas periféricas, dividida en 32 sectores hidrométricos.
8	Conductoras principales	Km	128	Rehabilitación y construcción de conductoras desde las fuentes de abasto de agua (embalses y pozos)
9	Redes de distribución	Km	1014	Rehabilitación y ampliación de redes en la ciudad.
10	Acometidas	U	125 000	Conexión a viviendas.

No obstante, el INRH que concebía el crecimiento de dichas inversiones en el país adolecía de una estrategia para la administración pública del agua en Cuba soportadas en bases científicamente argumentadas que contribuyeran a mejorar la efectividad en el cumplimiento de las funciones estatales correspondientes.

De acuerdo con lo anterior, el presente artículo tiene como objetivo identificar un conjunto de ideas y acciones prácticas que han contribuido a la rehabilitación hidráulica del acueducto de Santiago de Cuba y su integración sobre una perspectiva científica e innovadora que permiten sentar las bases para perfeccionar y mejorar la efectividad de la gestión pública

del agua en Cuba. En este sentido varias son las investigaciones realizadas, entre las que se destacan las que se reflejan en la Tabla 2.

Tabla 2. Investigaciones y trabajos técnicos realizados sobre la gestión del agua en el sector hidráulico cubano en los últimos años [4; 5; 6; 7; 8]

Nº	Investigación	Autor	Año
1	La gestión de la tecnología y la innovación en empresas de base tecnológica del sector hidráulico cubano.	Monzón Sánchez, A.	2015
2	Procedimiento para la rehabilitación e intervención constructiva de los sistemas de abasto y saneamiento en Cuba.	Monzón Sánchez, A. et al.	2015
3	Contradicciones en torno a la determinación del costo del servicio de acueducto.	Wilson Kindelan, J.	2017
4	Estrategias para el manejo integral de pérdidas de agua.	Ramos Joseph, M.	2017
5	Actualización del potencial hídrico de la provincia de Santiago de Cuba.	Durand Silveira, M.T.	2017
6	Proceso de perfeccionamiento en el INRH.	Barrera Ferrán, R.	2017

En el período 2008-2020 se introdujeron las innovaciones y racionalizaciones basadas en la experiencia y el espíritu innovador de proyectistas, trabajadores y constructores. Se destaca por su repercusión hacia el futuro de la organización, la sectorización de sus redes de abasto en 32 sectores hidrométricos, así como la rehabilitación moderada[1], en las redes de abasto del Casco Histórico de la ciudad. En dicho Casco permanecieron sin cambios unos 24,5 km de tuberías con alrededor de 100 años de antigüedad quien proporcionó la primera evidencia práctica de la factibilidad de la rehabilitación moderada. Este tipo de acción parcial y no invasiva, derivada de un diagnóstico sobre el sistema, para devolverle a este su eficiencia de acuerdo a su diseño original y con mejoría a futuro. La rehabilitación moderada es contentiva en principio de la sectorización de la red de abasto y puede incluir la rehabilitación propiamente dicha de tuberías, renovación de estas y/o ampliación según exijan las condiciones del sistema. La rehabilitación es moderada pero integral: abasto, alcantarillado y drenaje pluvial (Monzón Sánchez, A.2015) [5].

