



GESTIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN ARGENTINA. MEDICIÓN INTELIGENTE DEL ODS6 PARA UNA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Marcela G. Aguirre

Federación de Cooperativas y Comunas de Agua Potable y Saneamiento de Santa Fe (FECCAFE). San Juan 29. Provincia de Santa Fe, Argentina.

marcela.aguirre@posgrado.economicas.uba.ar

Resumen

Recibido: 12/2023

Aceptado: 5/2024

Palabras clave

Recursos hídricos

Agua

Agua inteligente

Tecnologías emergentes

Internet de las cosas

El agua cubre más del 70 % de la superficie terrestre, sin embargo, el agua apta para el consumo humano oscila entre el 0,7 y el 1 % del total. Transcurridas dos décadas del Siglo XXI, con alrededor de 6.000 millones de personas habitando el Planeta los estudios de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), dan cuenta de una grave crisis del agua, que se profundizará sin acciones correctivas que preserven este recurso para las generaciones venideras. Las tecnologías emergentes como IOT y la Inteligencia Artificial aportan un panorama alentador para introducir mejoras en el cuidado de los recursos hídricos y en la gestión del agua potable y el saneamiento (AyS). Medir para mejorar la gestión es un aspecto central que contribuye al cumplimiento del Objetivo del Milenio número 6: Agua Potable y Saneamiento de la Agenda 2030 de la ONU. Actualmente existen varios proyectos que contemplan indicadores específicos para eficientizar la gestión de AyS, como el programa “Unidos por Ciudades y Comunidades Inteligentes y Sustentables” (*United for Smart Sustainable Cities*) o U4SSC, que ofrece una plataforma internacional y promueve alianzas entre comunidades en pos del logro de los ODS.

Copyright: Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires.

ISSN: 2250-687X - ISSN (En línea): 2250-6861

DRINKING WATER AND SANITATION MANAGEMENT IN ARGENTINA. SMART MEASUREMENT OF ODS6 FOR A SUSTAINABLE MANAGEMENT OF WATER RESOURCES

Marcela G. Aguirre

Federación de Cooperativas y Comunas de Agua Potable y Saneamiento de Santa Fe (FECC.AFE). San Juan 29. Provincia de Santa Fe, Argentina.

marcela.aguirre@posgrado.economicas.uba.ar

Abstract

KEYWORDS

Water resources
Water
Smart water
Emerging technologies
Internet of things

Water covers more than 70% of the Earth's surface, however, water suitable for human consumption ranges between 0.7 and 1% of the total. After two decades of the 21st century, with about 6 billion people inhabiting the planet, the United Nations (UN) studies show a serious water crisis, which will deepen without corrective actions to preserve this resource for future generations. Emerging technologies such as IOT and Artificial Intelligence provide an encouraging outlook for improvements in the care of water resources and the management of drinking water and sanitation (W&S). Measuring to improve management is a central aspect that contributes to the fulfillment of Millennium Development Goal number 6: "Drinking Water and Sanitation" of the UN 2030 Agenda. There are currently several projects that contemplate specific indicators to make W&S management more efficient, such as the United for Smart Sustainable Cities and Communities (U4SSC) program, which provides an international platform and promotes partnerships between communities in pursuit of the ODSs.

Copyright: Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires.

ISSN: 2250-687X - ISSN (En línea): 2250-6861

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso esencial para toda forma de vida. Es un bien común (Ostrom, 2011, 2014; Zamagni, 2017), que no tiene sustituto en el mercado, un recurso natural renovable pero finito y agotable, que reviste valor social y es considerado un derecho humano de tercera generación¹ (Sen, 2004; Shiva, 2002).

Estudios recientes de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), dan cuenta de la existencia de una grave crisis del agua² generada tanto por factores climáticos como por acciones humanas o antrópicas. Se estima que el 40% de la población mundial sufre escasez de agua y que el 50 % de la Humanidad podría vivir en zonas con escasez de agua hacia 2025 debido a que la demanda mundial de agua dulce superara a la oferta en un 40 % aproximadamente.

Cabe señalar que además del consumo de agua para la sostenibilidad de la vida humana y la biodiversidad, existen otros tipos de consumos por ejemplo recreativos y las actividades productivas como la agricultura, la ganadería, la minería, la industria, la energía hidroeléctrica, que inciden en el equilibrio de la naturaleza al provocar diferentes niveles de calentamiento global, desertización y/o contaminación de océanos y ríos.

Estos efectos son originados tanto por actividades que provocan emisiones de carbono, como por acciones humanas de construcción y urbanización, la tala indiscriminada de bosques y el tratamiento irresponsable de residuos.

Por su parte, la realidad argentina de cuenta de cifras alarmantes. De acuerdo con el Plan Estratégico de Agua y Saneamiento Argentino de 2017, se estima que alrededor de 8 a 10 millones de argentinos/as no acceden a agua potable, unos 19,6 millones no disponen de cloacas en sus viviendas, otros 5 millones carecen de servicios básicos de saneamiento (retretes o letrinas) y sólo el 12 % de las aguas residuales reciben tratamiento, aun cuando existen prácticas agrícolas que utilizan agroquímicos que contaminan los suelos y las aguas cada vez en mayor grado. A su vez, varios acuíferos subterráneos están contaminados con concentraciones de arsénico, nitratos y flúor por encima de los parámetros aceptables por el Código Alimentario Argentino.

