

MANAGEMENT ,BIM y EDIFICACIÓN

RAMS : un modelo para el futuro

Integrando RAMS en la Construcción

Ortiz. Leon
ARQUITECTOS

RAMS: un modelo para el futuro

Integrando RAMS en la Construcción



coautores :

Iñigo Ortiz Diez
de Tortosa &
María Antonia
Sabater Terán
ORTIZ LEON
ARQUITECTOS

Pasaje de
Enrique Ruano
nº4B, 28001,
Madrid

Mail: ol@ortizleon.com

Web: www.ortizleon.com

Ortiz León apostamos por la innovación en la construcción con RAMS y One Click LCA para la mejora de la calidad arquitectónica

0. Introducción:

Qué es RAMS y por qué no se ha hablado de RAMS en edificación hasta ahora ?

Actualmente, *el futuro de la construcción avanza* hacia un modelo basado *en la fabricación y montaje de piezas* por proveedores externos, optimizando recursos y reduciendo errores en obra. Este *enfoque*, ampliamente *consolidado en la industria de la automoción*, permite estandarizar procesos, mejorar la eficiencia y garantizar un mayor control sobre la calidad del producto final.

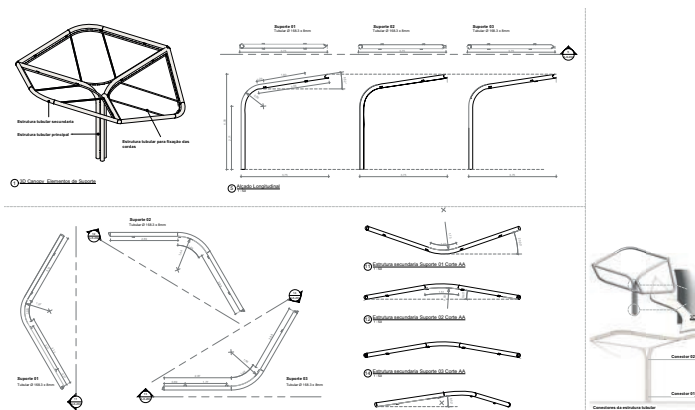
La *metodología RAMS (Reliability, Availability, Maintainability, and Safety)* ofrece un *marco integral para el diseño* y la gestión del entorno construido, *garantizando confiabilidad, seguridad y eficiencia* durante todo el ciclo de vida de un proyecto. Su desarrollo *se remonta a mediados del siglo XX*, en sectores como el aeroespacial y la aviación militar, donde la tolerancia *al error debía minimizarse debido a los riesgos críticos asociados*. Posteriormente, RAMS fue adoptada en sectores como el ferroviario y la energía, donde el mantenimiento y la disponibilidad de sistemas son esenciales para operaciones ininterrumpidas. En paralelo, la industria automotriz comenzó a incorporar principios de RAMS en sus procesos de diseño y producción para mejorar la fiabilidad de los vehículos y optimizar su ciclo de vida.

Todas estas industrias demostraron que una

gestión preventiva y predictiva, basada en análisis exhaustivos de fallos y en la optimización del ciclo de vida de los activos, podía generar un impacto significativo en la reducción de costos y el aumento de la seguridad.

Aunque ampliamente utilizada en sectores tecnológicamente avanzados, la adopción de RAMS en la construcción está aún en sus primeras etapas. Su implementación en la edificación ha comenzado a ganar relevancia gracias a factores como el avance de herramientas digitales como BIM, la creciente demanda de sostenibilidad y la necesidad de extender la vida útil de los edificios bajo criterios de eficiencia operativa y resiliencia climática.

El avance de herramientas digitales como BIM ha revolucionado la gestión de proyectos de construcción, permitiendo una planificación y ejecución más eficientes. Una pieza clave de esta transformación es la integración de BOM (Bill of Materials) y el proceso de MTO (Material Take Off) . Entendiendo BOM como un documento detallado que enumera todos los componentes, materiales y productos semielaborados necesarios para ensamblar un producto final, asegurando la consistencia en la producción y minimizando errores y teniendo en cuenta que el MTO proporciona una lista completa de los materiales requeridos en base a planos para completar un proyecto de construcción, incluyendo estimaciones detalladas de costos



Proceso de fabricación de pergola diseño de Ortiz León arquitectos .para la mariana de Vilamoura Pportugal .

