

ENGENHARIAS EM FOCO

GUILLERMO DANIEL RODRÍGUEZ
(ORGANIZADOR)



**EDITORA
ARTEMIS**

2024

ENGENHARIAS EM FOCO

GUILLERMO DANIEL RODRÍGUEZ
(ORGANIZADOR)



**EDITORA
ARTEMIS**

2024



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

| | |
|--------------------------|--|
| Editora Chefe | Prof. ^a Dr. ^a Antonella Carvalho de Oliveira |
| Editora Executiva | M. ^a Viviane Carvalho Mocellin |
| Direção de Arte | M. ^a Bruna Bejarano |
| Diagramação | Elisangela Abreu |
| Organizador | Prof. Ing. Guillermo Daniel Rodríguez |
| Imagem da Capa | aleksandrar/123RF |
| Bibliotecário | Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422 |

Conselho Editorial

Prof.^a Dr.^a Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof. Dr. Agustín Olmos Cruz, *Universidad Autónoma del Estado de México*, México
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^a Dr.^a Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF, Brasil
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
Prof. Dr. Cristo Ernesto Yáñez León – New Jersey Institute of Technology, Newark, NJ, Estados Unidos
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
Prof.^a Dr.^a Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil
Prof.^a Dr.^a Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México
Prof.^a Dr.^a Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo (USP), Brasil
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil
Prof.^a Dr.^a Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México



Prof.^a Dr.^a Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*
Prof.^a Dr.^a Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca, Espanha*
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República, Uruguay*
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof. Dr. Fernando Hitt, *Université du Québec à Montréal, Canadá*
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona, Espanha*
Prof.^a Dr.^a Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof.^a Dr.^a Galina Gumovskaya – Higher School of Economics, Moscow, Russia
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil
Prof.^a Dr.^a Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis, Argentina*
Prof.^a Dr.^a Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof. Dr. Guillermo Julián González-Pérez, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg, Suécia*
Prof.^a Dr.^a Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil
Prof.^a Dr.^a Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura, Peru*
Prof.^a Dr.^a Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío, Chile*
Prof.^a Dr.^a Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, *University of Miami and Miami Dade College, Estados Unidos*
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha, Espanha*
Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil
Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. José Cortez Godinez, Universidad Autónoma de Baja California, México
Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Diaz, Instituto Politécnico Nacional, México
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid, Espanha*
Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, Colômbia*
Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México*
Prof. Dr. Juan Porras Pulido, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof.^a Dr.^a Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil
Prof.^a Dr.^a Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil
Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof.^a Dr.^a Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodriguez, *Universidad Santiago de Compostela, Espanha*
Prof. Dr. Manuel Simões, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal
Prof.^a Dr.^a Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil
Prof.^a Dr.^a Mar Garrido Román, *Universidad de Granada, Espanha*
Prof.^a Dr.^a Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil
Prof.^a Dr.^a María Alejandra Arecco, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof.^a Dr.^a Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil
Prof.^a Dr.^a Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I, Espanha*

Prof.ª Dr.ª Maria da Luz Vale Dias – Universidade de Coimbra, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil
Prof.ª Dr.ª MªGraça Pereira, Universidade do Minho, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.ª Dr.ª María Guadalupe Vega-López, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana, Cuba*
Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof. Dr. Melchor Gómez Pérez, Universidad del Pais Vasco, Espanha
Prof.ª Dr.ª Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México
Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil
Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Peru*
Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sérgio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)- USP, Brasil
Prof.ª Dr.ª Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University, Russia*
Prof.ª Dr.ª Susana Álvarez Otero – Universidad de Oviedo, Espanha
Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil
Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
Prof.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Colômbia*
Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León, Espanha*

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E57 Engenharia em foco / Organizador Guillermo Daniel Rodriguez. – Curitiba, PR: Artemis, 2024.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilingue

ISBN 978-65-81701-38-3

DOI 10.37572/EdArt_281124383

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Práticas sustentáveis. I. Rodriguez, Guillermo Daniel.

CDD 620.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



PRESENTACIÓN

O campo das engenharias está em constante evolução, impulsionado pela necessidade de soluções inovadoras para os desafios do mundo moderno. Em "Engenharia em Foco" reunimos uma série de artigos que exploram questões cruciais para a engenharia contemporânea, que vão desde aspectos técnicos até interseções com o ensino de engenharia, comunicação e sustentabilidade.

Este livro investiga as atuais fronteiras da engenharia, com pesquisas que vão desde o controle de sistemas robóticos e práticas sustentáveis aplicadas à construção civil até o uso de Big Data para otimizar serviços tecnológicos. A diversidade de tópicos reflete as muitas facetas da engenharia moderna, exigindo habilidades técnicas, criativas e de comunicação e uma compreensão abrangente das necessidades globais.

