



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Bogotá

PRINCIPIO DE SOSTENIBILIDAD

MÓDULO 2

Recursos de construcción (agua, energía, suelos, residuos)



MAESTRÍA EN
INNOVACIÓN EN LA
CONSTRUCCIÓN
• M I N N O C •



Unidad 4. Agua y saneamiento

Cada indicador técnico de desempeño hídrico ha sido seleccionado con base en estándares internacionales y estudios científicos recientes (IPCC, 2022; ISO, 2019; UNEP, 2020; UNESCO WWAP, 2022; WRI, 2023) e incluye su definición técnica, fórmula de cálculo y valores de referencia recomendados. Entre los más relevantes destacan:

- El consumo específico de agua (L/m^2 -año), que cuantifica la intensidad del uso hídrico según el tipo y la escala de la edificación, es un parámetro central en ISO 46001 y LEED v4.
- La tasa de reutilización de aguas grises y pluviales (%), indicador clave de circularidad urbana que refleja la eficiencia del edificio en su ciclo hidrológico (UNEP, 2020).
- El coeficiente de escorrentía (C) y el índice de permeabilidad, que miden la capacidad de las superficies edificadas para infiltrar o retener agua de lluvia, son fundamentales para el diseño de infraestructura verde y SUDS (IPCC, 2022).
- Los indicadores de calidad del efluente tratado, como la concentración de sólidos disueltos totales (TDS) y la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), permiten evaluar el impacto ambiental de las descargas urbanas (OMS, 2021).
- Finalmente, el índice de vulnerabilidad hídrica (IVH) y la exposición a inundaciones (%), derivados del modelo *Aqueduct 4.0*, integran los componentes de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa frente al riesgo climático (WRI, 2023).

Tabla 1. Indicadores técnicos para la evaluación del desempeño hídrico en edificaciones

| Categoría | Indicador | Definición técnica | Valor de referencia/meta internacional | Fuente/estándar |
|-------------------------------|--|---|--|---------------------------------------|
| Eficiencia en el uso del agua | Consumo específico de agua (L/m^2 -año) | Volumen total de agua utilizada en la edificación, por unidad de superficie construida. | <ul style="list-style-type: none"> • Residencial < 350 L/m^2-año. • Oficinas < 180-250 L/m^2-año. • Edificios certificados <i>LEED Gold</i> o superior: reducción $\geq 40\%$ (equivalente a 150 L/m^2-año o menos). | ISO 46001 (2019), LEED v4 WE Credit 2 |
| | Consumo per cápita ($L/persona$ -día) | Volumen promedio de agua usada por ocupante. | <ul style="list-style-type: none"> • < 130 $L/persona$-día (zonas urbanas sostenibles). • Consumo eficiente: ≤ 120 $L/persona$-día. • Consumo moderado: 120-150 $L/persona$-día. • Consumo alto o insostenible: > 150 $L/persona$-día. | ONU-Hábitat (2020) |

| Categoría | Indicador | Definición técnica | Valor de referencia/meta internacional | Fuente/estándar |
|--------------------------------------|---|---|---|------------------------------------|
| Eficiencia en el uso del agua | Índice de eficiencia hídrica (WEI) | Relación entre consumo real y consumo de diseño. | <ul style="list-style-type: none"> • WEI \leq 1 eficiente • WEI $>$ 1 ineficiente | LEED v4 – <i>Water Efficiency</i> |
| | Pérdidas internas (%) | Diferencia entre volumen suministrado y volumen medido en puntos finales. | <ul style="list-style-type: none"> • $<$ 10 % óptimo. • Edificaciones con sistemas de monitoreo y mantenimiento preventivo mantengan pérdidas entre 5 % y 12 %, dependiendo de la antigüedad de la red interna. | WRI (2023) UNEP (2020) |
| Reutilización y recirculación | Tasa de reutilización de aguas grises (%) | Proporción del agua recuperada para riego, sanitarios u otros usos no potables. | <ul style="list-style-type: none"> • \geq 25 % sostenible. • \geq 40 % avanzado. | UNEP (2020), <i>EDGE System</i> |
| | Aprovechamiento de aguas lluvias (m ³ /año) | Volumen captado y utilizado de precipitación sobre cubierta o superficie impermeable. | \geq 10 % del consumo total sustituido. | ISO 24512 (2016), GWP (2019) |
| | Capacidad de almacenamiento pluvial (L/m ²) | Capacidad de tanque por unidad de área construida. | $>$ 0,04 m ³ /m ² (zonas tropicales húmedas). | FAO (2021) |
| Calidad y tratamiento | Nivel de tratamiento de aguas residuales (%) | Porcentaje de efluente tratado previo a descarga o reúso. | \geq 90 % (reúso). | OMS (2021) |
| | Concentración de sólidos disueltos totales (mg/L) | Medida de calidad del agua para reúso interno. | <ul style="list-style-type: none"> • \leq 500 mg/L potable. • \leq 1000 mg/L reúso no potable. | WHO (2021) |
| | Índice de contaminación del vertimiento (ICV) | Evaluación integrada de DBO, DQO, nitrógeno y fósforo. | <ul style="list-style-type: none"> • $<$ 1 aceptable. • $>$ 2 crítico. | IDEAM (2020) |
| Hidrología urbana y drenaje | Coefficiente de escorrentía (C) | Fracción de la precipitación que genera escorrentía superficial. | 0.2 (verde) -0.9 (impermeable) | IPCC (2022) |
| | Índice de permeabilidad (%) | Porcentaje de superficie del lote permeable o con infiltración natural. | \geq 30 % (zonas urbanas resilientes). | LEED SSc <i>Rainwater Mgmt</i> |
| | Volumen de retención pluvial (m ³) | Capacidad de retención antes del vertimiento a red pública. | 15-25 mm de evento de lluvia retenido. | ISO 24513 (2020) |