La metodología RAMS redefine la construcción, integrando confiabilidad, seguridad y eficiencia durante todo el ciclo de vida del proyecto.

para cada material es que nos damos cuenta de que **juntos, estos conceptos permiten una gestión más precisa de los recursos necesarios para cada proyecto, optimizando así la eficiencia y reduciendo desperdicios.**

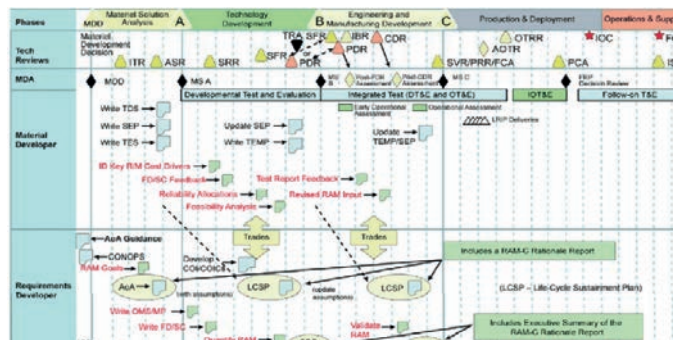
En relación con la eficiencia operativa y la resiliencia climáticas a garantizar , la popularidad de contratos integrados, como **los modelos DBFM (Diseño, Construcción, Financiación y Mantenimiento)**, ha sido un impulsor clave en esta transformación, al **extender las responsabilidades de los contratistas más allá de la fase constructiva para incluir el mantenimiento y la operación durante todo el ciclo de vida.**

Este **enfoque** está **alineado con la Responsabilidad Ampliada del Producto (RAP)**, que busca garantizar que los fabricantes y contratistas asuman la responsabilidad de sus productos y servicios a lo largo de todo su ciclo de vida.

Contratos DBFM: un enfoque que amplía la responsabilidad hacia el mantenimiento y operación, asegurando sostenibilidad a largo plazo.

La elección de utilizar contratos DBFM depende de factores como las políticas gubernamentales, la disponibilidad de financiamiento y la experiencia del sector privado en la gestión de proyectos integrales. En algunos países, especialmente en Europa y América del Norte, **esta modalidad ha ganado popularidad en proyectos de infraestructura pública, como carreteras y hospitales,** gracias a su capacidad para transferir riesgos al sector privado y garantizar el mantenimiento a largo plazo. No obstante, se vislumbra una **tendencia creciente hacia la aplicación de este enfoque en cualquier tipo de edificación,** ampliando su alcance más allá de las infraestructuras tradicionales.

En este contexto, RAMS está llamado a ser un pilar clave en la transformación del sector hacia estándares más exigentes de calidad y sostenibilidad. La combinación de su enfoque técnico con herramientas como el análisis del ciclo de vida y modelos digitales permite decisiones más precisas, optimizando recursos y garantizando edificaciones resilientes y sostenibles en el tiempo.



RAMS
contribuye
directamente
a los seis
macroobjetivos
de LEVEL(s).

RAMS y su conexión con el LCA

En Ortiz León, defendemos la incorporación de la metodología RAMS en el ámbito de la edificación, un enfoque que, aunque todavía no se aplica de forma generalizada en este sector, creemos que tiene un gran potencial. Su integración en proyectos de construcción no sólo mejora la confiabilidad y seguridad de las edificaciones, sino que también contribuye a reducir significativamente las emisiones al optimizar el uso de recursos y garantizar la eficiencia operativa de los sistemas. Esto se alinea perfectamente con herramientas como el cálculo de la huella de carbono, un análisis que en Ortiz León Arquitectos realizamos mediante el uso de One Click LCA.