Os artigos aqui apresentados não só oferecem uma análise detalhada de diferentes aspectos da engenharia, mas também servem como fonte de inspiração para futuras pesquisas e práticas no setor. A aposta na inovação, na sustentabilidade ou na educação de qualidade reflete-se nos diferentes capítulos, tornando este trabalho um valioso contributo para a comunidade académica, para os profissionais da área e para todos os envolvidos na construção do futuro das engenharias.

Agradecemos aos autores que contribuíram para a preparação deste volume, cujos esforços coletivos contribuem para o avanço contínuo do conhecimento e da prática nas engenharias. Esperamos que este livro seja uma fonte de reflexão e aprendizagem, incentivando novas abordagens e soluções para os complexos desafios que a engenharia enfrenta no século XXI.

Guillermo Daniel Rodríguez

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISIS DEL CONTROL DE POSICIÓN DE UN MANIPULADOR ROBÓTICO CON COMPENSACIÓN DE GRAVEDAD

Alejandro Hossian

Roberto Carabajal

Francisco Barboza

Maximiliano Alveal

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2811243831

CAPÍTULO 2..... 16

ESTRATEGIAS BASADAS EN LA ECONOMÍA CIRCULAR APLICADAS A LAS FASES DEL CICLO DE VIDA DE UNA EDIFICACIÓN

Daniela Gama Cruz

Ulises Loreto Gurrola

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2811243832

CAPÍTULO 3..... 27

VINCULACIÓN PROFESIONAL PARA EL MONITOREO DE SERVICIOS DE TICs UTILIZANDO BIG DATA

Marcelo Dante Caiafa

Ariel Rodrigo Aurelio

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2811243833

CAPÍTULO 4..... 38

EL PERFIL IDEAL DEL INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN A PARTIR DE LA REESTRUCTURACIÓN DEL PROGRAMA EDUCATIVO

José Luis Gutiérrez Liñán

Carmen Aurora Niembro Gaona

Alfredo Medina García

Jorge Eduardo Zarur Cortés

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2811243834

CAPÍTULO 5..... 49

FORTALECIMIENTO DE LA COMPETENCIA COMUNICATIVA EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA: ESTRATEGIAS Y DESAFÍOS

Marta Graciela Caligaris

Georgina Beatriz Rodríguez

Lorena Fernanda Laugero

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2811243835

SOBRE O ORGANIZADOR..... 61

ÍNDICE REMISSIVO62

CAPÍTULO 2

ESTRATEGIAS BASADAS EN LA ECONOMÍA CIRCULAR APLICADAS A LAS FASES DEL CICLO DE VIDA DE UNA EDIFICACIÓN¹

Data de submissão: 14/10/2024

Data de aceite: 28/10/2024

Daniela Gama Cruz

Veolia Environment S.A.

Ciudad de México, México

<https://orcid.org/0009-0008-8487-8430>

Ulises Loreto Gurrola

Aleatica S.A.B. de C.V.

Ciudad de México, México

<https://orcid.org/0009-0007-4264-2895>

RESUMEN: El sector de la construcción, a pesar de tener todo el potencial teórico para adoptar el modelo de Economía Circular, sigue siendo un proceso mayormente lineal, donde no existe una gestión de residuos destacable. La mayoría de los residuos de construcción después de una demolición terminan en vertederos permanentes, donde cualquier material que ingrese, difícilmente será recuperable y aprovechable. Es importante maximizar las oportunidades para la adopción integrada y rentable de estrategias de diseño, construcción y operación eficientes que enfatizan el objetivo de brindar beneficios

¹ Agradecemos a nuestra alma máter, la Universidad Nacional Autónoma de México por el apoyo financiero brindado a través de la "Beca Para Proyectos De Investigación para la UNAM Ciclo Escolar 2023-2024", que hace posible la publicación de este trabajo.

ambientales alineados a los principios de Economía Circular, considerando impactos, riesgos y compensaciones a largo plazo. Ya existen estudios que han demostrado que aplicar métodos de eficiencia, utilizando el Análisis de Ciclo de Vida como herramienta de medición cuantitativa, ayuda a reducir los impactos ambientales de una edificación en sus diferentes etapas de vida, comparando un escenario convencional contra uno eficiente. La finalidad de este escrito es compilar una serie de propuestas elaboradas por los autores de este trabajo tomando como base los fundamentos, ventajas y limitantes que tiene la aplicación de la Economía Circular. En estas propuestas se pensó en los edificios residenciales y de oficinas pero su uso no está limitado a estos.

PALABRAS CLAVE: Economía Circular. Construcción. Vida Útil. Eficiencia. Análisis de Ciclo de Vida.