Abordar la problemática señalada implica una mirada crítica y aguda sobre las actitudes y comportamientos negativos del ser humano. Sin embargo, a la fecha Argentina no cuenta con un plan estratégico para el sector ni se dispone de mediciones confiables, actualizadas y sistematizadas que permitan la toma de decisiones efectivas por parte de los organismos de contralor.

¹ También conocidos como derechos de solidaridad o de los pueblos, que contemplan temas de carácter supranacional como el derecho a la paz y a un medio ambiente sano.

² <https://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/WWDR-spanish-129556s.pdf>

En el presente artículo se abordan los aspectos centrales de la cuestión en cuatro secciones: 1) Consideraciones sobre la crisis mundial del agua potable hacia la próxima década, 2) Usos y aplicaciones del agua potable por parte del ser humano, 3) Herramientas y dispositivos tecnológicos aplicados a la gestión de los recursos hídricos y 4) Conclusiones.

1. CONSIDERACIONES SOBRE LA CRISIS MUNDIAL DEL AGUA POTABLE HACIA LA PRÓXIMA DÉCADA

La gestión de los recursos hídricos constituye una variable central en la planificación de políticas públicas (Fernández, 2015, 2017) entre otras razones, por su importancia para la salud de la ciudadanía. Pero al mismo tiempo constituye un factor estratégico para empresas y organizaciones por cuanto interviene en toda práctica productiva y de servicios generando huella hídrica³. No obstante, cuando su consumo, tratamiento, liberación y circulación no se controlan cuidadosamente, el agua potable se convierte en un recurso no renovable.

Un aspecto para precisar es que agua y recursos hídricos (RH) no son conceptos sinónimos.

Los recursos hídricos (*water resources en inglés*) se integran por las fuentes naturales de agua y los ecosistemas acuáticos relacionados. El mar, los lagos, los ríos, los glaciares y los acuíferos son ejemplo de RH que se alimentan por el ciclo hidrológico natural que se gestiona en forma natural e independiente de las acciones humanas. Este ciclo se ve alterado por estas intervenciones por lo cual lo que se debe gestionar son las prácticas humanas, las cuales se denominan antrópicas. Los RH son un bien público cuya gestión es responsabilidad del Estado. Pero el agua es extraída de las fuentes naturales y su uso o consumo se permite en forma legal cuando se entrega o se concede por acto administrativo de un Estado. Las aplicaciones del agua son usos consuntivos cuando es transportada al lugar de uso o consumo y la totalidad o parte de ella no regresa a su fuente natural. Son ejemplos, el uso industrial o agrícola y también la navegación, la pesca, la acuicultura, la recreación o la producción de bioenergía.

El estado es responsable de gestionar y velar por las fuentes naturales y los ecosistemas como base de la denominada seguridad hídrica y por su parte, los prestadores y las empresas tanto públicas como privadas deben gestionar los ciclos antrópicos de manera responsable.

Es por ello por lo que la noción que mejor define el rol de la autoridad competente es la de gobernanza de los RH y no del “agua”.

Existe profusa normativa que prescribe la importancia del AyS que está contemplada en el marco del objetivo de desarrollo del milenio número 6: “Agua Limpia y Saneamiento”, establecido por ONU en 2015.

1.1. Normativa relacionada con el cumplimiento del ODS6 “Agua Limpia y Saneamiento”

- a. El Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos, en materia de Derechos Económicos, Sociales y Culturales “Protocolo de San Salvador”

³ La huella hídrica es un indicador que mide la utilización de agua dulce tanto en su uso directo como indirecto por parte de un consumidor o productor.

del 17/11/1988, Art. 11 y 12; que normatiza el derecho a contar con los servicios básicos para todos los seres humanos.

- b. El Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de la Observación General 15 de ONU sobre el derecho al agua, 29º período de sesiones, 2002; párrafos 1 a 6, que impone a los gobiernos la responsabilidad de un marco regulador sobre las acciones de los prestadores públicos y privados⁴
- c. La Convención sobre los Derechos del Niño de 1989, Art. 24, 2º párr., que prescribe a los Estados Parte, luchar contra las enfermedades suministrando agua salubre.
- d. La Convención sobre la Eliminación de todas las Formas de Discriminación contra la Mujer de 1979, Artículo 14, párr. 2.

1.2. Características del ODS6: Agua Limpia y Saneamiento

La ONU estableció diecisiete propósitos a lograr hacia el año 2030 que incluyen 169 metas y 231 indicadores, conocidas como objetivos de desarrollo sostenible (ODS).

En 2015 declaró el acceso al agua potable y al saneamiento como ODS número 6 para promover su consumo responsable, el uso eficiente en actividades económicas y garantizar la utilización de los RH.