RAMS, EPDs y LEVEL(s)

La conexión de RAMS con el **Análisis del Ciclo de Vida (LCA)** establece un vínculo directo con las **Declaraciones Ambientales de Producto (EPDs)**.

A simple guide to EPDs | One Click LCA. Las EPDs, como herramientas derivadas del LCA, aportan datos precisos y estandarizados sobre el impacto ambiental de los materiales, permitiendo integrar la sostenibilidad en las decisiones técnicas.

Este enfoque conjunto asegura que las edificaciones no sólo optimicen su desempeño técnico, sino que también reduzcan su huella ambiental, promoviendo soluciones más duraderas, eficientes y alineadas con los objetivos de descarbonización y economía circular.

RAMS y su conexión con LEVELS

La vinculación de RAMS con el ciclo de vida del proyecto lo convierte en un complemento natural de LEVEL(s), el marco europeo para la sostenibilidad en edificaciones. Al compartir principios como la optimización operativa y el uso eficiente de recursos, RAMS contribuye directamente a los seis macroobjetivos de LEVEL(s). Herramientas como el análisis de Costos del Ciclo de Vida (LCC) LCC | One Click LCA, y la mantenibilidad permiten tomar decisiones que minimizan impactos ambientales y costos a largo plazo, fomentando edificaciones más sostenibles y resilientes frente al cambio climático.

Este artículo explora :

- el potencial de RAMS para transformar la construcción
- los desafíos para su implementación así como las estrategias para superar esas barreras.



Edificio conectado, sostenible y centrado en el ciclo de vida. Integración de herramientas digitales y principios RAMS para optimizar el mantenimiento, reducir impactos y anticipar decisiones desde las primeras fases del diseño.

RAMS utiliza herramientas como FMECA, FTA y ETA para analizar riesgos y optimizar diseños.

2. El potencial de RAMS para la edificación RAMS en otras industrias. Herramientas clave de RAMS y lecciones aprendidas

Herramientas clave de RAMS

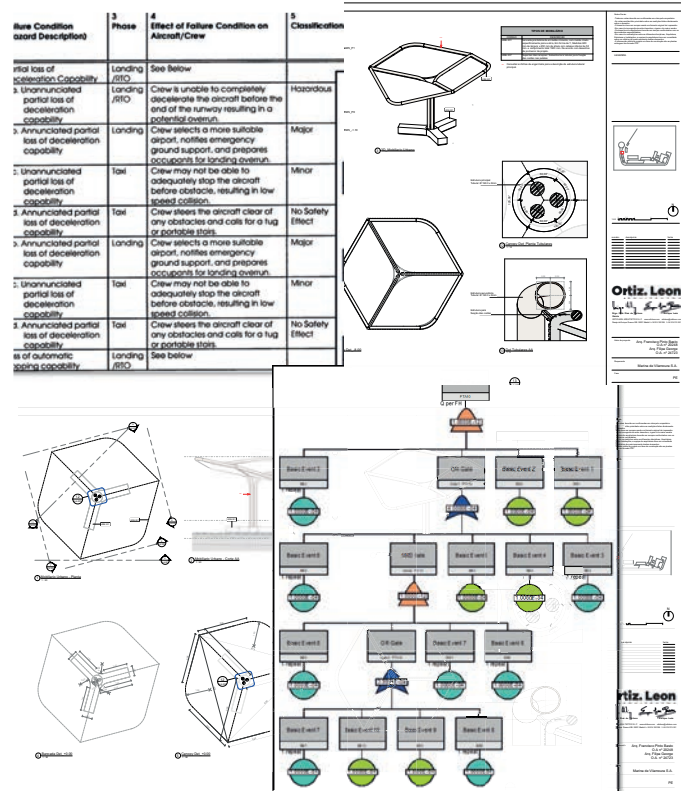
RAMS utiliza herramientas como FMECA, FTA y ETA para analizar riesgos y optimizar diseños:

- **FMECA (Failure Modes, Effects, and Criticality Analysis):** Identifica modos de fallo, evalúa sus efectos y prioriza acciones. Por ejemplo, en un sistema HVAC, permite detectar fallos críticos como la pérdida de funcionamiento del compresor y priorizar medidas preventivas. Este enfoque permite también seleccionar componentes más robustos y compatibles con los objetivos de sostenibilidad del proyecto.