STRATEGIES BASED ON THE CIRCULAR ECONOMY APPLIED TO THE LIFE CYCLE PHASES OF A BUILDING

ABSTRACT: The construction sector has the theoretical potential to adopt a Circular Economic model. Despite this potential, construction remains primarily a linear process incorporating little notable waste management. Most construction waste produced by demolition ends up in permanent landfills, and this material is unlikely to be recoverable and reusable. It is important

to maximize opportunities for the integrated and cost-effective adoption of efficient strategies for design, construction, and operation, which will emphasize the goal of providing environmental benefits aligned with the principles of the Circular Economy. These strategies must take into account long-term impacts, risks, and trade-offs. Existing studies demonstrate that applying efficiency methods using Life Cycle Assessment as a quantitative measurement tool can help reduce the environmental impact of a building during its various life stages by comparing a conventional construction scenario with one which is more efficient. The purpose of this document is to compile a series of proposals developed by the authors of this work based on the principles, advantages, and limitations of applying the Circular Economy to the construction sector. These proposals were designed with residential and office building typologies in mind, but their use is not strictly limited to these types of buildings.

KEYWORDS: Circular Economy. Construction. Useful Life. Efficiency. Life Cycle Assessment.

1 LA ECONOMÍA CIRCULAR

La Economía Circular es un modelo que busca asemejar a los ciclos que ocurren de forma natural en los ecosistemas, en donde todos los residuos de los procesos son reintegrados en ese u otros ciclos, generando así un sistema cerrado que maximiza el ciclo de vida de los agentes que participan.

Para lograr este objetivo, el modelo se basa en tres pilares fundamentales: optimizar el rendimiento de los recursos a través de un diseño inteligente, recuperar el valor de los componentes del producto al final de su vida útil, y reducir al mínimo la generación de residuos.

Hasta ahora se había centrado la aplicación del modelo en la industria de los empaques, pero en realidad se puede aplicar a cualquier proceso productivo: la elaboración de una botella, la fabricación de un auto, o la construcción de un edificio.

2 EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV)

El ACV consiste en una evaluación de las fases que componen el ciclo de vida de un producto o material, analizando las entradas (consumo de energía, agua y materias primas) y salidas (producto, desechos y contaminación equivalente) de recursos, detectando oportunidades de mejora en los procesos productivos al asignarle datos de carga ambiental a cada uno.

Un edificio puede ser considerado un producto complejo, que involucra fases como: diseño, adquisición de materiales, construcción, operación y fin de vida útil. Cada una puede aumentar su desempeño ambiental, siguiendo estrategias alineadas con los principios de Economía Circular.

3 FASE DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

Existen numerosas estrategias de Economía Circular que se pueden aplicar durante esta fase, que se refiere a la elaboración y conceptualización del edificio, así como todo el proceso de construcción. Las estrategias se van a dividir según en cual de estas subfases apliquen.

3.1 LOCALIZACIÓN

Durante la etapa de diseño, cuando se está pensando en las características que tendrá la edificación y donde va a estar ubicada, es recomendable que además de las especificaciones técnicas y arquitectónicas, se piense en el impacto que ciertas decisiones van a tener en los habitantes.

Se debe priorizar la conservación del terreno de vida silvestre y proteger las tierras agrícolas, promoviendo el desarrollo en áreas que ya cuenten con infraestructura en lugar de un terreno virgen. Lo más deseable es priorizar el construir o renovar espacios dentro de un edificio ya existente, antes de buscar expandirse hacia otras áreas de la ciudad.

Para poder escoger la localización, se debe hacer en base al uso que se quiere que tenga (residencial, oficinas, servicios, industrial), así como los años de vida que se pretende que se mantenga con ese mismo uso, y en consecuencia los mantenimientos y la recurrencia con la que se deben realizar. Así mismo, es necesario un estudio exhaustivo de los componentes bióticos, el clima y los fenómenos naturales de la zona, así como otros aspectos como la geomorfología, la calidad del agua y el suelo, identificando de qué forma se va a afectar a cada uno de ellos para posteriormente proponer medidas de mitigación cuando no sea posible evitar alterarlos. Un análisis del medio económico, permite identificar las principales actividades que se desarrollan en el área y los indicadores socioeconómicos que reflejen la calidad de la vida de la población en los alrededores del sitio, y reconocer a los efectos directos, indirectos, acumulativos y residuales de la construcción que se quiere realizar.

Otra consideración para la localización es que debe girar en torno a reducir las distancias de los desplazamientos hacia cualquier tipo de servicio que puedan requerir los usuarios, como farmacias, supermercados, centros comerciales, panaderías, etc. para reducir la contaminación asociada al tráfico. A su vez, sería importante que este tipo de lugares se adaptara mejor para recibir tráfico peatonal y no sólo vehicular, así como a la facilidad para llegar tomando cualquier tipo de transporte público. Tomando como ejemplo las plazas comerciales, sus accesos siempre se encuentran rodeadas de un espacio de estacionamiento bastante grande que hay que atravesar antes de llegar a

la puerta, mientras que si una persona llega en automóvil o en motocicleta podría bajarse prácticamente frente a esta.

