



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Facultad de Economía “Vasco de Quiroga”
División de Estudios de Posgrado

***“Economía circular del agua: análisis de la metodología
WICER y su aplicación en el sistema de agua urbano en la
ciudad de Morelia, Michoacán”***

T E S I S

Presenta:

Juan Carlos Basurto Serrano

Para obtener el grado de
Maestro en Asuntos Públicos para la Sustentabilidad

Directora de Tesis:
Dra. Hilda R. Guerrero García Rojas

Morelia, Michoacán, agosto 2025

Resumen

La presente investigación analiza la resiliencia en el uso del agua urbana en la ciudad de Morelia, Michoacán, desde un enfoque de Economía Circular y Sustentabilidad. Parte del reconocimiento de los desafíos derivados del crecimiento urbano, el cambio climático y la sobreexplotación de los recursos hídricos, los cuales comprometen la calidad y disponibilidad del agua en contextos urbanos. A través de la metodología WICER (Water in Circular Economy and Resilience), se propone una evaluación integral de los sistemas de abastecimiento con base en criterios de eficiencia, confiabilidad, adaptación y recuperación contrastando experiencias internacionales y nacionales en la implementación de principios circulares, como la reutilización de aguas residuales, la optimización de infraestructuras existentes y la integración de sectores económicos. El estudio concluye con un conjunto de recomendaciones orientadas a fortalecer la resiliencia hídrica urbana mediante estrategias sostenibles, innovadoras y adaptables al contexto local.

Palabras clave: Economía Circular, Resiliencia, Sustentabilidad, Cambio climático, Recursos hídricos, Gestión del agua.

Abstract

This research analyzes urban water resilience in Morelia, Michoacán, from a circular economy and sustainability perspective. It addresses the growing challenges of urban expansion, climate change, and water resource overexploitation, which threaten both water quality and availability. Using the WICER (Water in Circular Economy and Resilience) methodology, the study conducts a comprehensive assessment of the urban water system based on efficiency, reliability, adaptability, and recovery criteria. While contrasting with international and national case studies that apply circular principles such as wastewater reuse, infrastructure optimization, and multisector integration. The research concludes with evidence-based recommendations to enhance water system resilience through sustainable, innovative, and context-sensitive strategies.

Keywords: Circular economy, Resilience, Sustainability, Climate change, Water resources, Water management.

Agradecimientos

Agradezco a la Dra. Hilda R. Guerrero-García Rojas profesora investigadora de la Facultad de Economía “Vasco de Quiroga” de la UMSNH por las sugerencias que han dado realce al presente trabajo y que sin su apoyo y guía no sería posible su conclusión.

A mi Madre, hermanos y Paola, por su apoyo emocional e incondicional durante todo mi proceso de formación profesional que culmina con este documento.

Contenido

Resumen	i
Abstract	i
Introducción	1
Capítulo 1 Planteamiento del problema y justificación	2
Antecedentes	2
Pregunta de investigación.....	7
Objetivo	7
Objetivos Específicos	7
Pregunta general	8
Preguntas específicas:	8
Lineamientos teóricos	8
Hipótesis General	9
Hipótesis específicas	9
Justificación.....	10
Capítulo 2 Marco Conceptual	11
2.1. Sustentabilidad como eje central.....	11
2.2 ¿Qué es la Economía Circular?	12
2.3 Aplicación de la Economía Circular en el uso del agua.....	14

2.4 ¿Qué es la resiliencia en el suministro de agua?	15
2.5 El bienestar humano y la calidad de vida	16
2.6 Eficiencia y Fiabilidad	17
Capítulo 3 Estado del Arte	19
Capítulo 4 Metodología	22
4.1 Entorno político, institucional y regulatorio (PIR).....	22
4.2 La gestión de la demanda	24
4.3 El potencial de la digitalización	25
4.4 Inclusión	26
Conclusiones	27
Bibliografía.....	29

Introducción

La gestión del agua en entornos urbanos constituye uno de los más grandes retos para el desarrollo sostenible, particularmente en las ciudades como Morelia, donde la presión sobre los recursos hídricos se intensifica por el crecimiento demográfico acelerado, la expansión urbana y las limitaciones en la infraestructura actual.

La incorporación de enfoques basados en la economía circular ofrece una vía para optimizar el uso del agua, promoviendo su reutilización, minimizando pérdidas y cerrando ciclos productivos. Asimismo, el fortalecimiento de la resiliencia urbana frente a las presiones del cambio climático implica desarrollar sistemas capaces de adaptarse y recuperarse ante eventos extremos, como sequías o inundaciones. Es bajo este contexto, que la sustentabilidad se presenta como un principio rector que incluye conceptos como el desarrollo económico, la equidad social y la preservación ambiental, garantizando que las generaciones futuras cuenten con acceso seguro y suficiente a este recurso vital. La aplicación de metodologías innovadoras, como el modelo WICER del Banco Mundial, permite evaluar la eficiencia, confiabilidad y riesgos de los sistemas de abastecimiento, orientando políticas públicas hacia una gestión integral del agua. De este modo, se abre la posibilidad de diseñar estrategias que combinen el uso eficiente de los recursos con la conservación del medio ambiente, reforzando la capacidad adaptativa y la calidad de vida en las ciudades.

En el presente trabajo se lleva a cabo un análisis de la metodología propuesta por el Banco Mundial y su posible aplicación en el sistema de agua urbano en la ciudad de Morelia, Michoacán.

Capítulo 1 Planteamiento del problema y justificación

A medida que las ciudades crecen, los desafíos en la gestión del agua urbana se intensifican. Las proyecciones indican que, para 2050, la población urbana mundial podría duplicarse, lo que tendría implicaciones significativas en la disponibilidad del recurso hídrico en entornos urbanos. Este aumento en la demanda derivará en un incremento en las aguas residuales y en los niveles de contaminación hídrica. A su vez, el impacto del cambio climático agrava aún más las problemáticas preexistentes y ejerce una influencia medible sobre el ciclo urbano del agua, alterando su cantidad, distribución, disponibilidad y calidad.