Otra innovación que trascendió los límites del territorio nacional, fue la de realizar la entrega de los sectores hidrométricos una vez concluida su rehabilitación en el marco de los consejos populares de la ciudad y en presencia de la población residente.
En adición, desde el punto de vista organizativo, el proceso de la concepción de las bases para el perfeccionamiento de la administración pública del agua en Cuba fue la mayor innovación del tipo organizacional ideada a raíz del propio proceso de rehabilitación del sistema de abasto de Santiago de Cuba. Sin embargo, como muchos otros, carecen de un soporte científicamente actualizado y dotado de un herramental convenientemente informatizado. Varios son los investigadores que han encontrado limitaciones diversas en los modelos de gestión del agua estudiados, entre ellos: Rhodes, 2000; Carabias & Landa, 2005; Guhl, 2008; Rivas, 2009; Ventura, 2010; Rodríguez, S. (2014) y Pinos, 2020. [9; 10; 11; 12; 13; 14; 15;].
Si bien la inversión tuvo finalmente un impacto positivo en la población al establecerse una operación con suministro diario y con una continuidad de su servicio y calidad mejoradas, también es necesario señalar que la misma requiere de aplicar líneas de acciones novedosas, al ser ejecutada sin afectar la vida cotidiana de la población y con la utilización de varias brigadas constructivas y nuevas tecnologías (en otros términos, hacer ciencia e innovar trabajando) que condujeron a la formulación de diversas preguntas e hipótesis válidas para investigaciones posteriores.