Figura 1 ODS relacionados con Agua y Saneamiento



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2015

El ODS6 persigue las siguientes metas:

1. Acceso universal y equitativo al agua potable a precio asequible.
2. Servicio de saneamiento e higiene accesible con foco en sectores vulnerables.
3. Reducción de la contaminación: por descarga de productos químicos peligrosos, reducción de aguas residuales sin tratar y reutilización de agua en condiciones seguras.
4. Eficiencia en la extracción y el abastecimiento de agua dulce.
5. Integración de la gestión de los RH con los ecosistemas relacionados como bosques y humedales.
6. Cooperación internacional hacia una gestión sustentable de AyS.

⁴ (ver Informe sobre Desarrollo Humano 2006 del Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo –P.N.U.D. especialmente capítulo 2 Agua para el consumo humano y párr. 17 a 29 de la Observación General 15.

7. Involucramiento de la población.

Según el informe de la ONU (2003) “Agua para todos, Agua para la Vida” estos desencadenantes de la crisis del agua se distinguen en dos categorías.

Por un lado desafíos relacionados con la satisfacción de las necesidades básicas y el bienestar de la Humanidad y por el otro aquellos concernientes a la gobernabilidad de los RH.

Los retos relacionados con tales necesidades se resumen en:

1. Proveer⁵ agua potable para consumo humano.
2. Proteger los ecosistemas en beneficio del planeta.
3. Resolver las necesidades divergentes provenientes del entorno urbano. Por ej. Las habitacionales.
4. Asegurar el suministro de alimentos para una población mundial creciente
5. Promover una industria más limpia en beneficio de todos
6. Utilizar la energía para cubrir las necesidades del desarrollo

Por su parte, la Declaración Ministerial de La Haya de marzo del año 2000 aprobó siete desafíos a cumplir:

1. Acceder al agua y al saneamiento en cantidad suficiente.
2. Cuidar la calidad del agua
3. Asegurar la provisión de alimentos en comunidades vulnerables mediante un uso más eficaz del agua.
4. Proteger y asegurar la integridad de los ecosistemas mediante una gestión sostenible de los RH.
5. Administrar los riesgos relacionados con los RH.
6. Distinguir los diferentes valores del agua: económicos, sociales, ambientales y culturales a efectos de definir precios asequibles
7. Concientizar a la sociedad sobre la importancia del consumo responsable de agua

Adicionalmente definieron otros cuatro retos:

1. Alentar prácticas empresariales más limpias
2. Controlar el consumo de energía, porque su demanda creciente requiere más agua .
3. Informar a la ciudadanía.
4. Cubrir necesidades específicas relacionadas con agua urbanización.

La crisis del agua se intensifica por toneladas de desechos – en su mayoría contaminantes - vertidos a diario y por comportamientos negativos del ser humano en su mayoría identificables (Sadoff, 2016). En aquellos países donde existe inestabilidad

⁵ Se estima que cada persona necesita alrededor de 50 litros de agua potable por día para alimentarse y atender su higiene y bienestar personales.

económica y las políticas del sector AyS son cambiantes e inefectivas se resiente la evolución sostenible del ODS6 (Aguirre, 2020).

Si a este escenario se suma el crecimiento poblacional y por ende mayores necesidades de alimentación y enfermedades relacionadas; huelga toda explicación adicional que exprese la urgencia de inmediatas acciones de mejora.

2. USOS Y APLICACIONES DEL AGUA

Los usos del agua pueden ser naturales o antrópicos. Entre los primeros destacamos el mantenimiento de los ríos, las plantas, los ecosistemas, del transporte de sedimentos y las reservas naturales. Entre los segundos, el aprovisionamiento doméstico, la recreación, la agricultura, la ganadería, la minería, la industria, la energía hidroeléctrica, la tala indiscriminada de bosques y toda otra intervención humana.

Estas actividades afectan el equilibrio de la naturaleza entre otras razones porque aceleran la pérdida de biodiversidad, la desertización y/o la contaminación de océanos y ríos. En términos generales los tipos de consumo son:

1. Consumo de agua para la sostenibilidad de la vida humana y la biodiversidad. La demanda de agua ha aumentado seis veces en el siglo pasado, mientras que la población mundial durante el mismo período se ha triplicado. Poblaciones crecientes, generan mayor consumo de alimentos, energía hidroeléctrica y otros bienes materiales. Este aumento en la demanda de agua genera un agotamiento de las reservas de agua subterránea y superficial más rápido, del tiempo que se necesita para su reposición.
2. Usos del agua en procesos productivos y de servicios y para uso doméstico. Cuando existen requisitos legales el foco de la medición son los niveles de emisión y también se requieren indicadores de calidad de los procesos productivos. En suma, diversas actividades requieren diferentes parámetros de medición.

3. TECNOLOGÍA APLICADA A LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Los indicadores específicos de RH deben considerar el problema en forma integral y comprensible e incluir criterios comparativos para analizar en tiempo real las variables hidrológicas, las problemáticas sociales, políticos y económicas que inciden en el uso del recurso.

Las actuales tecnologías emergente como la metodología IOT permiten gestionar de forma inteligente la distribución de agua, a través de una plataforma abierta validada como una solución factible para las necesidades del sector referenciada como un Sistema Inteligente de Gestión del Abastecimiento y Consumo de Agua.

