



CURSO/GUÍA PRÁCTICA DE LA DESCARBONIZACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN





Índice

¿QUÉ APRENDERÁ?.....	19
Introducción	21
PARTE PRIMERA	23
La descarbonización en la construcción.	23
Capítulo 1. Introducción a la descarbonización en la construcción.....	23
1. El Problema del Carbono en la Construcción	23
2. ¿Por qué es importante la Descarbonización en la Construcción?	25
3. Fundamentos de la Descarbonización	25
a. Conceptos Básicos de la Descarbonización	25
Eficiencia energética	26
Energía renovable	26
Materiales de construcción de bajo carbono	26
Diseño de ciclo de vida.....	26
Construcción modular y prefabricada.....	26
b. El Ciclo de Vida de la Construcción y las Emisiones de Carbono	26
c. Principios de la Construcción de Bajo Carbono	27
d. Estándares y Certificaciones de Bajo Carbono en la Construcción	27
4. Tecnologías y Prácticas de Descarbonización en la Construcción.....	28
a. Materiales de Construcción de Bajo Carbono	28
b. Diseño y Planificación de Bajo Carbono	28
c. Construcción y Procesos de Construcción de Bajo Carbono	28
d. Energía Renovable y Eficiencia Energética en la Construcción	29
e. Reciclaje y Reutilización en la Construcción	29
f. Innovaciones y Tendencias en la Descarbonización de la Construcción	29
5. Casos Prácticos de Descarbonización en la Construcción	30
a. Edificio Residencial de Bajo Carbono: Ejemplo Práctico	30
b. Edificio Comercial de Bajo Carbono: Ejemplo Práctico	31
c. Infraestructura de Bajo Carbono: Ejemplo Práctico	31
d. Renovación y Rehabilitación de Bajo Carbono: Ejemplo Práctico.....	32
6. Estrategias de Descarbonización a Escala de la Industria	33
a. Políticas Públicas para la Descarbonización en la Construcción	33
b. Planificación Urbana y de la Comunidad para la Reducción del Carbono.....	33
c. Colaboración y Alianzas para la Descarbonización en la Construcción	34
d. Capacitación y Formación en Construcción de Bajo Carbono	34
7. Futuro de la Descarbonización en la Construcción	34
a. Retos y Oportunidades para la Descarbonización en la Construcción	34
b. Proyecciones Futuras y Tecnologías Emergentes.....	35
c. Rol de la Inteligencia Artificial y el Big Data en la Descarbonización de la Construcción	35
d. Importancia de la Investigación y Desarrollo en la Construcción de Bajo Carbono	35
8. Conclusiones preliminares y Recomendaciones.....	36
a. Conclusiones preliminares.....	36



b. Recomendaciones para la Industria	36
Capítulo 2. La descarbonización en la construcción.	38
1. ¿Qué es la descarbonización?	38
2. ¿Por qué es crucial la descarbonización?	38
3. ¿Es la industria de la construcción una clave para el cambio?	38
a. El sector de la construcción genera casi la mitad de la contaminación de un país.	38
b. Diferencia entre carbono incorporado y carbono operativo.	40
Capítulo 3. La contaminación en el proceso constructivo.	41
1. Asignación de emisiones de gestión de efecto invernadero (GEI) en todo el ecosistema de la construcción	41
a. La construcción es directa o indirectamente responsable de gran parte de las emisiones globales de CO ₂	41
b. El ecosistema de la construcción y su efecto en las emisiones globales	42
c. La importancia del diseño en la construcción	42
2. ¿Cuánto cuesta descarbonizar el sector de la construcción?	43
3. Caso Práctico: Descarbonización de un Proyecto de Construcción de Oficinas. Asignación de Emisiones de GEI en todo el Ecosistema de la Construcción	43
a. La Construcción es Directa o Indirectamente Responsable de Gran Parte de las Emisiones Globales de CO ₂	43
b. El Ecosistema de la Construcción y su Efecto en las Emisiones Globales	44
c. La Importancia del Diseño en la Construcción	44
Resumen	44
Capítulo 4. ¿Qué se puede hacer para descarbonizar la construcción?	45
1. Incluir la descarbonización en las licitaciones de obra pública.	46
2. Planificar ciudades, edificios e infraestructuras para evitar la emisión de carbono	47
3. Diseñar edificios e infraestructuras para mejorar la multifuncionalidad y minimizar la huella de carbono	47
4. Utilizar transportes y maquinaria no contaminante durante la construcción.	49
5. Compensar las emisiones de carbono restantes	51
6. Eficiencia de los materiales de obra.	51
a. Racionalizar el uso de materiales de obra.	51
b. Cambiar a materiales de menor emisión	52
c. Desarrollar hormigón bajo en carbono	52
d. Reciclar materiales y componentes de construcción	53
7. Utilizar mejor los edificios existentes	53
8. Soluciones que facilitan la descarbonización de la industria de la construcción.	54
9. Impulsores de la regulación financiera para apoyar la descarbonización de la construcción. .	54
La Taxonomía de Finanzas Sostenibles de la Unión Europea (UE)	54
10. Caso Práctico: Descarbonización de una Renovación de Edificio de Oficinas	55
1. Incluir la Descarbonización en las Licitaciones de Obra Pública	55
2. Planificar Ciudades, Edificios e Infraestructuras para Evitar la Emisión de Carbono	55



