

CIRCULAR-E FRAMEWORK™

White Paper corporativo (v1.6)

Plan maestro de KPIs para entrega de sostenibilidad, desempeño verificable y creación de valor circular

Fecha: 19 Noviembre 2025 | Owner: PAM Sustainable Projects LLC

1. Resumen ejecutivo

CIRCULAR-E FRAMEWORK™ es un marco práctico, orientado a KPIs, diseñado para traducir metas de sostenibilidad en resultados medibles en proyectos de infraestructura, edificaciones y activos industriales. Funciona como un plan maestro de desempeño sostenible: integra economía circular, eficiencia de ejecución, optimización energética, gestión de residuos e impactos locales, y reducción de carbono, bajo un modelo único de gobernanza.

- Resultado de negocio: mayor predictibilidad y valor al reducir desperdicio, retrabajo y variabilidad de plazos, y al optimizar costos de ciclo de vida.
- Resultado de sostenibilidad: reducciones verificables en consumo de recursos, demanda energética, generación de residuos y emisiones de GEI.
- Resultado de gobernanza: evidencia digital, auditabilidad y trazabilidad de KPIs habilitadas por BIM multidimensional 3D–7D.

CIRCULAR-E es agnóstico al mercado. El empaquetamiento comercial (servicios, pricing y go-to-market) se adapta según país, marco regulatorio y madurez de cadena de suministro, mientras el núcleo técnico se mantiene.

2. La brecha de implementación que resuelve CIRCULAR-E

En la industria, muchos compromisos ESG se quedan en políticas o conceptos. En compras, logística, obra y operación, a menudo no existe un método unificado para gobernar objetivos ESG con controles diarios. Las consecuencias típicas: desperdicio de materiales y tiempo, volatilidad de costos, mayor carbono incorporado y operacional, y activos menos resilientes.

- Responsabilidad fragmentada: objetivos de sostenibilidad sin dueños, controles y evidencia definida.
- Descubrimiento tardío de conflictos: problemas de constructabilidad y secuencia que disparan cambios y retrabajo.
- Trazabilidad limitada: reportes a posteriori sin linaje confiable de datos.
- Ceguera de ciclo de vida: optimización de CAPEX que incrementa OPEX energético, carbono y riesgo de interrupciones.

3. Arquitectura del Framework

CIRCULAR-E se estructura en cinco pilares operativos (qué gestionar) y un habilitador tecnológico (cómo controlar). Esta arquitectura asegura que los KPIs de sostenibilidad no sean aspiracionales: se gobiernan con el mismo rigor que alcance, plazo y costo.

3.1 Los cinco pilares operativos

- Circularidad: maximizar reuso/rehabilitación y minimizar insumos vírgenes (materiales, componentes, suelo).
- Eficiencia de ejecución: prácticas Lean para reducir retrabajo, fricción y variabilidad de plazos.
- Energía: optimizar demanda operacional y modernizar sistemas (MEP, envolvente, controles) con ganancias medibles.
- Residuos e impactos locales: prevenir residuos, segregar y desviar de landfill; reducir polvo/ruido/transporte.
- Carbono: reducir carbono incorporado y operacional mediante diseño, logística y optimización en operación.

3.2 BIM 3D–7D como ‘Control Tower’ tecnológica

BIM 3D–7D no es el Framework: es el stack tecnológico que habilita su gobernanza. El modelo y sus datos estructurados operan como una ‘torre de control’ para decisiones y captura de evidencia: 3D para coordinación multidisciplinaria, 4D para validación de secuencias y fases, 5D para cantidades, costo y control de compras, 6D para analítica de sostenibilidad (energía, carbono y residuos), y 7D para continuidad de Operación y Mantenimiento (O&M).

Con esto se establece linaje de datos desde la intención de diseño hasta la ejecución en campo y la operación del activo, habilitando reportes consistentes, aseguramiento interno y verificación de terceros cuando aplique.