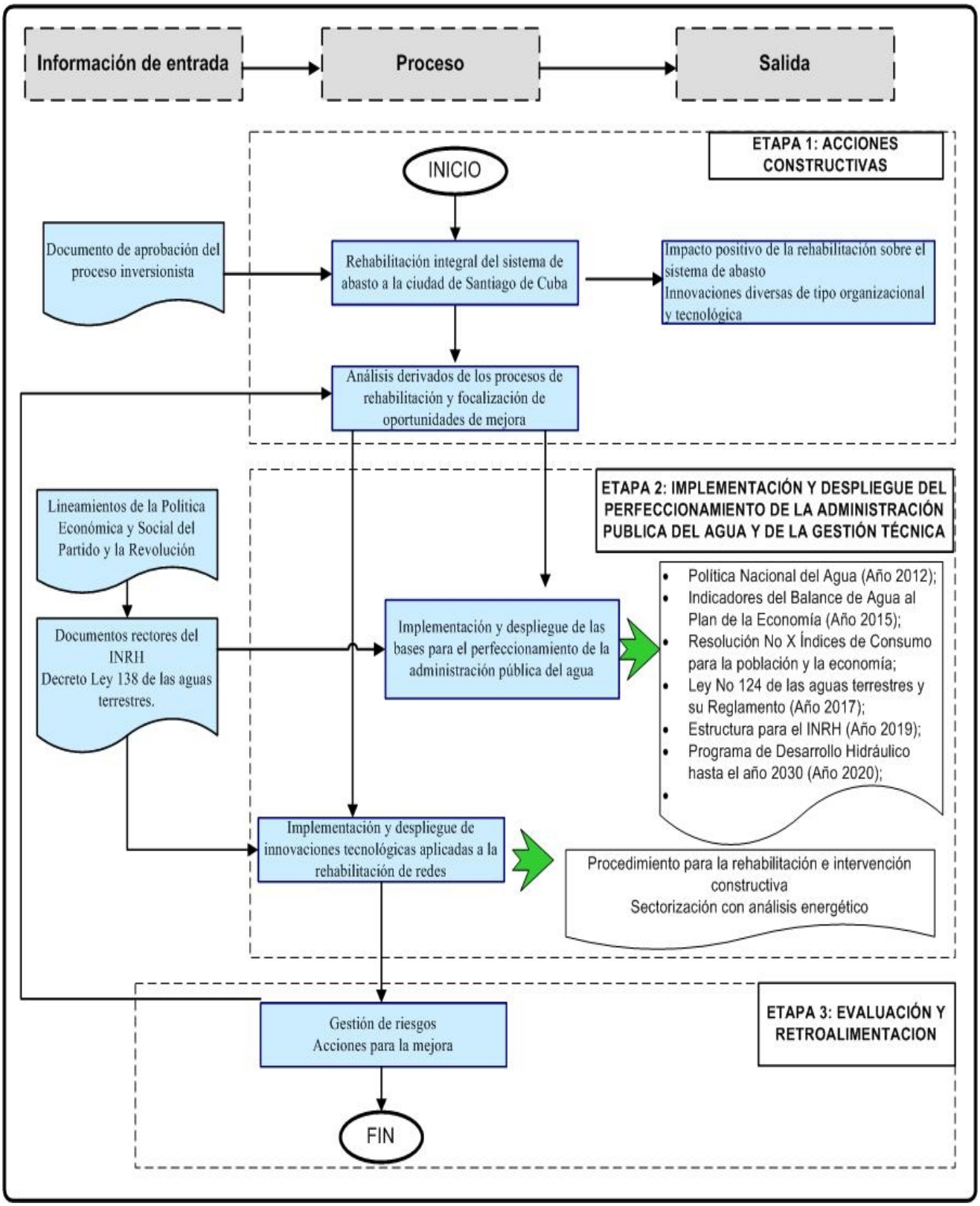

Fig. 1. Secuencia de ideas entre la rehabilitación del sistema de abasto de Santiago de Cuba y el perfeccionamiento de la administración pública en el sector hidráulico en Cuba (INRH, 2020) [2; 3]

III. RESULTADOS

Después de la rehabilitación del sistema de abasto a la ciudad de Santiago de Cuba, durante un periodo de cuatro años, se realizó un análisis minucioso de la investigación aplicada. Dicha investigación implicó el trabajo arduo de: cuadros, dirigentes, funcionarios y trabajadores del sistema que propusieron nuevos resultados tanto en materia organizacional como de naturaleza técnica.

Se determinó el concepto de rehabilitación moderada, así como el análisis energético en las redes de abasto bajo los conceptos de resiliencia y coeficiente de uniformidad en las redes de abasto y su generalización en el sector hidráulico fueron aprobados en un Consejo Técnico Asesor del INRH cuatro años posteriores a la rehabilitación del Sistema de abasto a la ciudad de Santiago de Cuba.

Una selección de innovaciones y oportunidades de mejora derivadas de la rehabilitación e intervención constructiva en el sistema de abasto a la ciudad de Santiago de Cuba se presentan en la **Tabla 3.**

Tabla 3. Selección de innovaciones introducidas y oportunidades de mejora post rehabilitación

No.	Principales innovaciones	Tipo de innovación
1	Procedimiento para la rehabilitación moderada y sectorización de redes con análisis energético de las redes.	Organizacional y tecnológica[1] de alcance regional que se desarrolla post rehabilitación aprobándose en CTA del año 2015.
2	Empleo de la tecnología del polietileno de alta densidad (PEAD) relativamente nueva en el país.	Innovación tecnológica que abarca las tuberías y herramientas de construcción (soldadura por termofusión y excavadoras de alta productividad).
3	Empleo del hormigón fluido para compactación de las zanjas para tuberías.	Innovación tecnológica que garantiza la compactación sobre todo en grandes diámetros.
4	Registros tipo bonetes en válvulas de regulación y desagüe.	Innovación tecnológica que sustituye el empleo del hormigón.
5	Proceso de comunicación	Entrega pública de los sectores hidrométricos rehabilitados con presencia de los factores de las diferentes zonas de la comunidad (evaluación de la inversión por la población)
6	Organización del proceso inversionista una dirección única, gestionada integralmente por una coordinación general.	Organizacional con nuevos estilos y formas de dirección (por sectores hidrométricos) (se introduce la unidad mínima de control)
7	Instalación de válvulas reguladoras de presión (válvulas automáticas) (11)	Organizacional y procesos, formación de puestos
No.	**Oportunidades de mejora**	**Tipo de innovación**
1	Generalización del procedimiento para la rehabilitación moderada y sectorización	Generó una innovación organizacional y tecnológica al introducir cambios en la normativa cubana vigente sobre el PEAD (NC 969: 2018).
	Implementación y despliegue de las bases para el perfeccionamiento de la administración pública del agua en Cuba.	Innovación del tipo organizacional que puede servir como referente a los países del área (2015)
3	Política Nacional del Agua (2012)	Generó una política innovadora, pautas para la administración y la gestión del agua en Cuba (no existía una política)
4	Perfeccionamiento del procedimiento de inversiones en el INRH.	Rehabilitación en el sentido de movimiento del agua (2012).
5	Proceso de comunicación institucional.	Generó una transformación en la comunicación social con la participación de todos los actores de la sociedad.
6	Creación de una nueva empresa (Acueducto y Alcantarillado).	Separación de funciones estatales y empresariales.