3.2 INSUMOS DE LA EDIFICACIÓN

Según un estudio hecho por el World Watch Institute, la construcción consume el 40% de piedras brutas, gravas y arena, así como 25% de la madera virgen cada año. Es por eso que las estrategias de Economía Circular para la etapa de construcción del edificio giran en torno a reducir la cantidad de materiales que terminan en rellenos sanitarios, incineradores, vertederos y cualquier otro tipo de disposición final; a través de acciones de reducción, reúso y reciclaje, así como la revalorización de aquellos residuos que no se pueden dejar de generar.

Al momento de hacer la selección de materiales se debe considerar qué amenidades se van a tener y las necesidades energéticas e hidráulicas. Tomando esto en cuenta, investigar sobre las distintas alternativas disponibles en el mercado y elegir la que mejor se adapte a sus necesidades, preservando el entorno en donde va a ser utilizado, y siempre dando la preferencia a los productos de aquellas empresas responsables en su proceso de fabricación. No se trata solamente de buscar materiales fabricados de otros materiales reciclados, sino que también se pueden considerar como sustentables aquellos que reducen o eliminan la generación de residuos peligrosos durante su elaboración.

3.3 APROVECHAMIENTO HÍDRICO Y ENERGÉTICO

Para maximizar la eficiencia hidráulica se pueden utilizar plantas que no requieran de un sistema de irrigación continuo, así como un diseño óptimo de esta red. Si hay alguna piscina al aire libre se recomienda cubrirla cuando llueva, ya que de esta forma no se va a contaminar y no será necesario recircular el agua con mayor frecuencia. Para el consumo interno, la clave es que todos los muebles sean ahorradores: inodoros, regaderas, mingitorios, lavabos, etc. También el diseño interno de la red de distribución es sumamente importante, la selección de los accesorios que se van a utilizar en el sistema de tuberías, así como el acomodo de estas dentro de las instalaciones deben seguir un diseño que evite la mayor cantidad de pérdidas de energía por fricción, ya que de esta forma se estará ahorrando energía de las bombas pero también se eficiente el consumo de los muebles.

Para la climatización del edificio se sugiere que un porcentaje del agua que ingresa al sistema provenga de otras fuentes, es decir, que sea “agua reciclada”. Esta puede ser utilizada también en sistemas de humidificación. Las fuentes pueden ser aguas grises, de

lluvia, agua de mar tratada, entre otras. El agua de lluvia también puede servir para hacer las descargas de los WC, ya que se puede recolectar en la azotea o roof garden, siempre y cuando los registros por donde baja no estén cerca de un asador donde se pueda contaminar con aceites. Otras recomendaciones incluyen: la reutilización de las aguas grises, utilizar calentadores solares en lugar de gas, y la captación y tratamiento de agua de lluvia para utilizarla como potable.

Por otro lado, se puede maximizar el rendimiento energético a través de la instalación de paneles fotovoltaicos para la iluminación de áreas comunes y bombeo de agua, utilizar iluminación LED en lugar de los tubos fluorescentes T12, sobre todo en edificios de oficinas, tubos solares para aprovechamiento de luz natural, y aunque este ya no está incluido ahí, también se sugiere que no se utilicen refrigerantes que contengan clorofluorocarbonos (CFC) o hidroclofluorocarbonos, ya que se ha comprobado que estos tienen un potencial muy alto de depleción de la capa de ozono.

Lo más recomendable es encontrar una fuente de energía limpia generada in situ, que pueda estar produciendo de manera continua y almacenarla para utilizarla durante los horarios punta. Por ejemplo, a través de una bomba de calor geotérmica.

3.4 GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCDS)

Durante la etapa de planificación y diseño se define el rumbo del proyecto, pero es necesario contemplar qué va a suceder una vez el edificio llegue al final de su vida útil. Si bien es imposible prever con total exactitud en qué condiciones estará en ese momento, sí es posible hacer simulaciones y examinar distintos escenarios, a través de herramientas como el ACV. Existen varios caminos que se pueden tomar una vez llegado este tiempo, la rehabilitación, remodelación, o incluso si la elección es demoler parcial o totalmente un edificio, esto también deberá ser considerado en el análisis, como un apartado de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.