Esta solución permite medir on line, procesar los datos recolectados con TICs y establecer parámetros medibles automáticamente , definir la red de comunicaciones adecuada para la transmisión de datos a través de tecnología informática

Los requerimientos mínimos de este tipo de proyectos incluyen:

1. Red de Comunicación inalámbrica, análisis de mapas y área de cobertura para estimar la cantidad de estaciones base (*Gateway*) a instalar, y el monitoreo de Pozos (caudal, presión, consumo eléctrico, etc.).

2. Análisis de herramientas para medición de nivel en pozos y tanques de almacenamiento: Detección de fugas en redes de distribución, estudio de planos con longitudes, medidas y bocas de inspección.
3. Evaluación de diferentes escenarios para detección de fugas, medición de consumo y presión en domicilios.
4. Determinación de cantidad de puntos testigo a considerar.
5. Relevamiento de prestadores de AyS , tipo y cantidad de equipos a adquirir.
6. Integración con protocolos industriales; por ej.: Plataforma de Software, por ej., monitoreo, alertas y tendencias posibles.
7. Detalle de especificaciones técnicas y del presupuesto económico-financiero para adquirir la infraestructura informática y realizar una prueba de concepto previo a la implementación del proyecto.

Los beneficios de este tipo de soluciones promoverán incrementos de productividad en la prestación del servicio y orientarán la gestión de los prestadores

Asimismo, existen diferentes marcos para la gestión del agua por ejemplo: la iniciativa *Global Reporting*, en el contexto de la gestión medioambiental ISO 14001 que evalúan escasez, o la herramienta *Aqueduct* del Instituto de Recursos Mundiales (WRI) o el filtro de riesgo del agua de la organización global multicultural *World Wildlife Fund* (WWF) que también evalúa riesgo de escasez.

La iniciativa U4SSC impulsada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y sus grupos de interés apunta a la creación de un Sistema Inteligente de Gestión del Abastecimiento y Consumo Urbano de Agua y a la medición a través de indicadores fundamentales de rendimiento (IFR) para las ciudades inteligentes y sostenibles (CIS) de acuerdo con la norma internacional “Recomendación UIT-T Y.4903/L.1603”, normatizada por la UIT.

Existen 91(noventa y un) indicadores que las ciudades pueden medir y reportar. Cada uno se ubica en una de cuatro dimensiones de inteligencia y sustentabilidad de una ciudad: “Economía”, “Medio Ambiente” y “Sociedad y cultura” y “General”. A su vez, cada una de las dimensiones de los IFR de U4SSC ofrece un punto de vista del progreso en su área.

Figura 2 Indicadores Fundamentales de Rendimiento – Dimensiones



Fuente: Trevignani et al., 2020.

En Argentina una experiencia⁶ de éxito es el Grupo de Trabajo de Servicios de Internet de la Subsecretaría de Telecomunicaciones y Conectividad de la Nación que promueve la tecnología IOT y el desarrollo de políticas públicas en temas de salud pública y medio ambiente.

Asimismo, el Ministerio de Desarrollo Productivo diseñó un Plan de Desarrollo Productivo⁷ Argentina 4.0, para impulsar la adaptación al paradigma 4.0 y el desarrollo de soluciones tecnológicas 4.0

⁶ Estos proyectos están alineados con los objetivos planteados en la Conferencia Mundial de Desarrollo de la UIT, realizada en Buenos Aires, Argentina en 2017 en su Resolución 85 que define facilitar la IOT y las CIS para el desarrollo global.

⁷ <https://www.argentina.gob.ar/produccion/planargentina40>



3.1. Indicadores específicos para la medición del servicio AyS

Un aspecto importante de los sistemas de gestión del agua es que los IFRs expresen de manera efectiva el rendimiento del atributo que miden. Desarrollar indicadores de gestión alimentados por mediciones en tiempo real es el núcleo de una solución viable.

Algunos ejemplos de métricas del ODS6 son: los Contadores o sensores inteligentes de producción de agua, el monitoreo de abastecimiento de agua domiciliar y de empresas, el porcentaje de hogares con acceso a suministro básico de agua y el nivel de residuos domiciliarios.

La Metodología de recolección de KPIs para las CIS; se encuentra detallada en el texto: “*Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities*”.

Figura 2 Ejemplos de IFRs.- Dimensión Medio Ambiente – Agua y Saneamiento

 AGUA Y SANEAMIENTO	Contadores de agua inteligentes
	<i>Control por TIC del suministro de agua</i>
	Suministro de agua básico
	Suministro de agua potable
	Fugas en el suministro de agua
	Recogida de aguas residuales
	Saneamiento en hogares
 DRENAJE	<i>Control por TIC del sistema de drenaje/ aguas pluviales</i>

Fuente: Informe de Verificación Santa Fe, 2020

Nota: Columna izquierda: Categoría, columna derecha IFR/Punto de Datos

En un mundo de *Data Sciences* y metodologías ágiles, con talento humano para producir bienes del conocimiento y generar información en tiempo real y confiable para la toma de decisiones, es hora de definir acciones concretas para que el agua potable y las acciones para el saneamiento, sean asequibles por las futuras generaciones.