3. Diseñar Edificios e Infraestructuras para Mejorar la Multifuncionalidad y Minimizar la Huella de Carbono	55
4. Utilizar Transportes y Maquinaria no Contaminante Durante la Construcción	56
5. Compensar las Emisiones de Carbono Restantes	56
6. Eficiencia de los Materiales de Obra	56
a. Racionalizar el Uso de Materiales de Obra	56
b. Cambiar a Materiales de Menor Emisión	56
c. Desarrollar Hormigón Bajo en Carbono	56
d. Reciclar Materiales y Componentes de Construcción	56
7. Utilizar Mejor los Edificios Existentes	57
8. Soluciones que Facilitan la Descarbonización de la Industria de la Construcción	57
9. Impulsores de la Regulación Financiera para Apoyar la Descarbonización de la Construcción	57
Capítulo 5. Materiales y economía circular en la descarbonización de la construcción.....	58
Caso Práctico: Desarrollo de un Complejo Residencial Sostenible	60
1. Selección de Materiales	60
2. Reutilización y Reciclaje	60
3. Diseño Modular	61
4. Gestión de Residuos de Construcción	61
5. Estrategia de Fin de Vida	61
Capítulo 6. La innovación tecnológica como única solución a la descarbonización de la construcción.	62
1. Desarrollar e implementar los nuevos procesos, materiales y productos de construcción.	62
a. Actualizar los estándares de construcción	62
b. Ajustar los costes de las innovaciones tecnológicas.	63
c. Cambiar la cultura tradicional del sector de la construcción	63
2. Apoyar los proyectos innovadores de la construcción.	63
3. ¿Qué innovaciones tecnológicas deben investigarse para descarbonizar la construcción?	64
a. Obras de construcción eléctrica	64
b. Transporte a obra cero emisiones	64
d. Hidrógeno	65
e. Nuevos procesos industriales	65
f. Producción de hormigón electrificado. Sistemas de captura del carbono	65
g. Captura y almacenamiento de carbono (Carbon Capture and Storage (CCS))	65
h. Materiales de construcción alternativos.	66
Biohormigón.	66
Asfalto si betún.	66
Grafeno	67
PARTE SEGUNDA.....	68
La medición del carbono en la construcción.....	68
Capítulo 7. La medición del carbono en la construcción.	68
1. La medición del carbono en la construcción.	68
a. Evaluación de carbono de vida completa para el proyecto constructivo	68
b. Evaluación comparativa dinámica	68
c. Evaluación comparativa estática	69
2. Cronograma de las evaluaciones de carbono en la construcción.	69