El crecimiento urbano de Morelia ha debilitado la provisión de servicios ecosistémicos como el agua potable y la regulación del ciclo hídrico, debido al agotamiento de acuíferos y al uso de ríos y embalses como vertederos de aguas residuales sin tratamiento, una problemática especialmente evidente en cuerpos como los ríos Grande y Chiquito, así como la presa Cointzio

Antecedentes

La resiliencia y aplicación de la economía circular en el uso de agua, se ha usado en muchos casos alrededor del mundo, incluyendo a México dentro de los países, esto se debe principalmente a la metodología “WICER” (Water In Circular Economy and Resilience”, que fue propuesta y aplicada por el Banco Mundial desde hace más de 5 años. Los proyectos han tomado la metodología propuesta por este modelo, al igual que el financiamiento ofrecido por el Banco Mundial para culminar las propuestas.

A continuación, se exponen algunos casos destacados en Asia, Estados Unidos de América y América Latina, en particular México.

- i. Reutilización de aguas residuales tratadas con fines industriales y restauración de ecosistemas en la ciudad de Lingyuan, China:

En respuesta a la creciente demanda hídrica derivada de su acelerado desarrollo urbano, el gobierno de Lingyuan (provincia de Liaoning, China) implementó una estrategia basada en los principios de economía circular. Esto incluyó separar las redes de drenaje pluvial y aguas residuales, ampliar la cobertura del sistema de alcantarillado, modernizar su planta de tratamiento de aguas y potabilización. Hoy, parte del agua tratada se utiliza en la industria local, mientras que otra porción se destina a recargar un lago urbano y mantener el acuífero superficial, con lo que se ha reducido la extracción subterránea y favorecido la recuperación ambiental.

- ii. Lograr la neutralidad energética en una planta de tratamiento de aguas residuales con co-digestión en Ridgewood, Estados Unidos:

Ante su elevado consumo energético —más de 250 000 USD anuales— la planta de tratamiento de Ridgewood adoptó un enfoque innovador mediante una asociación público-privada. Ridgewood Green financió completamente la modernización de la planta, lo que permitió al municipio comprar electricidad derivada de biogás a tarifas reducidas. La empresa recupera su inversión vía múltiples fuentes de ingreso, que incluyen la venta de energía, la emisión de certificados de energía renovable y la recepción de residuos orgánicos para co-digestión.

iii. Abastecimiento de Agua y Saneamiento de Uruguay:

El proyecto del Banco Mundial para OSE (Obras Sanitarias del Estado) fortaleció su resiliencia operativa y eficiencia técnica, especialmente mediante la reconstrucción de dos plantas en zonas elevadas, la modernización de una tercera para aumentar redundancia, y la implementación de 19 planes de seguridad hídrica. Esta intervención benefició a más de 433, 900 hogares, logró ahorros acumulados de 89.3 millones de metros cúbicos de agua y cerca de 26,250 MWh de energía, además de incorporar sistemas de gestión de activos, manejo de biosólidos y modelos logísticos para la gestión de riesgos.

iv. Maximizar el uso de la infraestructura existente en Buenos Aires, Argentina:

La empresa Agua y Saneamientos Argentinos (AySA), ante la perspectiva de ampliar su capacidad mediante nuevas plantas de tratamiento, decidió implementar auditorías de procesos que permitieron maximizar el uso de las instalaciones existentes. Como resultado, se cancelaron los planes de expansión, lo que generó un ahorro estimado de 150 millones de dólares en inversión de capital.

v. Optimización de plantas de tratamiento de aguas residuales existentes en São Paulo, Brasil:

En 2019, el Grupo de Recursos Hídricos 2030 del Banco Mundial —en colaboración con la unidad metropolitana de alcantarillado— puso en marcha un programa para optimizar cuatro plantas de tratamiento de aguas residuales en Brasil. En lugar de costosas expansiones, el programa priorizó auditorías operativas para identificar y eliminar cuellos de botella, aplazar inversiones en tratamiento terciario y mejorar la eficiencia del sistema.

vi. Mejorando la resiliencia del suministro urbano de agua en México:

El Sistema de Agua Cutzamala, que abastece al Valle de México y la Ciudad de México desde la cuenca del río Balsas, fue evaluado para mejorar su resiliencia. Mediante un modelo de simulación, se identificó la posibilidad de optimizar el rendimiento con nuevas curvas de operación para las presas El Bosque, Valle de Bravo y Villa Victoria, sin inversiones adicionales. No obstante, se comprobó que cambios mínimos en precipitación y temperatura afectan su desempeño, por lo que se analizaron diversas combinaciones de inversión considerando robustez y capacidad de recuperación. El estudio concluyó que las grandes inversiones, por sí solas, no garantizan mejoras significativas y que las alternativas varían en su eficacia frente a escenarios climáticos futuros.

vii. Reutilización de aguas residuales tratadas para fines industriales y restauración del acuífero como parte de un plan de manejo integrado de aguas residuales en San Luis Potosí, México:

En San Luis Potosí, México, la implementación de nuevas regulaciones para la reutilización de agua, junto con un esquema contractual innovador, impulsó un proyecto para aprovechar aguas residuales tratadas. En lugar de emplear agua dulce, una planta termoeléctrica comenzó a utilizar efluentes procesados en la planta de tratamiento Tenorio para el enfriamiento de sus torres. Este cambio permitió a la empresa eléctrica acceder a un recurso un 33 % más económico que el agua subterránea, generando ahorros estimados en 18 millones de dólares durante seis años. Para el organismo operador, los ingresos derivados cubrieron íntegramente los costos de operación y mantenimiento. El excedente de aguas tratadas se destinó a actividades agrícolas y a la recuperación de humedales locales. Asimismo, el proyecto contribuyó a reducir en 48 millones de metros cúbicos las extracciones de agua subterránea en ese periodo, favoreciendo la recarga del

acuífero. Estos beneficios facilitaron la participación del sector privado en el financiamiento parcial de la infraestructura, bajo un esquema de asociación público-privada.

viii. Mejorar la eficiencia energética, reducir los costos energéticos y ahorrar agua. El ejemplo de Monclova, México:

En Monclova se implementó un programa integral para modernizar la red de distribución de agua, que incluyó la reconfiguración de las zonas de servicio, el control de presión y caudales mediante modelos hidráulicos, la creación de sectores independientes, y acciones específicas para reducir el agua no contabilizada, como la detección y reparación de fugas. Asimismo, se incorporaron variadores de velocidad y bombas de mayor eficiencia energética, optimizando la programación operativa del bombeo. Estas mejoras permitieron ampliar el servicio de 10 a 24 horas continuas, beneficiando a 40,000 usuarios adicionales con un mejor flujo y presión de agua. Como resultado, el consumo energético se redujo en 4.75 millones de kWh —equivalente a un 27 % menos— y se ahorraron 1.94 millones de m³ de agua, lo que representó un ahorro anual cercano a los 380,000 dólares. El incremento en la eficiencia operativa generó ingresos adicionales que permitieron recuperar la inversión en un plazo aproximado de 1.9 años.