- **FTA (Fault Tree Analysis):** Analiza combinaciones de fallos que pueden llevar a eventos no deseados. En un rascacielos, ayuda por ej a evaluar la interrupción total del servicio de ascensores por fallos en el motor o el generador de respaldo, facilitando decisiones de diseño que reduzcan riesgos. Este análisis también permite optimizar los sistemas de redundancia energética, mejorando la eficiencia global.

- **ETA (Event Tree Analysis):** Modela las consecuencias de un evento inicial. En un muro cortina, por ej identifica escenarios de riesgo tras la rotura de un panel de vidrio, ayudando a prescribir vidrios más resistentes o anclajes más seguros.

Estas herramientas no sólo mejoran la confiabilidad operativa, sino que también optimizan el diseño



Diagramas aplicados a herramientas RAMS

Ejemplos de análisis FMECA, FTA y ETA utilizados para anticipar fallos críticos, optimizar diseños y tomar decisiones preventivas alineadas con la sostenibilidad en proyectos de edificación

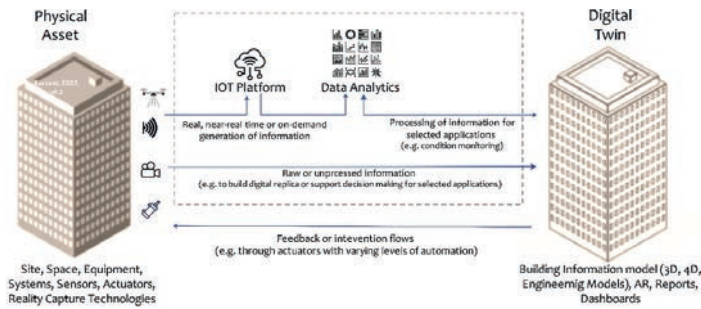
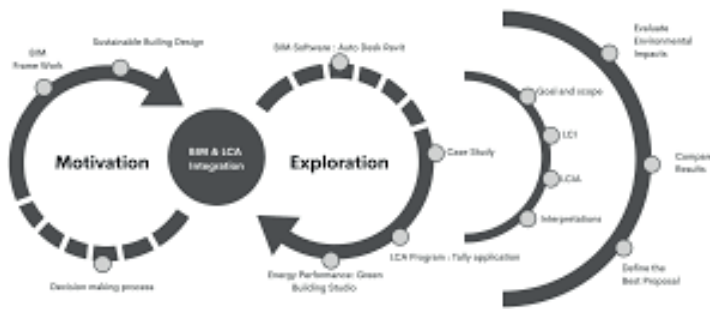
desde su concepción, garantizando decisiones alineadas con la sostenibilidad y el rendimiento a largo plazo. **Incorporar este tipo de análisis desde las primeras etapas del proyecto permite anticipar posibles fallos y mitigarlos de manera eficiente, reduciendo costos y tiempos de inactividad.**

Lecciones aprendidas: FRACAS y mejora continua

la implementación de sistemas de mejora continua, como FRACAS (Failure Reporting, Analysis, and Corrective Action System) refuerzan la metodología RAMS al documentar fallos, analizar causas raíz y retroalimentar decisiones futuras.

Por ejemplo, en el diseño de una fachada sostenible, FRACAS permite detectar problemas en

FRACAS refuerza la metodología RAMS al documentar fallos, analizar causas raíz y retroalimentar decisiones futuras.