Cuadro 1 Ejemplo de Indicadores fundamentales de rendimiento para ciudades inteligentes y sostenibles

Dimensión	Ciudades Inteligentes en la Medición del ODS6
Categoría	Agua y saneamiento
KPI	Medición inteligente de agua potable
Definición	Porcentaje de implementación de contadores de agua inteligentes
Descripción	El agua se está convirtiendo en un bien cada vez más escaso en diversas zonas del país. Las tendencias futuras pronostican el agravamiento del problema. Este IFR mide en tiempo real el consumo, informa y monitorea los patrones de consumo de agua.
Razones	Estas mediciones pueden ser eficaces para la medición de detección de fugas.
Unidad	Porcentaje
Bases de datos	Los datos se pueden recopilar de los servicios públicos de agua locales.
Otros indicadores posibles	<ol style="list-style-type: none"> 1. Porcentaje de hogares con acceso a suministro básico de agua 2. Nivel de residuos domiciliarios y cloacales 3. Nivel de Agua no contabilizada: fuga en redes no detectada por cañería obsoletas. 4. Recolección de aguas residuales: para permitir un tratamiento centralizado que reduzca el riesgo de enfermedades.

Fuente: Elaboración propia en base a Trevignani et al., 2020

3.2. Proyecto Piloto de Medición Inteligente en ECAS de la Provincia de Santa Fe, Argentina

En las localidades fuera de las grandes urbes el servicio de agua potable y cloacas es cubierto por empresas cooperativas de servicios públicos de AyS (ECAS) por cuanto ni el Estado ni los prestadores privados dan cobertura. En el primer caso por una pérdida de su rol tutelar y en el segundo porque el sector no es rentable.

En la estructura orgánica de las empresas cooperativas, las ECAS son organizaciones de primer grado que pueden estar asociadas a órganos de segundo grado denominados federaciones y a su vez, estas últimas pueden pertenecer a órganos de tercer grado o confederaciones. El servicio AyS tiene federaciones en aquellas provincias argentinas donde existen ECAS y no existe aún una confederación que lo represente (Aguirre, 2020).

La experiencia de las ECAS, que tiene escasos antecedentes a nivel global (Fernández, 2015, 2017), ha tenido un desarrollo creciente en las últimas décadas y da cobertura a alrededor de 8 millones de ciudadanos argentinos. Sin embargo el sector presenta un atraso histórico con relación con otros servicios públicos, acentuado por la desfinanciación de los últimos años en

obras de infraestructura. Asimismo, la falta de escala en la prestación del servicio impide a las ECAS contar con los recursos para hacer frente a los complejos desafíos del sector.

En la provincia de Santa FE, Argentina una de las federaciones existentes es la Federación de Cooperativas y Comunas de Agua Potable y Saneamiento de la Provincia de Santa Fe⁸ (FECCAFE) que está integrada por cuarenta y dos (42) asociadas de las cuales veintinueve (29) son ECAS y el resto Comunas y Municipios prestadores de A&S en forma directa. Estas organizaciones dan cobertura a alrededor de 300.000 habitantes de la provincia.

Dicha federación pretende impulsar un Proyecto Piloto (PP) de agua inteligente (*Smart Water*) en dos localidades cuyas respectivas ECAS están asociadas a la entidad. El trabajo conjunto entre las ECAS, las Comunas concedentes y FECCAFE se enmarcará en el ODS17 Alianzas Estratégicas, contribuirá al logro del ODS6 y sentará las bases para avanzar hacia el ODS11 ciudades sostenibles al incorporar a ambas comunidades en el proyecto U4SSC.

3.2.1. Presentación del problema

Las ECAS carecen de los recursos financieros y del conocimiento experto para llevar adelante iniciativas que utilicen tecnologías emergentes. El PP pretende incrementar la eficiencia operativa en la gestión de las redes de distribución de agua en dos comunas de alrededor de 1.000 habitantes cada una la Comuna de Uranga y la Comuna de Coronel Arnold. Ambas con una ECAS prestadora.

Aplicar la tecnología IOT traerá aparejados diversos beneficios: a) Dotar a estas organizaciones de indicadores específicos de la prestación de AyS, b) Realizar autoevaluaciones periódicas respecto del cumplimiento del ODS6, c) Ejercer controles que actualmente no se realizan por falta de personal con formación y de experiencia específica, y d) Informar en tiempo real los problemas que requieran mejoras inmediatas.

El PP aplicará tecnología IOT para transformar en inteligente la gestión de la distribución de agua a través del diseño, desarrollo y validación de una plataforma abierta configurada como un Sistema Inteligente de Gestión del Abastecimiento y Consumo Urbano de Agua, para dar respuesta a las necesidades de las ECAS y los usuarios finales.

El objetivo final es aplicar esta tecnología para medir on line los datos recolectados y aplicar un software adecuado para procesar esta información para eficientizar la gestión.

El PP será impulsado por FECCAFE con la cual se evaluará que sea aplicable en el resto de las ECAS asociadas, y en una etapa posterior escalar a las cerca de ochocientas (800) cooperativas activas en todo el país.