Pregunta de investigación

¿Cómo puede aplicarse el modelo de la metodología WICER en el sistema de uso de agua urbano de la ciudad de Morelia, Michoacán?

Objetivo

Analizar la propuesta metodológica basada en el enfoque WICER para mejorar los procesos de diagnóstico y evaluación del sistema de suministro de agua urbano en la ciudad de Morelia.

Objetivos Específicos

- ✓ Revisar la pertinencia de la metodología WICER para evaluar la resiliencia del sistema de suministro de agua urbana en Morelia, considerando su capacidad para resistir, adaptarse y recuperarse ante eventos extremos o cambios ambientales.
- ✓ Analizar la viabilidad técnica, económica y operativa de incorporar prácticas de economía circular en la gestión hídrica urbana, tales como la reutilización, el reciclaje y la optimización del uso del recurso.
- ✓ Identificar y evaluar las barreras que limitan la implementación de prácticas circulares en el sistema de suministro de agua de la ciudad, incluyendo aspectos financieros, normativos, institucionales y socioculturales.
- ✓ Formular recomendaciones específicas, basadas en evidencia empírica y en el marco conceptual de WICER, orientadas a mejorar la resiliencia y sostenibilidad del sistema hídrico mediante la integración de estrategias de economía circular.

Pregunta general

¿Cómo puede la aplicación de la metodología WICER, combinada con principios de economía circular, contribuir al fortalecimiento de la resiliencia y la eficiencia del sistema de suministro de agua urbana en la ciudad de Morelia?

Preguntas específicas:

1. ¿Qué prácticas de gestión hídrica se implementan actualmente en Morelia y cómo han respondido ante situaciones de crisis o interrupciones en el suministro?
2. ¿Cómo pueden adaptarse los principios de economía circular al ciclo urbano del agua en Morelia, considerando sus condiciones de infraestructura, demanda y gobernanza?
3. ¿Qué barreras enfrentan los actores del sistema hídrico urbano para adoptar estrategias circulares y cómo estas afectan la capacidad del sistema para ser resiliente?
4. ¿Qué directrices pueden derivarse para promover la economía circular en el sistema de agua urbano, tomando en cuenta experiencias exitosas y las características específicas del contexto urbano moreliano?

Lineamientos teóricos

- Eficiencia y fiabilidad en la gestión de sistemas hídricos urbanos
- Economía circular aplicada al ciclo del agua
- Resiliencia hídrica frente a eventos disruptivos
- Enfoques integrados para el bienestar humano y la calidad de vida

Hipótesis General

La incorporación de principios de economía circular en la gestión del suministro de agua urbana, bajo un enfoque estructurado como el que ofrece la metodología WICER, permitirá no solo optimizar el uso de recursos hídricos, sino también incrementar la capacidad del sistema para enfrentar y recuperarse de eventos adversos, fortaleciendo así su resiliencia en el contexto urbano de Morelia.

Hipótesis específicas

- ✓ Las estrategias actuales de gestión del agua en Morelia, centradas en la eficiencia operativa, presentan limitaciones para garantizar la resiliencia del sistema frente a perturbaciones significativas.
- ✓ La adaptación de los principios de economía circular al sistema hídrico urbano dependerá de la flexibilidad de la infraestructura existente y de la capacidad institucional para adoptar enfoques circulares en la planificación y operación.
- ✓ Las principales barreras para implementar prácticas circulares en Morelia se vinculan con restricciones financieras, marcos regulatorios desactualizados y resistencias socioculturales al cambio.
- ✓ Las recomendaciones más efectivas para transitar hacia un modelo hídrico urbano más resiliente y circular serán aquellas que se construyan a partir de experiencias previas exitosas y se ajusten a las condiciones geográficas, demográficas y climáticas de la ciudad.

Justificación

La adopción de sistemas de agua resilientes junto con la implementación de prácticas de economía circular en el uso del agua se justifica debido a su capacidad para mitigar los impactos del cambio climático y la escasez hídrica. Estos sistemas permiten una gestión sostenible del agua al integrar estrategias de adaptación y recuperación, fortaleciendo la resiliencia de las comunidades ante eventos extremos. Además, la economía circular en el uso del agua fomenta la reutilización, reciclaje y optimización de recursos hídricos, reduciendo la presión sobre fuentes naturales y contribuyendo a la eficiencia ambiental y económica a largo plazo. Esta combinación estratégica no solo protege el suministro de agua, sino que también promueve la equidad social al garantizar un acceso continuo y justo a este recurso vital.

Capítulo 2 Marco Conceptual

2.1. Sustentabilidad como eje central

La sustentabilidad, se concibe como un principio rector que articula el desarrollo económico, la equidad social y la preservación ambiental. Según la Comisión Brundtland (1987), el desarrollo sostenible “satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para atender las suyas” (p. 43). Esta definición enfatiza la necesidad de equilibrar el uso de los recursos con la protección del capital natural, integrando una visión intergeneracional que trasciende políticas de corto plazo.

En el ámbito académico y de políticas públicas, la sustentabilidad se estructura en tres dimensiones vinculadas directamente: la ambiental, económica y social. Daly (1990) sostiene que la economía debe operar dentro de los límites biofísicos del planeta, evitando la sobreexplotación de los recursos. Por su parte, Sachs (2015) destaca que la dimensión social requiere garantizar la justicia distributiva y el acceso equitativo a los servicios básicos, mientras que el componente ambiental exige la conservación de la integridad de los ecosistemas para mantener los flujos de servicios ecosistémicos.

La gestión del agua urbana representa un caso paradigmático de aplicación de principios sustentables. La UNESCO (2015) sostiene que el agua es un bien finito cuya disponibilidad se ve afectada por presiones demográficas, contaminantes y cambio climático, por lo que su gestión debe promover la eficiencia hídrica, la calidad y la equidad de acceso. Asimismo, UN-Water (2018) subraya la importancia de adoptar enfoques integrados que consideren el ciclo urbano del agua, las cuencas hidrográficas y los usos múltiples, con el fin de asegurar la resiliencia de las ciudades.