4. Plan maestro de KPIs: qué medimos y cómo lo demostramos

Cada implementación inicia con una línea base, un ‘KPI Charter’ y reglas explícitas de evidencia. El objetivo no es crear un reporte al final, sino gestionar desempeño sostenible de forma continua durante la entrega y en operación. Los KPIs se mapean a controles (palancas de proceso) y a prueba (fuentes de datos).

Dominio KPI	Métricas clave (ejemplos)	Controles principales	Evidencia / Fuentes de datos
-------------	------------------------------	--------------------------	---------------------------------

Circularidad	Reuso/contenido reciclado; desvío de landfill; intensidad de materiales	Desmontaje selectivo; compras circulares; diseño de logística	BoQs 5D; manifiestos/tickets de residuos; declaraciones/certificados de proveedores
Desempeño de entrega	SPI/CPI; variación de hitos; retrabajo evitado	Secuenciación 4D; eliminación de restricciones; disciplina QA/QC y RFI	Planes 4D; RFIs/NCRs; bitácoras de obra
Energía	kWh/m ² -año; demanda pico; reducción vs línea base	Mejoras de envolvente/MEP; controles; commissioning	Simulaciones 6D; actas de commissioning; datos BMS/EMS
Residuos e impactos	kg/m ² ; tasa de segregación; transporte evitado	Segregación en sitio; optimización de acarreo; controles de impacto	Manifiestos; evidencia de campo; registros logísticos
Carbono (GEI)	tCO ₂ e incorporado/operacional; reducción vs línea base	Especificaciones bajas en carbono; optimización de transporte; afinación operacional	Factores EPD/LCA; datos de combustible/energía; inventarios

Rangos permisibles de eficiencia (guía, % vs línea base)

La siguiente tabla ofrece rangos de referencia para evaluar si la implementación está generando mejoras materiales. Estos rangos se calibran según tipología del activo, clima, alcance contractual y línea base del proyecto.

Dominio KPI	Año 1 (implementación inicial)	Maduro (implementación repetible)	Banda aceptable	Notas / umbrales
Circularidad	+10–30%	+25–50%	$\geq +10\%$	Desvío de landfill $\geq 70\%$ (bueno), $\geq 90\%$ (mejor práctica).
Desempeño de entrega	Mejorar variabilidad 10–25%	Mejorar variabilidad 25–40%	Var. de hitos $\leq \pm 10\%$	SPI/CPI 0.95–1.05 (aceptable); 0.98–1.02 (eficiente). Retrabajo $\leq 5\%$ (aceptable), $\leq 2\%$ (eficiente).
Energía	–5–15%	–15–30%	$\geq -5\%$	Reducciones dependen de tipología del activo, clima, y alcance (envolvente/MEP/controles).
Residuos e impactos	–10–25%	–25–40%	$\geq -10\%$	Segregación $\geq 80\%$ (bueno), $\geq 90\%$ (mejor práctica). Viajes de acarreo –5–15% (inicial).
Carbono (GEI)	–5–15%	–15–30%	$\geq -5\%$	Reducciones de carbono incorporado dependen de disponibilidad de EPDs y especificaciones; operacional sigue energía.

Nota: Los rangos son guía inicial. Para contratos o auditorías formales, se recomienda definir umbrales específicos por capítulo y método de verificación (incluyendo frecuencia y tolerancias).

5. Método de implementación (Objetivos → Controles → Evidencia)

- Fase A — Línea base y metas: definir baselines, KPIs, criterios de éxito, alcance de aseguramiento y reglas de auditoría.
- Fase B — Diseño circular + plan Lean: coordinación 3D y secuenciación 4D para prevenir conflictos y reducir variabilidad.
- Fase C — Control 5D de costos y compras: cantidades desde el modelo, alternativas circulares y trazabilidad de procurement.
- Fase D — Control 6D de sostenibilidad: integrar energía, residuos y carbono a decisiones de diseño y obra.
- Fase E — Continuidad 7D en operación: datos del activo para O&M, mantenimiento y mejora continua.

La gobernanza se sostiene con una cadencia de revisiones KPI, evaluación del impacto de cambios (sostenibilidad + costo + plazo) y chequeos de evidencia, manteniendo alineación con metas y transparencia para stakeholders.