3. Requisitos para la evaluación de carbono de por vida. Etapas del ciclo de vida	70
a. Etapa del producto	70
Emisiones del transporte	71
Emisiones del proceso de construcción e instalación	71
b. Etapa de uso	71
Emisiones en uso.....	71
Emisiones de mantenimiento	72
Emisiones de reemplazo	72
Uso de energía operativa.....	72
Uso operativo del agua	73
c. Etapa de fin de vida útil (End of life (EoL)).....	73
4. Emisiones de demolición y demolición	74
a. Emisiones del transporte.....	74
b. Procesamiento de residuos para reutilización, recuperación o reciclaje de emisiones.....	74
c. Emisiones de eliminación	75
d. Vertedero	75
5. Caso Práctico: Análisis de Carbono para la Construcción de un Edificio de Oficinas Sostenible. Caso Práctico: Análisis de Carbono para la Construcción de un Edificio de Oficinas Sostenible (Versión Detallada)	76
1. Evaluación del Carbono en la Construcción	76
a. Evaluación de Carbono de Vida Completa para el Proyecto Constructivo.....	76
b. Evaluación Comparativa Dinámica.....	76
c. Evaluación Comparativa Estática.....	76
2. Cronograma de las Evaluaciones de Carbono en la Construcción.....	76
3. Requisitos para la Evaluación de Carbono de Por Vida	77
a. Etapa del Producto.....	77
b. Etapa de Uso	77
c. Etapa de Fin de Vida Útil	77
4. Emisiones de Demolición y Eliminación	77
a. Emisiones del Transporte.....	77
b. Procesamiento de Residuos para Reutilización, Recuperación o Reciclaje	78
c. Emisiones de Eliminación	78
d. Vertedero.....	78
5. Caso Práctico: Análisis de Carbono para la Construcción de un Edificio de Oficinas Sostenible.....	78
1. Emisiones de la Etapa del Producto	78
2. Emisiones de la Etapa de Uso	79
3. Emisiones de la Etapa de Fin de Vida Útil	79
4. Emisiones de la Demolición y Eliminación	79
Capítulo 8. Estándar Internacional de Medición de la Construcción global	81
1. Estándar Internacional de Medición de la Construcción global (International Cost Management Standard (ICMS)).	81
2. Emisiones de carbono en la construcción y estándares ISO recomendados.	84
3. Definiciones de Categorías (Nivel 2) y Grupos (Nivel 3) para emisiones de carbono.....	85
a. Categorías (Nivel 2) y Grupos (Nivel 3) para emisiones de carbono	85
b. Demolición, preparación del sitio y formación.	87
c. Infraestructura.....	87
d. Estructura	88
e. Obras arquitectónicas / Obras no estructurales	88



f. Servicios y equipos	88
g. Drenaje superficial y subterráneo	88
h. Obras exteriores y auxiliares	89
i. Operación Emisiones de Carbono (EO).....	89
Limpieza	89
Combustibles	89
Gestión de residuos	89
Seguridad	89
Tecnología de la información y las comunicaciones	89
j. Emisiones de carbono al final de la vida útil (EE)	90
Desmantelamiento y descontaminación	90
Demolición, recuperación y salvamento.....	90
Reinstalación.....	90
k. Consideraciones sobre las emisiones de carbono	90
l. Medición de las emisiones de gases de efecto invernadero en términos de dióxido de carbono (CO2) ..	90
Potencial de Calentamiento Global (Global Warming Potential (GWP))	90
m. Las emisiones de carbono pueden estar sujetas a valoración monetaria	91
n. Los estándares internacionales ISO para la evaluación del carbono	91
ñ. Informar de las emisiones de carbono junto con los costes del ciclo de vida.....	91
o. Emisiones de carbono de vida completa y Emisiones de carbono de ciclo de vida (Whole Life Carbon Emissions and Life Cycle Carbon Emissions).	92

4. Caso Práctico: Implementación del Estándar Internacional de Medición de la Construcción (ICMS) para la Construcción de un Centro Comercial..... 93

1. Contexto	93
2. Categorías y Grupos de Emisiones de Carbono	94
Demolición, preparación del sitio y formación	94
Infraestructura	94
Estructura.....	94
Obras arquitectónicas / Obras no estructurales	94
Servicios y equipos.....	94
Drenaje superficial y subterráneo.....	94
Obras exteriores y auxiliares.....	95
3. Medición de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GHG)	95
4. Informar de las Emisiones de Carbono junto con los Costes del Ciclo de Vida	95
5. Emisiones de Carbono de Vida Completa y Emisiones de Carbono de Ciclo de Vida.....	95

Capítulo 9. El consumo de carbono en los materiales..... 96

1. Acero.....	96
2. Hormigón	97
3. Caso Práctico: Reducción de las Emisiones de Carbono en la Fabricación de Acero y Hormigón.....	98
1. Contexto	98
2. Producción de Acero	98
3. Producción de Hormigón.....	99