En respuesta a estos retos, el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y la Agenda 2030 de la ONU brindan directrices y metas específicas para fortalecer la gobernanza del agua y la implementación de prácticas sustentables. El ODS 6, dedicado al agua limpia y saneamiento, enfatiza la gestión integrada de los recursos hídricos y el acceso universal al servicio (ONU, 2015). Estos marcos internacionales instan a los gobiernos y actores locales a diseñar políticas basadas en evidencia y a promover la colaboración intersectorial.

La sustentabilidad, al converger con los conceptos de resiliencia, economía circular y gestión del agua, permite construir sistemas urbanos más robustos y circulares. Huntjens et al. (2012) definen la resiliencia hídrica como “la capacidad de un sistema hídrico para absorber disturbios, adaptarse a cambios y transformarse para mantener o mejorar su funcionalidad” (p. 574). Por su parte, La Ellen MacArthur Foundation (2013) y Kirchherr, Reike y Hekkert (2017) describen la economía circular como un sistema regenerativo que busca maximizar el uso de productos, componentes y materiales, minimizando los residuos y cerrando ciclos de agua, energía y materiales (p. 221). Al aplicar estos enfoques al análisis del uso del agua urbano en Morelia, Michoacán, mediante la metodología WICER del Banco Mundial (2016), se evalúan indicadores de eficiencia, confiabilidad y riesgo para proponer estrategias adaptativas y sostenibles.

2.2 ¿Qué es la Economía Circular?

El modelo económico lineal, caracterizado por la lógica de «tomar, hacer, tirar», se ha sustentado en la disponibilidad de grandes volúmenes de materiales y energía a bajo costo, así como en medios económicos para deshacerse de los residuos. Este enfoque ha sido el motor del desarrollo industrial, impulsando un crecimiento sin precedentes; sin embargo, actualmente enfrenta límites físicos que ponen en evidencia su insostenibilidad (Banco Mundial, 2016).

La economía circular es un concepto multifacético y diversos autores ofrecen diferentes perspectivas. Se muestran cinco definiciones de economía circular según diversos autores:

Según La Ellen MacArthur Foundation (2013), organización que promueve la economía circular, esta se define como: "una alternativa al modelo económico lineal tradicional (extraer, fabricar, desechar) en el que se busca minimizar los residuos y aprovechar al máximo los recursos" (p. 9).

En su libro McDonough y Braungart (2002), describen la economía circular como "un enfoque que imita la naturaleza, donde los productos se diseñan para ser reutilizados o reciclados, eliminando así la noción de residuos".

La Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA) define la economía circular como "un sistema industrial que se basa en la reutilización, la reparación, la renovación y el reciclaje de productos existentes y materiales, con el objetivo de prolongar la vida útil de los recursos". (2016, p. 2).

Por otra parte, Kirchherr, Reike, y Hekkert (2017), ofrecen una definición más amplia, describiéndola como "un sistema regenerativo en el que los productos, componentes y materiales mantienen su utilidad y valor máximo en todo momento". (p. 221).

Por último, el Foro Económico Mundial (2017) destaca que la economía circular se trata de "desvincular el crecimiento económico del agotamiento de los recursos" y propone "diseñar productos y sistemas para permitir la reutilización y la regeneración de productos al final de su vida útil".

Estas definiciones enfatizan la relevancia de transitar hacia modelos económicos sostenibles, donde la prioridad sea reducir el desperdicio y optimizar la eficiencia en el aprovechamiento de los recursos. En este sentido, la economía circular se concibe como un sistema regenerativo y

restaurador por diseño, cuyo propósito es mantener productos, componentes y materiales en sus niveles de uso más elevados. Asimismo, este enfoque diferencia entre ciclos biológicos y ciclos técnicos.

Tal como fue previsto por sus creadores, una economía circular es un ciclo de desarrollo continuo positivo que preserva y aumenta el capital natural, optimiza los rendimientos de los recursos y minimiza los riesgos del sistema, gestionando stocks finitos y flujos renovables (Banco Mundial, 2016).

2.3 Aplicación de la Economía Circular en el uso del agua

La economía circular representa una oportunidad para reproducir y restaurar el ciclo natural del agua, en el cual ningún elemento se concibe como desecho, sino como un insumo destinado a alimentar otro proceso. El concepto se puede utilizar para transformar los patrones de consumo y ayudar a desvincular el crecimiento económico del uso del agua y la contaminación del agua (Banco Mundial, 2016).

En una economía circular, se reconoce y captura el valor total del agua. El agua ofrece valor de varias maneras, y puede desempeñar una serie de funciones en una economía circular: como servicio (por ejemplo, proporciona acceso al suministro de agua y saneamiento, se utiliza para fines de refrigeración y calefacción y es necesaria para mantener y recuperar los ecosistemas naturales), insumo para los procesos (en la industria y la agricultura, por ejemplo), fuente de energía (cinética, térmica, biogás) y como portador de materiales como nutrientes y productos químicos. En lugar del enfoque lineal actual para la gestión del agua, la economía circular identifica oportunidades dentro de tres "vías" interrelacionadas (agua, energía y materiales), aprovechando y utilizando

todos los recursos valiosos en el agua e idealmente proporcionando flujos de ingresos adicionales para el sector del agua (Banco Mundial, 2016)

Bajo este enfoque, se reconoce el agua como el recurso finito que es, al adoptar una perspectiva de sistemas e imitar el ciclo natural del agua, la economía circular evita el uso del agua cuando es posible y cierra los círculos en varios niveles al mejorar la eficiencia del agua (y otros recursos), minimizar el desperdicio y centrarse en las R's de comportamiento: reducir, reutilizar, reciclar, reponer, recuperar y retener (Banco Mundial, 2016)

2.4 ¿Qué es la resiliencia en el suministro de agua?

La resiliencia es la capacidad de los individuos, las comunidades, instituciones, empresas y sistemas para sobrevivir, adaptarse y prosperar frente al estrés y los shocks, e incluso para transformarse cuando las condiciones lo requieran (Banco Mundial, 2016). En este caso, un sistema de suministro de agua debe tener esta característica con la finalidad de adaptarse y transformarse ante factores de estrés externos (como el aumento demográfico, el cambio climático o algún evento natural inesperado) y continuando así con el suministro sin ser interrumpido.