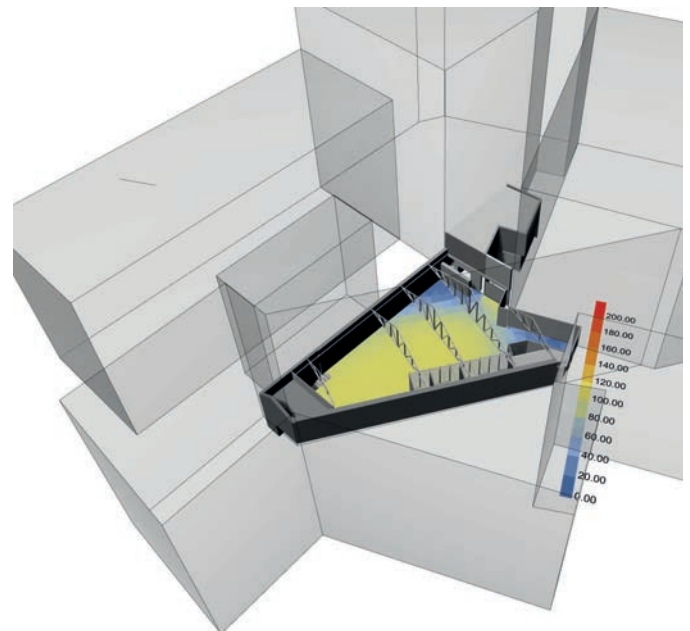
Ciclo de mejora continua e integración BIM-LCCA. Representación del flujo de motivación, exploración y retroalimentación aplicado a proyectos de edificación mediante el uso de gemelos digitales, análisis LCCA y procesos de innovación.

juntas de sellado durante la realización de prototipos, y con ello ajustar especificaciones y garantizar que las soluciones finales sean más duraderas y sostenibles. Este proceso es esencial para incorporar mejoras continuas en proyectos con altos requisitos de eficiencia energética y resiliencia.

FRACAS asegura que cada pieza seleccionada cumpla con los objetivos de sostenibilidad y calidad esperados. Asimismo, la documentación detallada obtenida a través de FRACAS **permite compartir aprendizajes clave con todos los actores involucrados en el proceso constructivo, promoviendo un enfoque colaborativo y preventivo.**

Además, los datos recopilados mediante FRACAS se integran en los modelos BIM, lo que facilita la creación de bases de datos históricas para mejorar futuros proyectos. Este ciclo de mejora continua **garantiza que cada proyecto represente un avance respecto al anterior, impulsando la innovación y la excelencia técnica.**

FRACAS se alinea con los principios de mejora continua establecidos en normativas como la ISO 56001 o la UNE 16602:2021, de I+D+i que Ortiz León hemos implantado en nuestro estudio en 2024.



Simulación energética aplicada a diseño arquitectónico. Modelo digital para evaluar el comportamiento térmico de soluciones constructivas en fases tempranas, facilitando decisiones basadas en datos dentro de procesos RAMS y modelos colaborativos BIM

3. Desafíos y estrategias para implementar RAMS en edificación

La adopción de RAMS en la construcción enfrenta barreras como:

- **Conocimiento limitado** de herramientas como FMECA o ETA entre los diseñadores
- **Resistencia al cambio** debido a la complejidad percibida.
- **Contratos centrados en costos iniciales** en lugar del ciclo de vida.

Para superarlas, se deben promover las siguientes estrategias :

•**Capacitación:** Equipando a diseñadores y operadores con metodologías RAMS.

•**Integración digital:** Utilizando BIM y datos en tiempo real para decisiones informadas. Esto incluye el uso de gemelos digitales que permitan monitorizar el desempeño de los sistemas en tiempo real y ajustar estrategias de operación según sea necesario.

•**Contratos mejorados:** Incorporado RAMS en modelos DBFM para maximizar beneficios a largo plazo. La colaboración temprana con contratistas y operadores (proyectos colaborativos) es clave para garantizar que las soluciones propuestas sean viables y sostenibles durante todo el ciclo de vida.