PARTE TERCERA

Proceso de control de descarbonización en la fase de construcción.....100

Capítulo 10. Control del carbono incorporado en el proceso constructivo.....100

1. Control por el promotor de los requisitos de carbono incorporado para todos los proyectos.....	100
Crear requisitos relacionados con el carbono incorporado para todos los proyectos constructivos.	100



2. Proporcionar un incentivo financiero por el promotor para mejorar el carbono incorporado final	101
3. Aplicar el precio del carbono para optimizar el carbono y el coste general de un proyecto	102
4. Incluir el carbono incorporado y del ciclo de vida en las revisiones de financiación de proyectos.	103
5. Estimar la diferencia de costes para entregar cada proyecto constructivo con cero emisiones netas de carbono.	103
6. Priorizar equipos de diseño con eficiencia de materiales y experiencia en carbono	104
7. Designar un asesor de sostenibilidad del proyecto con enfoque en carbono	104
8. Utilizar un sistema de clasificación de edificios ecológicos para las reducciones de carbono incorporado.	105
9. Reporte el carbono incorporado junto con otras emisiones de carbono anualmente.	105
10. Establecer un objetivo de carbono incorporado obligatorio para todos los proyectos.	105
11. Caso Práctico: Implementación del Control del Carbono Incorporado en Proyectos de Construcción de la Empresa XY	106
1. Contexto	106
2. Implementación del Control del Carbono Incorporado	106
Paso 1: Creación de Requisitos de Carbono Incorporado	106
Paso 2: Incentivo Financiero	106
Paso 3: Precio del Carbono	107
Paso 4: Revisiones de Financiación de Proyectos	107
Paso 5: Estimación de Costes	107
Paso 6: Selección del Equipo de Diseño	107
Paso 7: Asesor de Sostenibilidad	107
Paso 8: Sistema de Clasificación de Edificios Ecológicos	107
Paso 9: Reporte Anual	107
Paso 10: Objetivo Obligatorio de Carbono Incorporado	107
3. Resultados	108
Capítulo 11. Controles preliminares de descarbonización del proceso constructivo.	109
1. Evaluar la posibilidad de rehabilitación de edificios existentes	109
2. Realizar una auditoría técnica previa a la demolición para cualquier activo que requiera ser derruido	110
3. Evaluar la edificabilidad y la accesibilidad del lugar de la obra.	110
4. Realizar un estudio geotécnico detallado para el sitio antes del diseño	111
5. Caso Práctico: Rehabilitación del Edificio Patrimonial XYZ	112
1. Contexto	112
2. Implementación de Controles Preliminares de Descarbonización	112
Paso 1: Evaluación de Rehabilitación	112
Paso 2: Auditoría Técnica Previa a la Demolición	112
Paso 3: Evaluación de la Edificabilidad y la Accesibilidad	112
Paso 4: Estudio Geotécnico Detallado	112
3. Resultados	113



Capítulo 12. Controles preliminares de descarbonización del proceso inicial de diseño constructivo.....114

1. Proponer un objetivo de carbono de ciclo de vida o de carbono incorporado para el proyecto constructivo.	114
2. Opciones de diseño de edificios de referencia para carbono incorporado	115
3. Optimizar la reutilización de las instalaciones existentes (en el sitio y fuera del sitio)	115
4. Optimizar la adaptabilidad del edificio durante su vida útil	115
5. Anticipar en el diseño la posible demolición del edificio antes de ser construido.	116
6. Desarrollar diseños alternativos y evaluaciones de costes y carbono	116
7. Optimizar la forma de construcción para la topografía y las propiedades del sitio.....	117
8. Diseño de aparcamientos adaptables/reversibles con capacidad optimizada.....	117
9. Asegurar la eficiencia del espacio y el tamaño correcto	118
10. Investigar las formas de reducir sistemas o materiales no esenciales	118
11. Incorporar medidas de resiliencia climática en el diseño del edificio.....	118
12. Examinar las zonas verdes como oportunidades de eliminación de carbono	119
13. Investigar el uso de materiales que absorben carbono.	119
14. Caso Práctico: Diseño y Construcción de un Edificio de Oficinas	120
1. Contexto	120
2. Implementación de Controles Preliminares de Descarbonización en el Diseño Constructivo.....	120
Paso 1: Objetivo de Carbono	120
Paso 2: Diseño de Referencia	120
Paso 3 y 4: Reutilización y Adaptabilidad.....	120
Paso 5: Anticipación de la Demolición	121
Paso 6: Diseños Alternativos.....	121
Paso 7: Forma de Construcción	121
Paso 8: Diseño de Aparcamientos.....	121
Paso 9: Eficiencia del Espacio.....	121
Paso 10: Reducción de Sistemas No Esenciales	121
Paso 11: Resiliencia Climática	121
Paso 12 y 13: Zonas Verdes y Materiales que Absorben Carbono.....	122
3. Resultados	122