Según Huntjens (2012), la resiliencia hídrica se describe como “la capacidad de un sistema hídrico para absorber disturbios, adaptarse a cambios, y transformarse para mantener o mejorar su funcionalidad, estructura y capacidad de servicio a lo largo del tiempo “(p. 574).

Por otra parte, de acuerdo con Gan (2017), se entiende a la resiliencia en sistemas de agua urbanos como la capacidad de estos sistemas para resistir perturbaciones, adaptarse a cambios y recuperarse de eventos extremos, manteniendo la prestación de servicios hídricos esenciales y protegiendo la salud y el bienestar de la población. (p.585).

Sin embargo, el concepto de resiliencia para Rey (2019), se entiende como la capacidad de estos sistemas para absorber perturbaciones, adaptarse a cambios y recuperarse de eventos estresantes relacionados con el agua, asegurando la sostenibilidad de la producción agrícola y la seguridad alimentaria.

Por lo tanto, la resiliencia debe integrarse en cualquier estrategia circular para preparar a las ciudades para choques y factores estresantes inciertos (climáticos, cambios en la demanda, uso de la tierra, demografía y pandemias) con el fin de evitar los impactos no deseados de una interrupción o falla de los servicios de agua.

Las evaluaciones de riesgos y la planificación de la resiliencia para contingencias aseguran que cuando ocurren fallas, se pueden abordar de una manera que limite los eventos adversos. Los servicios, redes y sistemas de agua resilientes anticipan, absorben, adaptan y recuperan de eventos disruptivos y continúan brindando servicios esenciales a las poblaciones.

2.5 El bienestar humano y la calidad de vida

El Bienestar Humano puede entenderse analizando la calidad de vida y ésta “puede considerarse como un conjunto de 'funcionamientos' interrelacionados, consistentes en estados y acciones” (Sen, 1996). El acceso a los servicios básicos como el agua, proporciona el correcto desarrollo para los individuos y sociedad en conjunto. Sin estos, su bienestar y calidad de vida se verían afectados.

Por otra parte, Max Neef (2006), propone el Desarrollo a Escala Humana donde se refiere a las personas y no a los objetos y a la calidad de vida como “las posibilidades que tengan las personas de satisfacer adecuadamente sus necesidades humanas fundamentales”. Como resultado surge una tercera interrogante: “¿Cuáles son esas necesidades fundamentales y quién determina cuáles deben

considerarse como tales?”. Antes de abordarla, es necesario realizar algunas precisiones previas. (p. 1).

La OMS (1997), sostiene la calidad de vida como "la percepción que un individuo tiene de su lugar en la existencia, en el contexto de la cultura y del sistema de valores en los que vive, y en relación con sus objetivos, expectativas, estándares y preocupaciones".

Por otra parte, para Martha Nussbaum (1993), filósofa y teórica de las capacidades, sostiene que el bienestar humano se relaciona con la capacidad de las personas para llevar vidas plenas, y propone un "enfoque de capacidades" que destaca la importancia de las oportunidades y libertades fundamentales. (p.30).

Robert Cummins (1997), psicólogo, define la calidad de vida como "la evaluación cognitiva global que hace una persona de su vida". Su enfoque incluye componentes subjetivos y objetivos, así como aspectos emocionales y evaluativos.

2.6 Eficiencia y Fiabilidad

Orientar el desarrollo en los términos aquí planteados implica un cambio respecto al discurso de la teoría económica dominante. Esto exige, entre otros aspectos, una revisión crítica del concepto de eficiencia, comúnmente vinculado a la maximización de la productividad y la utilidad, pese a la ambigüedad de ambos términos. Un ejemplo claro es la idea de Taylor, que llevó el razonamiento económico al extremo de la razón instrumental.

Optimizar el sistema significa encontrar un equilibrio entre una eficiencia excesiva, arriesgando la ruptura a gran escala de vez en cuando, y demasiada resiliencia, lo que corre el riesgo de estancamiento y lucha por aceptar el cambio.

i. Fiabilidad en el Suministro de Agua Urbano desde la Perspectiva de la Resiliencia:

En el contexto de la resiliencia en el suministro de agua urbano, la fiabilidad se refiere a la capacidad del sistema para proporcionar agua de manera constante y predecible, incluso en condiciones adversas, además contribuye a la capacidad del sistema para satisfacer las demandas continuas de agua de la población urbana, asegurando un acceso constante a este recurso esencial. Un suministro de agua confiable implica la capacidad de resistir y recuperarse rápidamente de interrupciones, como cortes de energía, desastres naturales o eventos imprevistos.

ii. Eficiencia en el Suministro de Agua Urbano desde la Perspectiva de la Resiliencia:

En el contexto de la resiliencia, la eficiencia se relaciona con la capacidad del sistema de suministro de agua para optimizar el uso de recursos y minimizar las pérdidas durante eventos disruptivos. Un suministro eficiente implica la implementación de tecnologías avanzadas, prácticas de gestión innovadoras y la capacidad de adaptarse a condiciones cambiantes sin comprometer la calidad y disponibilidad del agua. Desde la perspectiva de la resiliencia, la eficiencia contribuye a la capacidad de mantener la operatividad del sistema incluso en situaciones desafiantes, reduciendo el impacto de eventos adversos y asegurando la sostenibilidad a largo plazo del suministro de agua urbano.

Capítulo 3 Estado del Arte

En las últimas décadas, la gestión del agua en entornos urbanos ha enfrentado desafíos significativos debido al crecimiento poblacional, la escasez de recursos hídricos y los impactos del cambio climático. En este contexto, diversos estudios han explorado enfoques innovadores para abordar estos desafíos y garantizar un suministro de agua sostenible.

En primera instancia tenemos “El modelo dinámico adaptativo para la gestión de agua en el medio urbano” propone una aproximación revolucionaria mediante la implementación de la modelación dinámica para gestionar el abastecimiento de agua en ciudades, con un enfoque aplicado a la ciudad de Puebla y su zona conurbada. Este modelo no solo muestra un análisis tendencial, sino que va más allá al presentar un escenario de balance a lo largo de 15 años (terminando en el 2030). La inclusión de acciones de conservación, captación pluvial y reúso de agua tratada demuestra la viabilidad de transformar un sistema de déficit en un equilibrio de superávit hídrico. Este enfoque destaca las ventajas de la modelación dinámica en sistemas hídricos urbanos al ofrecer una visión integral y prospectiva.