Se contempla un relevamiento en territorio para establecer los parámetros a medir, la definición de la red de comunicaciones adecuada para la transmisión de datos, y del software adecuado para el procesamiento de estos. Otros requerimientos imprescindibles son: Red de Comunicación inalámbrica, análisis de mapas y área de cobertura, disponibilidad de torres de energía, acceso a internet; información de planos con longitudes, medidas, bocas de inspección, para analizar cantidad y tipo de equipos necesarios a adquirir,

⁸ La misión de FECCAFE es integrar, vincular y articular la relación entre sus asociadas y acompañar su desarrollo sustentable llevando a cabo proyectos triple impacto. Entre otras estrategias desarrollan: acciones de formación capacitación continua y asistencia técnico – profesional. Asimismo, representan a sus asociadas a nivel Nacional e Internacional en actos, eventos e instancias de interés y beneficio para su red.

alternativas de equipos con/sin comunicación LPWAN, integración con protocolos industriales.

Todo ello con especificaciones técnicas y un presupuesto estimado para realizar una prueba de concepto previa a la implementación del PP.

3.2.2. Justificación

Más de ochocientas (800) ECAS brindan servicios de agua fuera de las grandes urbes, con escasos recursos monetarios y serias ineficiencias operativas por falta de presupuesto. Por ej. Pérdidas de agua entre el 50 y 60 %, ineficiencia energética, altos niveles de contaminación en suelos, son algunos de los problemas a resolver.

El PP tiene como objetivo probar la eficiencia del uso de las tecnologías emergentes como IOT e inteligencia artificial en la prestación de servicios de distribución de AyS y su relevancia será observable en la mejora de la productividad de las operaciones. Asimismo el éxito del proyecto permitirá guiar al resto de las ECAS y a otro tipo de organizaciones comunitarias de agua y saneamiento (OCSAS) como asambleas vecinales y asociaciones civiles.

Asimismo los resultados del proyecto permitirán visibilizar la problemática ante las autoridades públicas de contralor y proponer soluciones de políticas públicas sobre la cuestión.

Como antecedentes a este PP un proyecto de similar tenor fue desarrollado en la Capital de la Provincia de Santa Fe de la Veracruz que tiene 402.000 habitantes, y fue la primera ciudad de argentina de ingresar al programa de UIT tiene 402.000 habitantes, y la ciudad de Esperanza con 43.000 habitantes.

Por su parte, FECCAFE ha sido considerada un caso de éxito en 2022, por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) promover la actualización de infraestructura de sus asociadas.

3.2.3. Beneficiarios del proyecto:

Las beneficiarias primarias⁹ del PP, serán las dos ECAS participantes y las comunas concedentes: Uranga y Coronel Arnold y por carácter transitivo a los usuarios finales del servicio. En una etapa posterior el PP podrá replicarse en la red de ECAS asociadas a la FECCAFE y escalarse a las ECAS de todo el país.

Uranga pertenecen al Departamento Rosario de la Provincia de Santa Fe, y se ubica a 30 km del sur de la ciudad de Rosario y a 210 km de la capital provincial Santa Fe, con acceso a la ruta provincial número 18 y tiene 970 habitantes, 490 conexiones, Nivel de tanque 20 mts, Presión de red 2 kg., 3 bombas de extracción de agua, Consumo de energía mensual 11693 kw. , Costo de energía mensual \$200.276.-, Costo de energía diario \$6.789.-, Fuga de red 52 %, Producción mensual 8500 m3 , : 48% de la producción.

Por su parte Coronel Arnold es una localidad del Departamento San Lorenzo de la misma provincia que se encuentra a unos 40 km de la ciudad de Rosario. Su ejido comunal se extiende también por el Departamento Rosario. El pueblo cuenta con una superficie de 3 manzanas por

⁹ También podrán replicar esta experiencia las cooperativas que prestan otro tipo de servicios como internet que son alrededor de seiscientas (600) en todo el país. Asimismo, en la medida que el PP sea exitoso será factible que otros grupos de interés como Universidades y Pymes puedan sumarse a la alianza inicial y participar en el diseño y fabricación de bienes y servicios de la economía del conocimiento que resulten necesarios para avanzar en las siguientes etapas del PP.

10, tiene 900 habitantes y los valores de conexiones, consumo y costos, son similares a los de Uranga.

3.2.4. Descripción del PP

3.2.4.1. Objetivo general: impacto al que el proyecto pretende contribuir

El objetivo General es implementar un Proyecto Piloto en *Smart Water* en las localidades citadas e incorporarlas en el proyecto U4SSC.

3.2.4.2. . Objetivos Específicos

3.2.4.2.1. Diseñar una solución de ingeniería para adquirir e instalar un sistema inteligente de AyS en dos comunas.

- ✓ Diseño de red de comunicación inalámbrica: para el despliegue de la red de IOT.
- ✓ Monitoreo de Bombas de Pozos y eventualmente la integración con PLCs.
- ✓ Monitoreo del nivel en tanques y pozos
- ✓ Detección de fugas en redes de distribución
- ✓ Medición de consumo y presión en domicilios
- ✓ Medición de parámetros de calidad del agua
- ✓ Plataforma de Software para relevar información on line de los parámetros de la red y del consumo y calidad de servicio para usuarios domiciliarios
- ✓ Prueba de Concepto con especificaciones con especificaciones técnicas y costos estimados para evaluar la factibilidad, forma de operación y beneficios de la solución completa, previo a la implementación del PP.
- ✓ Información a entregar: además de los puntos anteriores, especificaciones técnicas de equipamiento a adquirir y detalle de los principales proveedores nacionales y opciones de proveedores internacionales incluidos los precios FOB estimados.