Capítulo 13. Controles definitivos de descarbonización del diseño constructivo.....123

1. Acreditación del cumplimiento de los objetivos de carbono	123
2. Informe de eficiencia de materiales	124
3. Diseñar prácticas de instalación de materiales para permitir su futura reutilización.....	124
4. Optimización de eficiencia de materiales	124
5. Factor de carbono incorporado y coste en opciones de diseño detalladas.....	125
6. Designar un supervisor para la eficiencia del material estructural del edificio.	125
7. Requerir la optimización del diseño mecánico para las reducciones de carbono del ciclo de vida	

>Para aprender, practicar.

>Para enseñar, dar soluciones.

>Para progresar, luchar.

Formación inmobiliaria práctica > Sólo cuentan los resultados



.....	125
8. Evaluar alternativas para los productos más altos en carbono	126
9. Planificar, diseñar y especificar soluciones de hormigón bajas en carbono.....	126
10. Garantizar la comunicación entre los ingenieros estructurales y los proveedores de materiales.	126
11. Especificación de optimización de carbono incorporada para el proyecto	127
12. Caso Práctico: Renovación de un Edificio Histórico	127
1. Contexto	127
2. Implementación de Controles Definitivos de Descarbonización en el Diseño Constructivo	127
Paso 1: Acreditación del Cumplimiento de Objetivos de Carbono	127
Paso 2: Informe de Eficiencia de Materiales.....	127
Paso 3: Prácticas de Instalación de Materiales	127
Paso 4: Optimización de la Eficiencia de Materiales.....	128
Paso 5: Factor de Carbono Incorporado y Coste.....	128
Paso 6: Supervisor para la Eficiencia del Material Estructural	128
Paso 7: Optimización del Diseño Mecánico	128
Paso 8: Alternativas para los Productos con Mayor Contenido de Carbono	128
Paso 9: Soluciones de Hormigón Bajas en Carbono.....	128
Paso 10: Comunicación entre Ingenieros Estructurales y Proveedores de Materiales.....	128
Paso 11: Especificación de Optimización de Carbono Incorporada.....	129
3. Resultados	129
Capítulo 14. Controles de descarbonización en la fase de construcción.....	130
1. Acreditar el cumplimiento de los objetivos de carbono incorporado con cantidades finales (Declaración Ambiental de Producto, DAP.).....	130
2. Requerir una verificación independiente del rendimiento de carbono del proyecto conforme a obra.	130
3. Requerir declaraciones ambientales de producto (Declaración Ambiental de Producto, DAP).....	131
4. Vertederos de materiales de obra.	131
5. Ajustar la demolición a las especificaciones de desmontaje.....	131
6. Reciclar los residuos de construcción y demolición.....	132
7. Garantizar que el contratista utilice productos que cumplan con las restricciones establecidas.....	132
8. Requerir que el contratista use maquinaria de construcción con emisiones casi nulas.....	132
9. Caso Práctico: Construcción de un Complejo Deportivo.....	133
1. Contexto	133
2. Implementación de Controles de Descarbonización en la Fase de Construcción	133
Paso 1: Acreditar el Cumplimiento de los Objetivos de Carbono Incorporado	133
Paso 2: Verificación Independiente del Rendimiento de Carbono	133
Paso 3: Declaraciones Ambientales de Producto.....	133
Paso 4: Vertederos de Materiales de Obra	133
Paso 5: Ajustar la Demolición a las Especificaciones de Desmontaje	133
Paso 6: Reciclar los Residuos de Construcción y Demolición.....	134
Paso 7: Restricciones a los Productos del Contratista	134
Paso 8: Maquinaria de Construcción con Emisiones Casi Nulas	134
3. Resultados	134