En el ámbito de las "Tecnologías Verdes para el Aprovechamiento de Aguas Residuales Urbanas," se destaca la evaluación económica de estas tecnologías mediante un análisis costo-beneficio. Enfocándose en la descontaminación del agua y la venta de productos vegetales como beneficios económicos, este estudio compara tecnologías verdes con las convencionales. Se resalta la

superioridad comercial y económica de las tecnologías verdes, y se subraya la importancia de considerar los beneficios ambientales en la evaluación económica.

Por otra parte, el estudio sobre la "Gestión del Agua Doméstica Urbana en Hermosillo" aborda los retos específicos de una ciudad en una franja del desierto de Sonora. El análisis del crecimiento urbano, la densidad de población y las políticas de gestión del agua revelan un aumento significativo de habitantes y la necesidad de sistemas más sostenibles. La crítica a las medidas extremas, como los programas de restricción, resalta la importancia de una planificación eficiente y la gestión de la demanda de agua para enfrentar los desafíos en ciudades áridas.

En cuanto a la "Resiliencia Urbana," se observa un aumento de la atención hacia este concepto emergente. "The role of urban resilience in research and its contribution to sustainability" destaca la necesidad de integrar la resiliencia urbana con objetivos de desarrollo sostenible para lograr resultados más equilibrados. Analiza estudios de 1998 al 2020 sobre resiliencia urbana, utilizando técnicas bibliométricas y Web of Science (WoS) para definir el alcance e identificar temas en la literatura de resiliencia urbana. El software CiteSpace se utiliza para establecer el marco intelectual. En segundo lugar, se explora su contribución a las dimensiones de sostenibilidad y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) basados en los resultados de la investigación.

El "City Water Resilience Framework (CWRF)" presenta una herramienta de planificación basada en la gobernanza para fortalecer la resiliencia del agua urbana. Cocreado con ciudades asociadas y probado en diferentes contextos, este marco proporciona un enfoque integral que abarca infraestructura, salud, planificación y liderazgo. La aplicación en Ciudad del Cabo, el Gran Miami

y las Playas demuestra la utilidad de CWRf en la integración de factores y actividades de resiliencia del agua.

En el último estudio, se examina la "Evaluación del Desempeño de Esquemas de Reciclado de Agua en Sistemas Urbanos." Frente a la creciente escasez de agua, la reutilización del agua se presenta como una opción viable. El uso del modelo de metabolismo, WaterMet2, para evaluar esquemas de reciclado muestra la importancia de considerar la resiliencia, confiabilidad y costo total. El caso de estudio subraya el papel crucial de esquemas como la recolección de agua de lluvia.

En conclusión, estas investigaciones proporcionan perspectivas valiosas sobre enfoques innovadores y sostenibles para la gestión del agua en entornos urbanos. Desde modelos dinámicos y tecnologías verdes hasta estrategias de gestión del agua doméstica y marcos de resiliencia, estos estudios demuestran la diversidad de soluciones necesarias para abordar los desafíos hídricos en nuestras ciudades. La integración de tecnologías avanzadas, planificación efectiva y enfoques holísticos son esenciales para garantizar un suministro de agua urbana seguro y sostenible.

Capítulo 4 Metodología

En esta investigación se tomó como marco metodológico el propuesto por el Banco Mundial en 2020 “Water In Circular Economy and Resilience (WICER)”, el cual consiste en una evaluación multidisciplinaria y transversal que mide parámetros tanto económicos, financieros, sociales y políticos para demostrar la fiabilidad, resiliencia y eficiencia con la que cuentan los sistemas de suministro y manejo de aguas residuales en los centros urbanos alrededor del mundo.

Esta metodología está alineada con la economía circular, mediante la cual se busca reducir el impacto ambiental que se tiene e interconectar los distintos sectores económicos en sus usos y residuos hídricos, como lo son el sector primario (agricultura y ganadería), sector secundario (industria) y sector terciario (servicios).

Se partirá de esta metodología de manera detallada y se recomendará una posible aplicación práctica para la ciudad de Morelia.

Cuestiones Intersectoriales: Las siguientes cuatro cuestiones intersectoriales surgen como factores importantes en la adopción exitosa del marco WICER: (1) políticas, instituciones y regulaciones; (2) gestión de la demanda; (3) digitalización; y (4) inclusión.

4.1 Entorno político, institucional y regulatorio (PIR)

Incluso cuando se avanza a nivel de servicios públicos o de la ciudad, las limitaciones regulatorias y de políticas pueden persistir. Por ejemplo, las regulaciones deben abordar los recursos

recuperados de las aguas residuales. Si son inexistentes, laxos o prohibitivos, los municipios no pueden desarrollar proyectos ni crear mercados para subproductos. Si las tarifas para el agua dulce o la energía son demasiado bajas, pocas entidades harán un uso eficiente del agua, reutilizarán las aguas residuales tratadas o generarán energía en las plantas de tratamiento de aguas residuales. Si las tarifas de descarga de aguas residuales o los cargos por contaminación son demasiado bajos, o la aplicación es laxa, las industrias no tienen incentivos para minimizar la contaminación del agua.

Los servicios públicos de abastecimiento de agua y saneamiento y las ciudades no pueden embarcarse solos en este desafío. Debe crearse un entorno propicio para proporcionar los incentivos adecuados para integrar la economía circular y la resiliencia. La mayoría de los estudios de caso presentados en este informe muestran uno o más aspectos del marco WICER. Todos provienen de un fuerte apoyo del gobierno o de un entorno favorable. Como se señaló anteriormente, un entorno “PIR” propicio debería alentar el uso de los recursos recuperados y permitir un mercado para esos recursos. Debe incentivar las intervenciones en materia de agua y eficiencia energética y fomentar la energía renovable y las soluciones basadas en la naturaleza, protegiendo al mismo tiempo los recursos naturales. Un entorno propicio también debe utilizar los instrumentos económicos y de política adecuados para establecer aranceles y precios adecuados de modo que las alternativas circulares puedan competir con las alternativas tradicionales y lineales, que con frecuencia se benefician de subvenciones, externalidades y otras distorsiones del mercado. Una normativa medioambiental clara (sobre derechos de agua, normas de vertido y tasas de contaminación) debe fomentar las inversiones en el control de la contaminación y la regeneración de los sistemas naturales.