Hay ciertos “residuos” en las obras que pueden evitar la disposición final y reutilizarse en otras construcciones, como es el caso de ciertas cimbras. Y para el resto de materiales que serán transportados a otros destinos, es necesario tomar en cuenta que los residuos no compactados pueden incluir un 40% de aire, lo que incrementa los costos de los camiones que se los llevan, por lo que se recomienda saber con anterioridad cuánto se generó de cada tipo de residuo y evaluar cuál es la mejor estrategia para disponerlos.

4 OPERACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

Para la fase de ocupación, y debido a que es la fase más larga por la que pasa un edificio, el centro de atención debe ser alargar su vida útil, aprovechando inteligentemente los recursos que ya fueron asignados con este fin, evitando la demolición temprana y los residuos asociados, según lo dictan los principios de Economía Circular.

Existen diversos aspectos desde donde podemos evaluar si la operación de nuestra edificación cumple las expectativas sustentables que buscamos, o en su caso, intervenir para asegurar que así sea, mediante estrategias relacionadas a los siguientes aspectos: adaptación local, eficiencia en el consumo de agua, optimización de los sistemas energéticos y mantenimiento.

4.1 ADAPTACIÓN LOCAL

Este primer aspecto evalúa el nivel de armonía que existe entre un edificio y su entorno, destinando esfuerzos para que este se adapte al ecosistema donde está ubicado. La ocupación física de esta construcción y sus vías de acceso implica la impermeabilización del suelo, causando: inundaciones pluviales, contaminación de la escorrentía, impactos en las fuentes de agua superficial, el ciclo de recargamiento de acuíferos y el efecto isla de calor, por la falta de humedad y la retención de la radiación solar en el área, sin mencionar el desplazamiento de flora y fauna.

En zonas urbanas, se ha demostrado que utilizar sistemas de biorretención y de infiltración mejoran el balance hídrico local al utilizar jardines de lluvia y materiales pétreos permeables respectivamente, redirigiendo la escorrentía a zonas verdes aprovechables o brindándole un tratamiento preliminar antes de pasar finalmente al alcantarillado, controlando el escape de contaminantes y aumentando el tiempo de concentración de los escurrimientos, ya que en zonas pavimentadas llega a existir un coeficiente de escurrimiento del 95%.

Estos sistemas tienen preferencia sobre los pozos de absorción o infiltración ya que son propensos a azolverse después de la primera temporada de lluvias. Además, recientemente se han desarrollado los pavimentos permeables que permiten el paso del agua a través de ellos por su alto nivel de porosidad, aunque por esa misma razón sólo permiten el paso de vehículos ligeros, ya que esta condición impacta directamente en la capacidad de carga del material.

Para el caso del efecto isla de calor, es posible contrarrestarlo remediando la falta de vegetación en edificaciones y áreas urbanas, especialmente en techos y

accesos, mejorando no sólo la estética y calidad del aire, sino la refrigeración natural del entorno por la retención de agua en lugar de calor, minimizando a su vez el uso de aire acondicionado y de consumo energético. Incluso, es posible cubrir los techos con sistemas de generación de energía (como turbinas eólicas y captadores solares) o materiales reflejantes (asegurándose de que no presenten deslumbramientos peligrosos para la salud o biodiversidad) para no dejar al descubierto del sol el concreto y asfalto.

4.2 EFICIENCIA EN EL CONSUMO DE AGUA

La eficiencia de un recurso como el agua parte de la idea de demostrar que su consumo disminuye por lo menos 20% en comparación con un sistema convencional², no sólo por los muebles y accesorios ahorradores que se concibieron desde la etapa de diseño, sino teniendo además sistemas de captación pluvial, de tratamiento de aguas y/o de realimentación trabajando

Cabe recalcar que es difícil y costoso tener todos estos sistemas trabajando a la vez, sin embargo, muchos expertos en la materia recomiendan darle prioridad al tratamiento de aguas residuales debido a que se tiene una certeza mayor de obtener aguas residuales por el propio uso del edificio, a diferencia de los eventos pluviales que ocurren por temporadas, aprovechando así aguas grises y negras.

Una referencia que algunas empresas utilizan consiste en mandar el 30% de las aguas residuales al alcantarillado público, pero el 70% a la planta de tratamiento instalada en el mismo edificio basada sobre todo en procesos físicos, utilizando el agua tratada para riego de áreas verdes, descargas sanitarias, infiltración al subsuelo, lavado de patios y demás amenidades. Incluso se puede compartir el excedente de agua tratada con viviendas y edificios aledaños.

Además, existen otras estrategias como: sistemas de bombeo de recirculación para agua caliente, sustitución de hidroneumáticos, controles inteligentes de riego, etc.; todas disponibles para utilizarse según la necesidad de los usuarios. Lo cierto es que, aplicadas las mejoras de este apartado, se ha demostrado que se presenta también un ahorro económico, por la disminución de gastos de operación y agua utilizada, teniendo retornos de inversión a mediano plazo y aumentos de plusvalía de las propiedades.