PARTE CUARTA	135
Aspectos Sociales y Comunitarios de la Descarbonización en la Construcción	135
Capítulo 15. Planificación y Gestión de Proyectos de Bajo Carbono	135
1. Estrategias de Planificación para la Reducción de Carbono	135
Evaluación preliminar del carbono para decisiones de planificación	135
Selección de ubicaciones con criterios de bajo impacto de carbono	135
2. Gestión de Proyectos Orientada a la Descarbonización	136
Integración de objetivos de carbono en los hitos del proyecto	136
Uso de software y herramientas de gestión de proyectos enfocados en la sostenibilidad	137
Capítulo 16. Operaciones y Logística de Bajo Carbono en Sitios de Construcción	138
1. Logística de Construcción Sostenible	138
Planificación del transporte y logística para minimizar las emisiones	138
Optimización de la cadena de suministro y selección de proveedores sostenibles	138
2. Operaciones en Sitio y Gestión de Recursos	139
Prácticas de gestión del sitio para reducir la huella de carbono	139
Uso eficiente de recursos y gestión de residuos en el sitio	140
Capítulo 17. Innovación en Herramientas y Técnicas de Construcción	141
1. Herramientas de Construcción de Bajo Impacto Ambiental	141
Implementación de maquinaria y equipos eléctricos o de baja emisión	141
Adopción de tecnologías innovadoras como la impresión 3D de materiales sostenibles	142
2. Técnicas Avanzadas de Construcción	142
Métodos de construcción que reducen el tiempo en sitio y las emisiones asociadas	143
Técnicas de ensamblaje y montaje que minimizan el desperdicio de material	143
Capítulo 18. Monitoreo y Control de la Descarbonización en la Construcción	144
1. Sistemas de Monitoreo en Tiempo Real para la Gestión de Carbono	144
Implementación de sensores y IoT para seguimiento de emisiones en tiempo real	144
Uso de datos para ajustar prácticas y mejorar la eficiencia en carbono	144
2. Evaluación y Reporte de Impacto de Carbono	145
Métodos para evaluar el rendimiento de carbono post-construcción	145
Reportes de sostenibilidad y cumplimiento con estándares de bajo carbono	146
PARTE QUINTA	147
Casos prácticos de descarbonización en la construcción	147
Capítulo 19. Casos prácticos de la descarbonización en la construcción	147
Caso Práctico 1: Renovación de la Casa de la Cultura en un Pequeño Municipio	147
1. Descripción del Problema	147
2. Soluciones Propuestas y Implementación	147
2.1 Auditoría Energética	147
2.2 Aislamiento	148
2.3 Calefacción	148
2.4 Iluminación	148
2.5 Energía Renovable	148



3. Resultados	148
Caso Práctico 2: Construcción de una nueva escuela primaria	149
1. Descripción del Problema.....	149
2. Soluciones Propuestas y Implementación	149
2.1 Diseño del Edificio	149
2.2 Materiales de Construcción	149
2.3 Eficiencia Energética	149
2.4 Energía Renovable	149
2.5 Recuperación y Uso de Agua.....	150
3. Resultados	150
Caso Práctico 3: Restauración de un Edificio Histórico.....	151
1. Descripción del Problema.....	151
2. Soluciones Propuestas y Implementación	151
2.1 Uso de Materiales Sostenibles	151
2.2 Eficiencia Energética	151
2.3 Energía Renovable	151
2.4 Conservación del Agua.....	151
3. Resultados	151
Caso Práctico 4: Reducción de Emisiones en una Obra de Infraestructura	153
1. Descripción del Problema.....	153
2. Soluciones Propuestas y Implementación	153
2.1 Uso de Maquinaria Eficiente	153
2.2 Materiales Bajos en Carbono	153
2.3 Optimización de la Logística.....	153
2.4 Programa de Compensación	153
3. Resultados	153
Caso Práctico 5: Descarbonización de un Edificio de Oficinas en Madrid	154
1. Descripción del Problema.....	154
2. Soluciones Propuestas y Implementación	154
2.1 Mejora de la Eficiencia Energética	154
2.2 Materiales Sostenibles	154
2.3 Reducción de Residuos	154
2.4 Compensación de Carbono	154
3. Resultados	154
Caso Práctico 6: Descarbonización de un Complejo Residencial	156
1. Descripción del Problema.....	156
2. Soluciones Propuestas y Implementación	156
2.1 Transición a Energías Renovables	156
2.2 Mejora de la Eficiencia Energética	156
2.3 Movilidad Sostenible.....	156
2.4 Gestión de Residuos y Reciclaje	156
3. Resultados.....	156
Caso Práctico 7: Descarbonización de un Complejo Hotelero.....	158
1. Descripción del Problema.....	158
2. Soluciones Propuestas y Implementación	158
2.1 Eficiencia Energética en los Edificios.....	158
2.2 Energías Renovables	158
2.3 Gestión del Agua	158
2.4 Alimentación Sostenible	158