Es necesario fortalecer la capacidad institucional y regulatoria para hacer cumplir los marcos regulatorios y promover la adopción de enfoques de economía circular. La aplicación de las regulaciones es indispensable y solo puede llevarse a cabo con agencias con recursos adecuados, procedimientos administrativos para sanciones y programas de monitoreo. La coordinación con otros sectores también es vital, especialmente con los grandes usuarios de agua o los usuarios potenciales de recursos recuperados, como la agricultura y la industria.

4.2 La gestión de la demanda

Los principios de la economía circular incluyen no solo minimizar los residuos y recuperar los recursos, sino también evitar el uso indebido de los preciosos recursos naturales. El primer objetivo debe ser minimizar el uso del agua. **Es insostenible invertir y construir infraestructura para la producción y el suministro de agua si se desperdicia agua.** Las acciones y políticas para aumentar el suministro de agua deben combinarse con las que gestionan la demanda. Las políticas de conservación del agua generalmente se implementan a nivel gubernamental, y los servicios públicos de suministro de agua y saneamiento no pueden controlar directamente la demanda de agua. Pero pueden fomentar el uso responsable del agua con campañas de sensibilización y comunicación, incentivos monetarios, establecimiento de las tarifas adecuadas para recuperar los costos totales, subsidios progresivos y nuevos medidores de agua, entre otras medidas.

El agua debe tener un precio correcto, reflejando el costo de oportunidad local del uso del agua, cuando sea posible. Una estructura adecuada de tarifas del agua (que también garantice la asequibilidad para los pobres) incentiva el uso eficiente del agua y hace que la reutilización de las aguas residuales sea financieramente sostenible. Por ejemplo, es importante no establecer tarifas

de agua dulce demasiado bajas, especialmente para las industrias y las empresas, por lo que hay incentivos para reutilizar las aguas residuales tratadas. La reducción del consumo de agua también reduce la cantidad de aguas residuales a tratar. Al invertir en medidas de conservación del agua, los servicios públicos pueden aumentar la disponibilidad de agua sin tener que construir más infraestructura, ahorrando los costos de suministro y tratamiento y eliminación de agua y tratamiento y eliminación de aguas residuales.

4.3 El potencial de la digitalización

Las soluciones digitales pueden contribuir a una mayor resiliencia y a mejores servicios de abastecimiento de agua y saneamiento. Ofrecen nuevas formas de optimizar, gestionar y conservar el agua. En todo el mundo, el sector del agua está adoptando soluciones digitales para que pueda responder mejor a las demandas de los clientes y las crecientes presiones globales. La teledetección, los medidores inteligentes, el big data, las herramientas de simulación avanzadas y la inteligencia artificial permiten a las empresas de servicios públicos administrar y optimizar una cartera diversificada de suministro de agua.

Las soluciones digitales también ayudan a ampliar y mejorar la calidad de los recursos hídricos, ampliar los ciclos de vida de la infraestructura, optimizar las operaciones y el mantenimiento, aumentar la eficiencia energética y ayudar a prepararse para un entorno cambiante o una crisis potencial.

4.4 Inclusión

Es imperativo que todas las intervenciones de WICER sean inclusivas. Todos deben beneficiarse. Las discusiones de las partes interesadas deben incluir a todos los grupos, considerando una gama de soluciones adaptadas a las realidades de las ciudades en los países en desarrollo. Al centrarse en la prestación de servicios y su entorno propicio, los servicios públicos y los municipios pueden evitar la trampa de construir infraestructura aislada de las necesidades y realidades sociales.

Un sistema totalmente circular y resiliente debe garantizar que todos tengan acceso a los servicios de agua y estén incluidos en los planes de resiliencia. Al mismo tiempo, muchos elementos de WICER ya contribuyen a servicios más inclusivos. Por ejemplo, si se desperdicia menos agua, se puede dar acceso a más personas al agua, como muestran varios de los estudios de caso. Además, los recursos recuperados pueden ofrecer un flujo de ingresos adicional, haciendo que la empresa de servicios públicos sea más sostenible financieramente y permitiendo que los subsidios se redirijan donde más se necesitan. La cuestión clave (especialmente si se trata de asociaciones público-privadas) es garantizar que los proyectos y contratos estén bien diseñados para abordar las necesidades sociales.

Conclusiones

La aplicación del marco WICER proporciona beneficios ambientales, así como beneficios sociales, económicos y financieros. También es una condición para alcanzar varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) globales. Un sistema de agua circular y resiliente fomenta el uso sostenible y responsable del agua, la energía y otros recursos; reduce los residuos y la contaminación (como las emisiones de gases de efecto invernadero y las aguas residuales); y ofrece servicios de agua resilientes e inclusivos, mejorando en última instancia los medios de vida al tiempo que preserva los recursos hídricos y el medio ambiente. La implementación del marco también está en línea con la agenda climática y puede ser un aliado en el logro de varios objetivos relacionados con el clima.

Las inversiones en sistemas circulares y resilientes producen beneficios económicos y financieros. Si los proyectos se diseñan correctamente, un sistema de agua circular y resiliente reduce las ineficiencias, recupera recursos, utiliza soluciones basadas en la naturaleza, reutiliza materiales y da como resultado menores costos de capital y operativos y más ingresos. Estos beneficios hacen que el sistema sea más robusto financieramente, a veces con rendimientos de inversión notablemente altos, y ambientalmente sostenible. Además, si todas las externalidades potenciales y los efectos sistémicos se tienen en cuenta correctamente, los resultados económicos de un sistema circular y resiliente pueden ser aún mayores.

Pero las ciudades y los servicios públicos de agua no lograrán un sistema de agua totalmente circular y resistente sin el marco político, institucional y regulatorio adecuado. También se

necesitan reformas en otros sectores, como la agricultura, la energía, la industria, el medio ambiente, y a nivel de cuenca y hogar.

El marco WICER puede adaptarse y elevarse al nivel de políticas en el gobierno y desplegarse para reunir a las partes interesadas relevantes para el trabajo colaborativo en todos los sectores. El marco “WICER” debe servir para guiar a los profesionales que están incorporando los principios en políticas y estrategias, planificación, priorización de inversiones y diseño y operaciones.