6. Alineación con normas internacionales de sostenibilidad

CIRCULAR-E está diseñado para ser compatible con estándares internacionales de sostenibilidad y gestión. No reemplaza estas normas; provee un sistema de ejecución para lograr y evidenciar los resultados que suelen exigir.

- Sistemas de gestión ambiental: alineación con principios ISO 14001 (planificación, controles, mejora continua).
- Gestión de energía: alineación con ISO 50001 (línea base, monitoreo y mejora de desempeño).
- Contabilización y reporte de GEI: compatibilidad con ISO 14064 y el enfoque del GHG Protocol para inventarios y reducciones.
- Enfoque de ciclo de vida: soporte para decisiones basadas en LCA consistentes con ISO 14040/14044 y uso de EPDs.
- Preparación para divulgación: trazabilidad KPI que soporta marcos de reporte como GRI, SASB/ISSB y gobernanza de riesgo climático tipo TCFD.

7. Aplicación multi-mercado

CIRCULAR-E puede implementarse en proyectos públicos o privados en distintas regiones. Las adaptaciones por mercado suelen concentrarse en requisitos regulatorios, disponibilidad de materiales, exposición climática y expectativas de reporte, mientras el plan maestro de KPIs y la gobernanza habilitada por BIM se mantienen.

- Infraestructura y utilities: rehabilitación, expansión, resiliencia climática, desempeño energético y confiabilidad de ciclo de vida.
- Edificaciones: retrofit/modernización, upgrades MEP, control de residuos, reducción de carbono incorporado y desempeño operacional.
- Activos industriales/tecnológicos: continuidad operacional, optimización energética, O&M basado en datos y upgrades con enfoque de riesgo.

8. Entregables estándar

- KPI Charter: línea base, metas, método de medición, responsables, alcance de aseguramiento y reglas de auditoría.
- Paquete BIM 3D–7D: BEP (BIM Execution Plan) y diccionario de datos para trazabilidad.
- Plan de Circularidad: estrategia de reuso, desmontaje selectivo, requisitos de compras y plan logístico.
- Plan 6D de Energía y Carbono: medidas, supuestos, factores, verificación y ruta de commissioning.

- Dashboard de desempeño + dossier de evidencia: KPIs consolidados con soportes para stakeholders y terceros.

Nomenclatura (siglas)

Sigla	Significado
BIM	Building Information Modeling (Modelado de Información para la Construcción)
BEP	BIM Execution Plan (Plan de Ejecución BIM)
BoQ / BoQs	Bill of Quantities (Cálculos métricos / Listado de cantidades)
CAPEX	Capital Expenditures (Inversión de capital)
CPI	Cost Performance Index (Índice de desempeño de costo)
EPD	Environmental Product Declaration (Declaración Ambiental de Producto)
EMS	Energy Management System (Sistema de Gestión de Energía)
ESG	Environmental, Social & Governance (Ambiental, Social y Gobernanza)
GEI / GHG	Gases de Efecto Invernadero / Greenhouse Gases
GRI	Global Reporting Initiative
ISO	International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización)
KPI	Key Performance Indicator (Indicador Clave de Desempeño)
LCA	Life Cycle Assessment (Análisis de Ciclo de Vida)
MEP	Mechanical, Electrical & Plumbing (Mecánica, Eléctrica y Plomería)
O&M	Operations & Maintenance (Operación y Mantenimiento)

OPEX	Operational Expenditures (Gasto operacional)
RFI	Request for Information (Solicitud de Información)
NCR	Non-Conformance Report (Reporte de No Conformidad)
SASB	Sustainability Accounting Standards Board (integrado en ISSB)
ISSB	International Sustainability Standards Board
SPI	Schedule Performance Index (Índice de desempeño de cronograma)
TCFD	Task Force on Climate-related Financial Disclosures
tCO₂e	toneladas métricas de CO ₂ equivalente
BMS/EMS	Building/Energy Management System (Sistema de Gestión del Edificio / Energía)

© 2026 PAM Sustainable Projects LLC. CIRCULAR-E FRAMEWORK™ es propiedad intelectual. Uso solo con autorización.