[1] Organizacional porque ordena la secuencia para la rehabilitación de un sistema de abasto desde la etapa de proyecto hasta la evaluación pos inversión y tecnológica porque a partir de una actualización del estado del conocimiento internacional se introduce cambios totalmente nuevos en la manera de proceder técnicamente ante la necesidad de una intervención constructiva en los sistemas de abasto.

IV. DISCUSIÓN

Resulta de vital importancia analizar y mejorar la organización desde la experiencia científica y la innovación apoyada en el flujo de información. Durante la ejecución de la rehabilitación del acueducto de Santiago de Cuba se corroboró el aprendizaje y la experiencia con la investigación para obtener diferentes tipos de innovaciones: se creó una nueva empresa (innovación organizacional) con una interacción directa con la Universidad de Oriente y participación de expertos, se estableció un vínculo directo con la población (innovación comunicacional) lo que agilizó el trabajo y permitió la retroalimentación de la calidad, evaluación y control, o sea, todo un proceso articulado e interactivo, este modelo tiene un gran componente social, con activa participación de las organizaciones políticas y de masas y una amplia comunicación social, modelo que solo es posible en un sistema socialista como el nuestro.

Luego de la revisión del estado del conocimiento y de la práctica sobre el tema objeto de estudio, se continúa el desarrollo de perfeccionamiento del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), se introducen nuevos elementos, para perfeccionar la gestión a partir de la planificación, ejecución, verificación, evaluación y mejora. Entre otras podemos mencionar:

-La elaboración sobre bases científicas, de un modelo conceptual, procedimiento general y sus herramientas para el perfeccionamiento de la administración pública del agua en Cuba, que permita su aplicación en la organización a partir de una revisión de lo reglamentado hasta la actualidad.

-La incorporación de las tecnologías de la información y las comunicaciones al mencionado proceso como una vía para reducir los tiempos hacia la toma de decisiones entre otras ventajas.

-La incorporación de mejoras que resulten de la revisión del estado del conocimiento y de la práctica en otros países, con énfasis, en los ubicados en el área iberoamericana. La implementación y despliegue en todo el proceso y de manera transversal a éste de una gestión de la ciencia, la tecnología y la innovación más intencionada desde cada una de las administraciones del sector hidráulico en Cuba.

-Resultará imprescindible incorporar al procedimiento y desarrollar un proceso de capacitación sobre la gestión de la innovación en todos los niveles de la Organización, con énfasis en los cuadros para realizar una gobernabilidad cada vez más innovadora.

V. CONCLUSIONES

La revisión del estado del conocimiento y de la práctica precedente desde la rehabilitación del acueducto de Santiago de Cuba hasta el establecimiento de las bases para el perfeccionamiento del sector hidráulico cubano, ha permitido arribar a las conclusiones siguientes:

1. Se contribuye al establecimiento de las bases para el perfeccionamiento de la gestión pública del agua en Cuba, desde una perspectiva científica e innovadora.
2. Es pertinente un redimensionamiento de la estructura en la administración pública del agua en Cuba, a partir del conocimiento teórico y práctico.
3. La concepción e implementación de un modelo multidimensional, un procedimiento operacional y de sus herramientas asociadas y su despliegue

efectivo en toda la organización puede contribuir a mejorar la efectividad de la gestión pública del agua en Cuba.