Bibliografía

- Banco Mundial (2016). Water in Circular Economy and Resilience (WICER).
- Bautista-Puig, N., Benayas, J., Mañana-Rodríguez, J., Suárez, M., & Sanz-Casado, E. (2022). *The role of urban resilience in research and its contribution to sustainability*. Cities.
- Behzadian, K., Kapelan, Z., & Morley, M. S. (2014). *Resilience-based performance assessment of water-recycling schemes in urban water systems*. Procedia Engineering, 89, 719-726.
- Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo. (1987). Our common future. Oxford University Press.
- Cummins, R. A. (1997). Comprehensive Quality of Life Scale (ComQol). En G. Sirgy, D. R. Rahtz, & A. C. Samli (Eds.), *Advances in Quality-of-Life Theory and Research* (pp. 210-244). Dordrecht: Springer.
- Daly, H. E. (1990). Toward some operational principles of sustainable development. *Ecological Economics*, 2(1), 1–6.
- Ellen MacArthur Foundation. (2013). Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition. Ellen MacArthur Foundation.
- Ellen MacArthur Foundation. (s.f.). What is the circular economy? Ellen MacArthur Foundation. [<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/what-is-the-circular-economy>].
- European Environment Agency. (2016). Circular Economy in Europe — Developing the knowledge base. EEA Report No 2/2016. [<https://www.eea.europa.eu/publications/circular-economy-in-europe>]
- Gan, T. Y., Wang, H., & Wang, Y. (2017). Resilience in urban water systems: Definitions, dimensions and driving factors. *Science of The Total Environment*, 584–585, 1242–1248. [<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.163>]
- Gil, H., Cisneros, J., Dante de Prada, J., Plevich, J., Sanchez Delgado, A. (2013). Tecnologías verdes para el aprovechamiento de aguas residuales urbanas: análisis económico *Ambiente & Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, (vol. 8, núm. 3, pp. 118-128).

- Huntjens, P., Pahl-Wostl, C., Rihoux, B., & Schlüter, M. (2012). Resilience in social, socio-ecological, and social-ecological systems: A review of the literature. *Ambio*, 41(6), 574–584.
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221-232. [https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005]
- Martínez-Austria, P. F., & Vargas-Hidalgo, A. (2016). *Modelo dinámico adaptativo para la gestión del agua en el medio urbano*. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 7(4), 139-154.
- McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. North Point Press.
- Neef, M. A. M. (2006). *Desarrollo a Escala Humana: Conceptos, aplicaciones y algunas reflexiones*. Icaria.
- Nussbaum, M., & Sen, A. (Eds.). (1993). *The quality of life*. Clarendon Press.
- Ojeda de la Cruz, A., Narváez Tijerina, A., Quintana Pacheco, Jesús. (2014). Gestión del agua doméstica urbana en Hermosillo (Sonora, México). *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, vol. (23), núm. (1).
- Rey, D., Bonnesoeur, V., Rapaport, A., & Azoulay, A. (2019). Assessment of the resilience of agricultural systems in the United States to climate change and variability. *Environmental Research Letters*, 14(11), 114012. [https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab41b1]
- Sachs, J. D. (2015). *The age of sustainable development*. Columbia University Press.
- Saikia, P., Beane, G., Garriga, R. G., Avello, P., Ellis, L., Fisher, S., y Jiménez, A. (2022). *City Water Resilience Framework: A governance-based planning tool to enhance urban water resilience*. *Sustainable Cities and Society*, 77.
- The World Bank. (2016). *Water in Circular Economy and Resilience (WICER)*. The World Bank.
- UNESCO. (2015). *The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World*. UNESCO, Paris. [http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002318/231823E.pdf]
- United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. United Nations.
- UN-Water. (2018). *Sustainable Development Goal 6 Synthesis Report 2018 on Water and Sanitation*. United Nations.

World Economic Forum. (2017). Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chains. World Economic Forum and Ellen MacArthur Foundation. [http://www3.weforum.org/docs/WEF_ENV_TowardsCircularEconomy_Report_2017.pdf].

World Health Organization. (1997). WHOQOL Measuring Quality of Life. Geneva: World Health Organization. [<https://www.who.int/healthinfo/survey/whoqol-qualityoflife/en/>].

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



A quien corresponda,

Por este medio, quien abajo firma, bajo protesta de decir verdad, declara lo siguiente:

- Que presenta para revisión de originalidad el manuscrito cuyos detalles se especifican abajo.
- Que todas las fuentes consultadas para la elaboración del manuscrito están debidamente identificadas dentro del cuerpo del texto, e incluidas en la lista de referencias.
- Que, en caso de haber usado un sistema de inteligencia artificial, en cualquier etapa del desarrollo de su trabajo, lo ha especificado en la tabla que se encuentra en este documento.
- Que conoce la normativa de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en particular los Incisos IX y XII del artículo 85, y los artículos 88 y 101 del Estatuto Universitario de la UMSNH, además del transitorio tercero del Reglamento General para los Estudios de Posgrado de la UMSNH.

Datos del manuscrito que se presenta a revisión		
Programa educativo	Maestría en Asuntos Públicos para la Sustentabilidad	
Título del trabajo	Economía circular del agua: análisis de la metodología WICER y su aplicación en el sistema de agua urbano en la ciudad de Morelia, Michoacán	
	Nombre	Correo electrónico
Autor/es	Juan Carlos Basurto Serrano	1836677x@umich.mx
Director	Dra. Hilda R. Guerrero García Rojas	hilda.guerrero@umich.mx
Codirector		
Coordinador del programa		

Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Asistencia en la redacción	No	
Traducción al español	No	
Traducción a otra lengua	No	
Revisión y corrección de estilo	No	

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



Análisis de datos	No	
Búsqueda y organización de información	No	
Formateo de las referencias bibliográficas	No	
Generación de contenido multimedia	No	
Otro	No	

Datos del solicitante	
Nombre y firma	Juan Carlos Basurto Serrano
Lugar y fecha	Morelia, Michoacán. 14 de agosto de 2025

Juan Carlos Basurto Serrano Juan Carlos Basurto S...

Economía circular del agua análisis de la metodología WICER y su aplicación en el sistema de agua ur

 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:483537066

Fecha de entrega

14 ago 2025, 2:05 p.m. GMT-6

Fecha de descarga

14 ago 2025, 2:13 p.m. GMT-6

Nombre de archivo

Economía circular del agua análisis de la metodología WICER y su aplicación en el sistema de agu....pdf

Tamaño de archivo

465.0 KB

36 Páginas

7489 Palabras

47.017 Caracteres

13% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 13%  Fuentes de Internet
- 6%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.