² El consumo convencional debe ser calculado con base en la ocupación permanente, el consumo de agua considerando el tipo de clima y uso del edificio (comercial, oficina, residencia, salud, educación, recreación, etc.), y el agua pluvial anual potencialmente captable y aprovechable. Todo obtenido del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS) para el caso de México.

4.3 OPTIMIZACIÓN DE LOS SISTEMAS ENERGÉTICOS

La “envolvente” es el término clave para comprender cómo optimizar el sistema energético que alimenta un edificio, disminuyendo la necesidad de sistemas de calefacción y refrigeración, y en consecuencia: el consumo de energía, los costos operativos y las emisiones de gases de efecto invernadero.

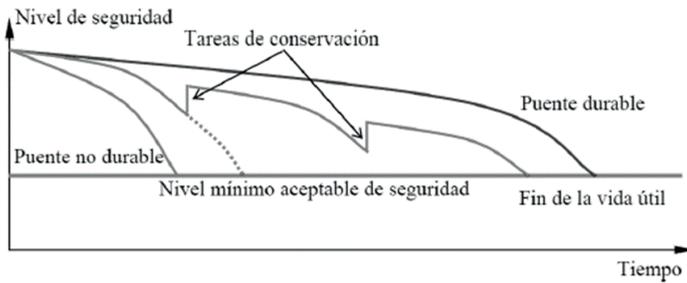
La envolvente de un edificio es la capa que separa el interior del edificio con el exterior, componiéndose de diversos elementos de construcción que actúan como protección contra factores ambientales y altas o bajas temperaturas. Un diseño inteligente de esta contribuye a mantener el confort térmico al interior, una buena calidad de aire y previene la generación de contaminantes a futuro. Este diseño es también conocido como arquitectura bioclimática, del cual existen recomendaciones populares, que van desde el uso de elementos arquitectónicos y sus ángulos de inclinación (para aprovechar la luz y calor del sol en invierno, y reducir la exposición en los veranos), hasta la utilización de materiales con cierto índice de aislamiento térmico, transparencia y opacidad, según convenga bajo el contexto del proyecto. Estas estrategias se pueden aplicar a elementos como techos, muros, pisos, puertas, ventanas, cortinas, aleros, pérgolas, porches, persianas y toldos, por mencionar algunos.

Para considerarse ahorro energético, se debe demostrar una disminución de por lo menos 10% de ganancia de calor bajo un contexto convencional, mientras para un edificio sustentable se requiere que 10% de la demanda energética provenga de energías renovables. Una vez optimizados los sistemas eléctrico y energético del edificio, también se deben instalar aparatos (refrigeradores, congeladores, luminaria, calentadores, acondicionadores, elevadores, etc.) que le hagan justicia y persigan la eficiencia energética según las normas aplicables.

4.4 MANTENIMIENTO

Para maximizar el tiempo de vida útil es crucial mantener en buenas condiciones el edificio, previendo futuras reparaciones más exhaustivas por medidas de conservación más simples, pero continuas. Es natural que una edificación se deteriore con el paso del tiempo hasta llegar al fin de su vida útil, pero las intervenciones de mantenimiento sin lugar a duda tienen la capacidad de otorgarle características de calidad y eficiencia cercanas a las que se tenían de inicio.

Fig. 1 – Evolución de la seguridad en la vida útil de una estructura.



Fuente: Manual de Conservación de Puentes 2018. SCT.

La idea es utilizar una combinación estratégica entre mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, donde los primeros dos tengan la preferencia al hacer inspecciones constantes a las estructuras, así como del seguimiento y supervisión de daños adecuado para atender el deterioro antes de que este evolucione a un defecto visible que pueda ocasionar desperfectos o accidentes.

Un programa de mantenimiento de calidad implica no detener abruptamente la operación de sistemas vitales del edificio como el sistema hidráulico, eléctrico, de drenaje u otros equipos para aplicar las correcciones, ya que el costo de pérdidas de producción, reparación, impacto ambiental y seguridad se ven comprometidos.

5 FIN DE VIDA ÚTIL

Una vez que ha transcurrido el tiempo de vida que se había estimado para el edificio desde su diseño, es momento de evaluar qué va a pasar con él a continuación. Esta vida útil generalmente se calcula tomando en cuenta el mantenimiento que va a tener a lo largo de esos años, pero cuando estos trabajos exceden el nivel de complejidad y costos esperados, o simplemente se decide dejar de utilizar el edificio para el fin con el que estaba operando, es momento de pasar a una etapa de reconstrucción, que involucra una fase de demolición para abrir paso a un nuevo proyecto.