3.2.4.2.2.Verificación de las mediciones obtenidas por el organismo UIT responsable del Proyecto U4SSC

Cabe resaltar que la iniciativa U4SSC es coordinada por la UIT y la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE), el Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (UN-Habitat).

Asimismo es apoyada por el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD), la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (ECLAC), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP), la Comisión Económica para África (UNECA), la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP), la Iniciativa Financiera del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP-FI), la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio

Climático (UNFCCC), la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDO), la Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos (UNOP), el programa Gobierno Electrónico de Naciones Unidas (UNU-EGOV), la entidad de Igualdad de Género y el Empoderamiento de la Mujer (UN-Women) y la Organización Meteorológica Mundial (WMO),

3.2.5. Metodología propuesta

La metodología contempla las siguientes tareas:

1. Recolección de datos para los indicadores clave, relevando a los actores de interés.
2. Análisis de datos obtenidos siguiendo la metodología señalada en “*Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities*”.
3. Verificación entre los datos analizados y su concordancia con los requerimientos de la Metodología citada precedentemente.
4. Generación de Informe de Verificación: con los datos de los 91 indicadores IFRs para su evaluación e incorporación de las comunas al proyecto internacional.

3.2.5.1. Etapas del PP

Se contemplarán dos etapas. La primera de relevamiento de los indicadores sobre agua y con posterioridad, del resto de los indicadores que deberán ser auditados por el programa internacional de UIT.

Etapa 1:

1. Diseño de ingeniería para la adquisición e instalación de un sistema inteligente de la gestión de distribución de agua potable en Uranga y Coronel Arnold.
2. Relevamiento de los IFRs relacionados con el ODS y auditoría de los mismos

Etapa 2:

1. Prueba de concepto
2. Implementación del sistema *Smart Water* diseñado.

Extensión Nacional del Proyecto

1. Desarrollo de tecnología Nacional a través de la alianza público-privada entre Pymes y Universidades.
2. Extensión del plan al resto de ECAS del país, aprovechando los diversos planes de financiación que implementa la administración nacional.
- 3.

3.2.6. Resultado final esperado

Se estima alcanzar los siguientes resultados:

1. Proyecto de ingeniería de un Sistema Inteligente de Gestión del Abastecimiento y Consumo Urbano de Agua, como solución a las necesidades ECAS participantes.

2. Relevamiento de los datos de los 91 IFRs de las comunas participantes establecidos en la Iniciativa U4SSC de la ONU para su evaluación internacional.

4. CONCLUSIONES

Ante la problemática del cambio climático y sin una mejora significativa de la gestión de recursos hídricos a nivel mundial, no es posible garantizar el desarrollo sostenible hacia 2030 y este horizonte se extiende hacia 2050. La creciente escasez del recurso hace que sea imprescindible saber qué lugares disponen de agua, cuáles no y de qué manera se consume y utiliza. Reducir la pobreza y propiciar el acceso a educación y a salud de calidad en forma asequible exigen a su vez, disponer en forma equitativa y suficiente de dos recursos fundamentales: el agua y la energía.

En un contexto en el que la pandemia del COVID-19 puso de relieve la importancia del agua¹⁰ para prevenir y contener enfermedades, es imprescindible comprender que la verdadera crisis es esencialmente causada por el ser humano al aplicar métodos inadecuados en la gestión de los recursos hídricos. Los efectos de estas prácticas generan graves consecuencias en la vida cotidiana de las comunidades más pobres, que sufren enfermedades relacionadas con la falta de agua o del agua sin potabilizar.

Comprender la cuestión exige una perspectiva más de análisis más amplia en el marco de la cual contar con información confiable en tiempo real, es un requisito imprescindible. Lo que no se mide, no es susceptible de mejoras. Es necesario comprender los vínculos que existen entre las distintas dimensiones que comprometen la preservación y acceso a los recursos hídricos para que las comunidades puedan hacer frente a estos desafíos de cara a las próximas décadas.

Con relación a la Gobernanza, es imprescindible el desarrollo de instrumentos de política pública, que fomenten una correcta gestión de los recursos hídricos y la definición de proyectos triple impacto económico, social y de cuidado medio ambiental. Asimismo, salvaguardar el estado de las cuencas de captación y las aguas subterráneas y dar tratamiento y eliminación a las aguas de desecho o residuales. Desde ya, que los Estados Nacionales deben asumir un rol tutelar sobre el cuidado del AyS, lo cual implica la disponibilidad y asignación de los recursos presupuestarios necesarios para la sostenibilidad de estas acciones, aspecto no abordado en el presente.

En términos de prácticas sustentables, es imprescindible concientizar a los tomadores de decisiones de empresas y organizaciones en la relevancia de aplicar buenas prácticas de uso del recurso agua tanto a nivel interno, como en relación con los grupos de interés de sus cadenas de valor. Por ende, es importante la concientización, capacitación e información de los países hacia sus comunidades, alentando las prácticas de cuidado de los RH.