VI. REFERENCIAS

1. Ramonet, I. Las Guerras del siglo XXI. Editorial Grijalbo. (2002). Barcelona. España. Colección: Arena Abierta.ISBN 84-397-0933-1
2. Asamblea Nacional del Poder Popular. Decreto Ley 124 de las Aguas Terrestres. Ley 124/17. Gac Of Repub Cuba. 2017;(GOC-2018-124-O6). ISSN 0864-0793.
3. Asamblea Nacional del Poder Popular. Ley No. Ley 81 del Medio Ambiente .Gac Of Repub Cuba. 1997; (81). ISSN 0864-0793.
4. Monzón Sánchez, A. La gestión de la innovación y la tecnología en empresas de base tecnológicas del sector hidráulico cubano. (2015) Tesis doctoral Universidad Central de Las Villas. Santa Clara, Cuba.
5. Monzón Sánchez, A. et al; Procedimiento para la rehabilitación e intervención constructiva en los sistemas de abasto y saneamiento de la República de Cuba. Documento de trabajo aprobado en CTA del año 2015. Ciudad Habana. Cuba. 2015.
6. Wilson Kindelan, J. Contradicciones en torno a la determinación del costo del servicio de acueducto. (2017).Revista Santiago Universidad de Oriente avenida Patricio Lumumba. (142). ISSN–2227-6513.
7. Ramos Joseph,M. Estrategia para el manejo integral de pérdidas de agua. Revista Voluntad Hidráulica. 2017; (122). ISSN 0505 -9411.
8. Duran Silveira, MT. Actualización del potencial hídrico de la provincia Santiago de Cuba. Revista Voluntad Hidráulica. 2017; (122). ISSN 0505-9461.
9. Rhodes, R.A.W. (2000). Governance and Public Administration. En Pierre, J. (Ed.), EUA. *[citado el 15 de agosto de 2020]. Disponible en:https://www.researchgate.net*
10. Carabias, J., &Landa, R. (2005). *Agua, medio ambiente y sociedad. Ciudad México.* Universidad Autónoma de México. *[citado el 15 de agosto de 2020]. Disponible en:https://agua.org.mx*
11. Guhl, E. (2008). *Hacia una gestión integrada en la región Andina* (Documento técnico). Bogotá: Comunidad Andina.*[citado el 15 de agosto de 2020]. Disponible en:*https://gestionsostenibledelagua.files
12. Rivas, L A. (2009). Efectos de la Teoría de la complejidad en México. (1ra. Ed.)Ciudad México: Instituto Politécnico Nacional. Libro impreso: España.
13. Ventura, M. La gestión intermunicipal del agua en México. 2010. VertigO-la revue électronique en sciencies de environnement.7.doi:10.400/vértigo.9692
14. Silva Rodríguez de San Miguel, J.A. La gestión del agua a través de sus modelos administrativos. (2014). Research Gate. Instituto Politécnico Nacional. Ciudad de México. México.
15. Pino, J. Múltiples modelos de gobernanza del agua: Ecuador como caso de estudio. Facultad de Ciencias y Tecnología de Azuay. Cuenca Ecuador. Revista Científica MAZKANA . 2020; 11(1). ISSN 2477-8893.
16. INRH, (2020). Documentos rectores de los Recursos Hídricos. Ciudad Habana. Cuba. [citado el 19 de junio de 2020]. Disponible en: https://www.hidro.gob.cu/es/

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses

Contribución de cada autor:

Inés María Chapman-Waugh: realizo el estudio del estado del conocimiento y de la práctica nacional e internacional. Selecciona del título y objetivos. Elabora la tabla 2. Formula las conclusiones. Redacta el informe.

Antonio Monzón-Sánchez: colabora con la elaboración de la Figura 1. Precisiones sobre el empleo y resultados del Procedimiento para la rehabilitación constructiva en Santiago de Cuba. Selección de innovaciones.

Miriam Valdés Pérez: contribuye con la compilación de información. Revisión del documento y ajustes.