Sin embargo, existen varios caminos a seguir según las condiciones en las que se encuentra el inmueble, abriendo paso a un nuevo concepto conocido como rehabilitación, que puede ser parcial o total, y está más apegada a los principios de Economía Circular debido a la extensión de vida útil.

La rehabilitación parcial consiste en tareas como la modernización, restauración o inclusive ampliación, caracterizándose por no tener actividades en toda la construcción, sino en una zona o elemento, estos últimos debido a que reciben reforzamiento estructural o en casos de deterioro avanzado, la sustitución del elemento.

Por otro lado, la rehabilitación total se utiliza cuando se conserva la parte estructural pero se modifica el diseño para que el edificio pueda servir para otro propósito. Esto se aplica en toda la construcción y puede abarcar más que sólo el diseño estructural o de interiores, a diferencia de la rehabilitación parcial, ya que puede implicar una reorganización de los servicios de agua, energía, gas y alcantarillado que alimentaban al complejo.

Finalmente, está la demolición. Esta es la opción menos deseable y hay artículos que dicen que para que un edificio alcance el grado máximo de sostenibilidad será necesario eliminar esta posibilidad por completo. Aún así existen algunas recomendaciones para que aún cuando se elija esta alternativa se pueda asegurar el máximo retorno de valor a las cadenas productivas.

En primer lugar, se debe buscar la recuperación de la mayor cantidad posible de elementos no estructurales que puedan ser removidos con relativa facilidad y se encuentren en buen estado para poder ser utilizados en otras construcciones nuevas o en remodelación, por ejemplo, puertas, ventanas, elementos decorativos. Esto se conoce como desmantelamiento selectivo.

En segundo lugar está el reciclaje, que es valorizar a los residuos a través de algún tipo de proceso para que puedan ser utilizados nuevamente, los elementos que más se prestan para esto son aquellos compuestos por madera, metal, paneles de yeso, y elementos de concreto. Los últimos tienen la tasa más alta de reciclaje, puesto que se pueden triturar y transformar en agregados grueso y fino, adoquines o bloques.

Es muy importante resaltar que se debe evitar a toda costa que los residuos terminen en la disposición final (incineración, relleno sanitario, o peor aún, vertederos), y sólo debe aplicarse cuando las otras alternativas no sean viables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arenas Cabello, F. J. (2007). *El Impacto Ambiental en la Edificación: Criterios para una Construcción Sostenible*. Madrid: Edisofer.

Canal SUMe Sustentabilidad para México, A.C. (16 de febrero de 2023). *Webinar M.S.V. con Bioe: Actualización Sustentable para edificaciones existentes* [Archivo de video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=xGnzDMUilfk>

Centro Mario Molina. (2014). *Análisis de Ciclo de Vida: Edificaciones* [Archivo PDF]

Chávez, P. J., Martini, I., & Franco, A. J. (01 de enero de 2018). *Construcción de escenarios urbano-energéticos a partir de la implementación de estrategias de eficiencia energética y energías renovables en el sector residencial*. [Tesis doctoral]

Comisión Nacional del Medio Ambiente. (2018). *Economía Circular en el sector de la construcción*.

Revista Fundación CONAMA. CONAMA. http://www.conama.org/conama/download/files/conama2018/GTs%202018/6_final.pdf

Consejería del Medio Ambiente. (2000). *Manual de Gestión Ambiental y Auditoría: Sector de Construcción y Viviendas*. Madrid: Mundi-prensa.

Dwyer, B., & Efrón, A. (2017). *Eficiencia energética en la supply chain: Economía circular en la práctica*. Bogotá: Ecoe Ediciones.

Gama Cruz, D. & Loreto Gurrola, U. (2023). *Economía Circular aplicada a la edificación en México* [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de México].

Instituto Municipal de Planeación de Mérida. (2021). *Sistemas Urbanos de Drenaje Pluvial Sostenible para Mérida* [Archivo PDF].

Lores Medina, A., & Cárdenas Espitia, N. (2018). *ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO DE USO MIXTO VIVIENDA MULTIFAMILIAR Y COMERCIAL* [Archivo PDF].

Residuos profesional. (2015). La Importancia del Análisis del Ciclo de Vida en la Economía Circular. Residuos Profesional. Retrieved April 15, 2023, from: <https://www.residuosprofesional.com/analisis-de-ciclo-de-vida-economia-circular/>

Sánchez Pacheco, N. B. (2020). *REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN* [Archivo PDF].

Secretaría de Economía. (2013). *EDIFICACIÓN SUSTENTABLE - CRITERIOS Y REQUERIMIENTOS AMBIENTALES MÍNIMOS*. (NMX-AA-164-SCFI-2013).