Desde un plano fiscal, se debe determinar un precio a los bienes ambientales y desde la perspectiva financiera la puesta en marcha de nuevos instrumentos que faciliten compartir riesgos entre gobiernos e inversores, utilizando tecnologías de bajo impacto socio ambiental.

El PP presentado en el presente cubrirá los propósitos mencionados con un esfuerzo contundente para avanzar en el logro de los ODS.

¹⁰ (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>)

El presente resaltó que la gestión responsable del AyS no se limita al RH, sino que se extiende a la gestión de residuos que si no son correctamente tratados intoxican el suelo y consecuentemente las napas de aguas subterráneas, aspecto no abordado en el presente.

Si bien en los últimos treinta años se han tomado diferentes acciones y medidas para superar los problemas del agua, los avances realizados a la fecha no son alentadores. Tampoco son auspiciosas las expectativas para los cientos de millones de personas en los países pobres ni para el medio ambiente en general.

Este artículo pretendió presentar la realidad de una cuestión que amerita medidas sostenibles a mediano y largo plazo y gestiones de gobierno comprometidas con el cuidado del agua como recurso estratégico para las próximas décadas.

Hacer realidad el ejercicio de este derecho humano de tercera generación para una vida digna, conlleva procesos de cambio cultural hacia hábitos de consumo responsable en el marco de educación de calidad (ODS4) y de la producción sustentable de empresas y organizaciones (ODS12), aprovechando los beneficios que proporcionan las tecnologías emergentes. De lo contrario, carece de sentido hablar de seguridad del acceso al agua cuando se la sobreexplota, contamina y/o se descuidan sus fuentes de captación.

En suma, solo desde un enfoque multidimensional que contemple todas las aristas de la crisis del agua será factible transitar un camino hacia la sostenibilidad de la vida de las generaciones venideras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, M. (2020). Cooperativas de Servicios Públicos en Argentina, (pp.121-141). En M. Schujman, *Cooperativas en la Argentina 2020*, Rosario: Editorial de la Universidad Nacional de Rosario.
- CEPAL, (2023). Acerca de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. <https://www.cepal.org/es/temas/agenda-2030-desarrollo-sostenible/acerca-la-agenda-2030-desarrollo-sostenible> Fecha de Consulta: [2 de julio de 2023].
- Fernández, P. (2015). *Cooperativas prestadoras de Servicios Públicos: Su problemática jurídica*. [Tesis de Doctorado, Universidad de Valencia]. Repositorio Institucional – <https://roderic.uv.es/handle/10550/50551>. Fecha de Consulta: [23 de agosto de 2023].
- Fernández, P. (2017). *Cooperativas prestadoras de Servicios Públicos*, Buenos Aires: Astrea.
- ONU. Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo. Water for People, Water for Life. Executive Summary Disponible en: <https://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/WWDR-spanish-129556s.pdf> . Fecha de Consulta: [30 de julio de 2023].
- Fondo Mundial para la Naturaleza, (2023). Objetivos Globales. <https://www.wwf.org>. Fecha de Consulta: [16 de agosto de 2023].
- Sadoff, C. (2016). Abordando la seguridad hídrica ante el cambio climático. Disponible en <https://www.un.org/es/chronicle/article/abordar-la-seguridad-hidrica-ante-el-cambio-climatico>. Fecha de consulta: [15 de agosto de 2023].
- Sadoff, C. et al. (2015) Securing Water, Sustaining Growth: Report of the GWP/OECD Task Force on Water Security and Sustainable Growth (Oxford, Reino Unido, University of Oxford, 2015). Disponible en

<https://www.water.ox.ac.uk/wp-content/uploads/2015/04/SCHOOL-OF-GEOGRAPH> Fecha de Consulta: [26 de septiembre de 2023].

- Sen, A. (2004). Elements of a Theory of Human Rights. *Philosophy & Public Affairs*, 32(4), 315–356. <http://www.jstor.org/stable/3557992>
- Shiva, V. (2002). *Water Wars: Privatization, Pollution, and Profit*, Berkeley: North Atlantic Books.
- U4SSC, (2020). Verification report, Santa Fe, Argentina, November 2020. https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/opb/tut/T-TUT-SMARTCITY-2020-61-PDF-E.pdf Fecha de Consulta: [15 de agosto de 2023].
- Trevignani, A. et al. (2020, Julio). Presentación: Indicadores para Ciudades Inteligentes y Sostenibles UTN - Santa Fe, Documento presentado Conferencia: Ciudades Inteligentes e IOT, Santa Fe, Argentina.
- Vivanco Castillo, C. et al., (2022). Organizaciones Comunitarias de Servicios de Agua y Saneamiento en América Latina y el Caribe. PHI 9 – Documento Técnico Nro. 46. América Latina y el Caribe.UNESCO.
- Zamagni, S. (2014). Bienes comunes y economía civil. [V32, No 87 \(2014\): Bien común, justicia y educación. https://erevistas.uca.edu.ar/index.php/CECON/issue/view/140](https://erevistas.uca.edu.ar/index.php/CECON/issue/view/140)