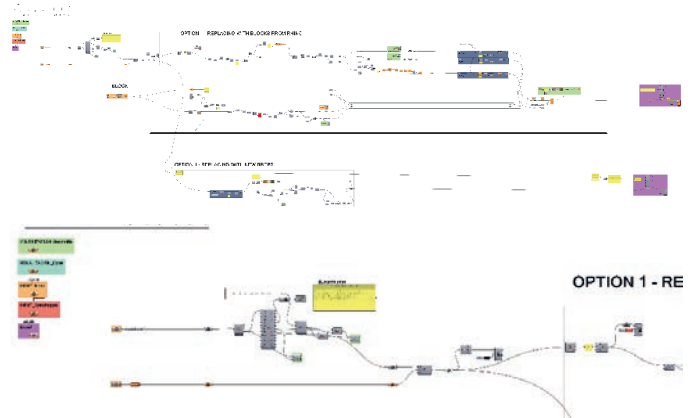
4. Conclusión y recomendaciones

RAMS representa una herramienta poderosa y transformadora para el sector de la edificación, al aportar un enfoque integral que **optimiza recursos, mejora la seguridad y refuerza la sostenibilidad a lo largo del ciclo de vida de los proyectos.** Su adopción requiere un cambio de paradigma que **trascienda la mera implementación técnica y se centre en una visión estratégica del diseño, construcción y operación.**

En Ortiz León, **consideramos que el futuro de la arquitectura debe ser tanto funcional como responsable,** integrando metodologías como RAMS para garantizar edificios más fiables y sostenibles. **La clave está en avanzar desde el diseño hacia la operación con decisiones basadas en datos, herramientas digitales avanzadas y un compromiso firme con la innovación.**

Este enfoque está en plena sintonía con la Directiva de Eficiencia Energética en Edificios (EPBD), que establece objetivos cada vez más

La clave está en avanzar desde el diseño hacia la operación con decisiones basadas en datos, herramientas digitales avanzadas y un compromiso firme con la innovación.



Flujo de procesos RAMS en entorno colaborativo BIM. Visualización de fases de diseño, planificación y operación integradas mediante herramientas digitales, facilitando la toma de decisiones informadas y la optimización del ciclo de vida del edificio.

ambiciosos para reducir el consumo energético y las emisiones en el parque inmobiliario europeo. La optimización del ciclo de vida de los edificios mediante RAMS permite no solo mejorar su fiabilidad y seguridad, sino también alinear su desempeño con las exigencias normativas de descarbonización y eficiencia operativa. En este sentido, integrar criterios de mantenibilidad, disponibilidad y optimización energética en las fases tempranas del diseño contribuye a la creación de edificaciones más resilientes y alineadas con los compromisos climáticos europeos.

Recomendaciones específicas:

-Implementar proyectos piloto: Focalizar en edificios con alta ocupación o demandas técnicas complejas para evaluar el desempeño real de RAMS en entornos exigentes.