USGBC. (2023). *BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION* [Archivo PDF].

USGBC. (2021). *BUILDING OPERATIONS AND MAINTENANCE* [Archivo PDF].

Vallejo Aguirre, V. M. (2014). *LAS DIVERSAS CERTIFICACIONES APLICABLES A LOS EDIFICIOS SUSTENTABLES EN MÉXICO* [Archivo PDF].

Zabalza, I. (2011). *Adaptación de la metodología del análisis de ciclo de vida para la evaluación y la mejora del impacto energético y ambiental de la edificación en España* [Tesis de Doctorado, Universidad de Zaragoza] - Dialnet.

SOBRE O ORGANIZADOR

El Ing. Guillermo Daniel Rodríguez se graduó como Ingeniero en Electrónica en la Universidad Nacional de La Plata, donde actualmente cursa su Doctorado en Ingeniería. A lo largo de su carrera, ha destacado por su participación en diversas áreas de investigación y desarrollo, así como por su labor docente en cursos de postgrado y perfeccionamiento. Ha dictado cursos sobre **Tecnología de Antenas**, *Instrumentación para la Caracterización Ionosférica* y **Radar de Dispersión Incoherente**, compartiendo su amplio conocimiento en tecnologías avanzadas.

Actualmente, el Ing. Rodríguez ocupa el cargo de *Profesor Adjunto con Dedicación Exclusiva* en la *Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata* (FCAG-UNLP), donde sigue desarrollando actividades de investigación. Desde 2024, es *Director del Grupo de Investigación y Desarrollo en Radiofrecuencias e Instrumentación (GIDRI - FCAG - UNLP)*, cargo que ejercerá hasta 2027.

A lo largo de su carrera, Rodríguez ha participado en proyectos conjuntos de gran envergadura, como *Co-director del desarrollo de antenas para Radiómetros en bandas K y Ka para el satélite SACD*, en colaboración con el **Jet Propulsion Laboratory (NASA)**, la **CONAE** y la **UNLP**.

Además, fue *Consultor de la Sociedad Argentina de Radioprotección (SAR)* y *Co-director de proyectos en el ámbito de RAPEAS* (Red Argentina Para el Estudio de la Atmósfera Superior), vinculado al **CONICET**.

También ha tenido experiencia en gestión y liderazgo, desempeñándose como *Coordinador para Desarrollos Instrumentales y Tecnologías Asociadas en RAPEAS* hasta 2016 y como **Gerente de la misma red hasta 2013**.

*Principales Publicaciones y Contribuciones: *El Ing. Rodríguez ha participado activamente en numerosos estudios científicos y congresos internacionales. Entre sus contribuciones más destacadas se encuentran:

- "Estudio de la Anomalía Magnética del Atlántico Sur con datos satelitales de precipitación de partículas" (Reunión AAGG, 2024)
- "Curva del día tranquilo para riómetro: análisis y comparación de métodos" (Space Weather, Ushuaia, 2023)
- "Diseño de antena dual banda y polarizada para radar meteorológico con análisis de modos característicos" (IEEE Biennial Congress of Argentina, 2022)
- "Parámetros de radar meteorológico obtenidos mediante simulación MOM validados con datos reales de hidrometeoros" (IEEE Congreso Bienal de Argentina, 2020)
- "Telemetría en tiempo real para satélites de órbita baja basados en comunicaciones Máquina a Máquina y constelación Inmarsat" (2nd IAA Latin American Symposium on Small Satellites, 2019)

Gracias a su experiencia académica y de investigación, el Ing. Rodríguez se ha consolidado como un referente en el estudio de tecnologías de radar e instrumentación espacial y para estudios ionosféricos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Análisis de Ciclo de Vida 16, 17, 25, 26

Análisis Numérico 49, 50, 51, 53, 56

B

Big Data 27, 28, 29, 30, 36, 37

C

Competencias blandas 49, 50, 51

Competencias profesionales 27, 30, 46

Comunicación escrita 50, 54

Comunicación oral 50, 53

Construcción 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 29

Control de posición 1, 2, 3, 8, 14

E

Economía Circular 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26

Eficiencia 16, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 32, 38, 39, 45, 56

Estabilidad 1, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 14

F

Formación ingenieril 50

I

Ingeniero 1, 27, 28, 30, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 51, 52, 60

M

Manipulador 1, 2, 3, 4, 7, 9, 14

Modelo dinámico 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 13, 14

P

Perfil 28, 30, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 46, 52, 60

Programa 12, 24, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46

R

Reestructuración 38, 39, 40, 42, 45

S

Sistema dinámico 1, 4, 5, 6, 7

T

Tecnología de la Información 27

V

Vida útil 16, 17, 20, 21, 23, 24