| Categoría | Indicador | Definición técnica | Valor de referencia/meta internacional | Fuente/estándar |
|--|---|---|--|--------------------------------|
| Riesgo y resiliencia hídrica | Índice de vulnerabilidad hídrica (IVH) | Medida compuesta de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa. | <ul style="list-style-type: none"> • 0-1 (bajo). • > 2 (alto). | WRI <i>Aqueduct</i> 4.0 (2023) |
| | Exposición a inundaciones (%) | Porcentaje del área edificada en zonas con probabilidad $\geq 1\%$ de inundación anual. | < 5 % aceptable. | IPCC (2022) |
| | Presencia de sistemas SUDS | Número o superficie de dispositivos de drenaje sostenible instalados. | ≥ 1 dispositivo por 1000 m ² (óptimo). | UNEP (2020) |
| Gestión y gobernanza | Plan de gestión del agua en edificaciones (PGAE) | Existencia de plan formal que incluya diagnóstico, metas y monitoreo. | Requerido según ISO 46001. | ISO 46001 (2019) |
| | Auditorías de consumo hídrico/año | Frecuencia de evaluación de mediciones y pérdidas. | ≥ 1 por año. | WBCSD (2020) |
| | Certificación ambiental vigente | Nivel de certificación con componente hídrico. | \geq nivel Silver/Good. | USGBC (2022) |
| Adaptación climática y circularidad | Huella hídrica del edificio (m ³ /año) | Volumen total de agua consumida directa e indirectamente por el ciclo de vida. | Reducción $\geq 20\%$ vs. línea base | FAO (2021), ISO 14046 (2014) |
| | Balance hídrico neto | Relación entre agua captada, reutilizada y vertida. | <ul style="list-style-type: none"> • ≥ 0 balance neutral • > 0 positivo | WRI (2023), UNESCO WWAP (2022) |



Para tener en cuenta

Estos indicadores no deben interpretarse de forma aislada, sino como un **sistema interdependiente que permite diagnosticar el desempeño hídrico integral de las edificaciones**. Su aplicación facilita la priorización de medidas de ahorro, reúso y protección del recurso, orientando la toma de decisiones en materia de diseño, operación, mantenimiento y certificación ambiental. En conjunto, constituyen un **marco técnico y verificable para avanzar hacia edificaciones hídricas y energéticamente eficientes, alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 6, 11 y 13, así como con las metas de mitigación y adaptación del Acuerdo de París (2015)**.

La gestión sostenible del recurso hídrico en edificaciones no es únicamente una cuestión de eficiencia técnica, sino también una condición estructural para la resiliencia urbana, la seguridad hídrica y la mitigación del cambio climático. A lo largo de este módulo, se ha demostrado que el agua debe entenderse como un sistema vivo dentro de la infraestructura urbana, en el que las edificaciones desempeñan un papel activo en la regulación de los flujos, la reducción de pérdidas y la regeneración del ciclo hidrológico local.

Además, el **análisis integral de estos indicadores** evidencia que la **eficiencia hídrica** no puede abordarse de forma aislada. Este debe integrarse con las **estrategias de energía, materiales, salud ambiental y resiliencia climática**, promoviendo una **visión de metabolismo urbano circular**, donde cada edificio actúe como un nodo de captación, tratamiento, reutilización y retorno de agua limpia al sistema natural. En este sentido, la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH/IWRM) se consolida como el marco operativo para vincular los **objetivos locales de eficiencia con las metas globales de sostenibilidad**, adaptando las edificaciones al nuevo paradigma climático.