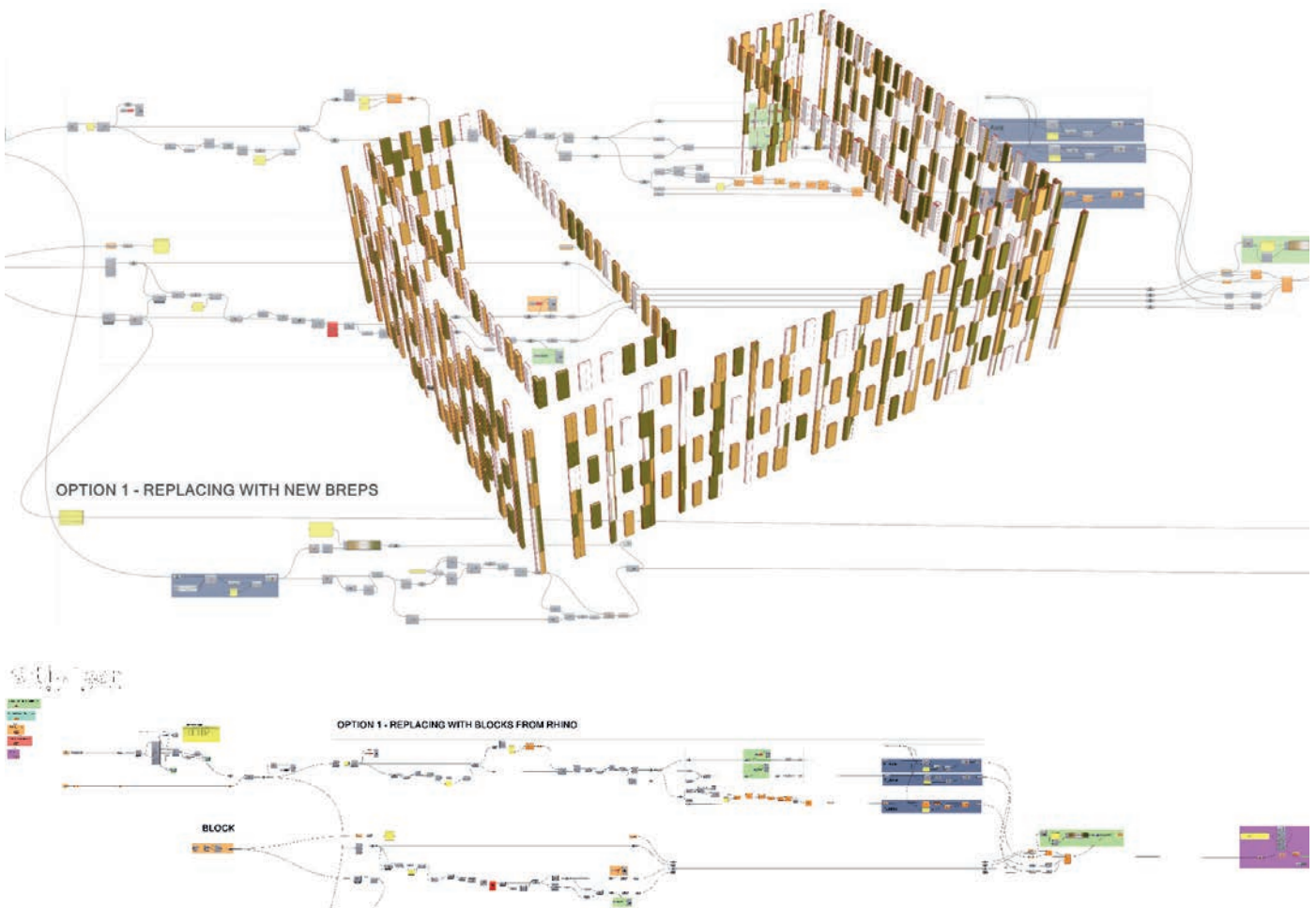
-Fomentar la colaboración: Integrar a diseñadores, operadores y proveedores de materiales desde las fases iniciales de diseño para maximizar la eficacia de RAMS.

-Utilizar datos reales post-ocupación: Incorporar información obtenida durante la operación de los edificios para refinar modelos y mejorar la fiabilidad y sostenibilidad en futuros proyectos.

RAMS no es solo una metodología, es el pilar para transformar la construcción hacia estándares más exigentes de calidad y sostenibilidad.

El desafío no radica únicamente en adoptar RAMS, sino en hacerlo parte de *una nueva forma de entender la construcción, donde cada proyecto no sólo cumpla con los estándares actuales, sino que anticipe las necesidades futuras del entorno construido*. En este camino, *Ortiz León reafirma su compromiso de liderar con determinación hacia una arquitectura que aporte valor real, duradero y positivo para las personas y el planeta*.

Ortiz León reafirma su compromiso de liderar con determinación hacia una arquitectura que aporte valor real, duradero y positivo para las personas y el planeta.



Modelado paramétrico para arquitectura de bajas emisiones. Visualización de una propuesta urbana optimizada con herramientas digitales para maximizar eficiencia, reducir emisiones y anticipar decisiones en el marco de una construcción alineada con los principios de sostenibilidad y resiliencia.