2.5 Movilidad Sostenible.....	158
3. Resultados.....	159
Caso Práctico 8: Descarbonización de un Proyecto de Construcción Industrial	160
1. Descripción del Problema.....	160
2. Soluciones Propuestas y Implementación	160
2.1 Diseño del Edificio y Eficiencia Energética	160
2.2 Energía Renovable	160
2.3 Gestión de Residuos y Reciclaje	160
2.4 Transporte Sostenible	160
2.5 Monitorización y Optimización del Consumo de Energía	160
3. Resultados.....	161
Caso Práctico 9: Descarbonización de un Proyecto de Construcción Comunitaria	162
1. Descripción del Problema.....	162
2. Soluciones Propuestas y Implementación	162
2.1 Diseño Bioclimático.....	162
2.2 Energía Renovable	162
2.3 Eficiencia Energética	162
2.4 Gestión del Agua	162
2.5 Materiales Sostenibles	162
3. Resultados	163
Caso Práctico 10: Descarbonización de un Proyecto de Viviendas Sociales.....	164
1. Descripción del Problema.....	164
2. Soluciones Propuestas y Implementación	164
2.1 Diseño Pasivo y Eficiencia Energética	164
2.2 Energía Renovable y Sistemas Comunitarios	164
2.3 Gestión del Agua y Eficiencia Hídrica	164
2.4 Espacios Verdes y Biodiversidad	164
2.5 Educación y Concientización Ambiental	165
3. Resultados	165
Caso Práctico 11: Descarbonización de un Proyecto de Infraestructura Vial	166
1. Descripción del Problema.....	166
2. Soluciones Propuestas y Implementación	166
2.1 Diseño Sostenible de la Carretera.....	166
2.2 Transporte Público y Movilidad Sostenible.....	166
2.3 Energía Renovable en las Instalaciones de la Carretera	166
2.4 Gestión de Residuos y Reciclaje	166
2.5 Monitorización del Tráfico y Optimización del Flujo Vehicular	167
3. Resultados	167
Caso Práctico 12: Descarbonización de un Proyecto de Renovación de Edificio Histórico.....	168
1. Descripción del Problema.....	168
2. Soluciones Propuestas y Implementación	168
2.1 Restauración y Conservación del Edificio.....	168
2.2 Eficiencia Energética y Aislamiento	168
2.3 Energía Renovable	168
2.4 Iluminación Eficiente y Control de Energía	168
2.5 Gestión del Agua y Eficiencia Hídrica	168
3. Resultados	169
Caso Práctico 13: Descarbonización de un Proyecto de Construcción de un Parque Eólico.....	170



1. Descripción del Problema.....	170
2. Soluciones Propuestas y Implementación.....	170
2.1 Estudio de Viabilidad y Diseño del Parque Eólico.....	170
2.2 Infraestructura de Transmisión y Conexión a la Red Eléctrica.....	170
2.3 Gestión del Terreno y Protección del Entorno Natural.....	170
2.4 Mantenimiento y Eficiencia Operativa.....	170
2.5 Beneficios para la Comunidad Local.....	170
3. Resultados.....	171
Caso Práctico 14: Descarbonización de un Proyecto de Construcción de un Edificio de Oficinas	172
1. Descripción del Problema.....	172
2. Soluciones Propuestas y Implementación.....	172
2.1 Diseño Bioclimático y Eficiencia Energética.....	172
2.2 Energía Renovable y Eficiencia Energética.....	172
2.3 Gestión del Agua y Eficiencia Hídrica.....	172
2.4 Materiales Sostenibles y Reciclaje.....	172
2.5 Salud y Bienestar de los Ocupantes.....	172
3. Resultados.....	173
Caso Práctico 15: Descarbonización de un Proyecto de Construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	174
1. Descripción del Problema.....	174
2. Soluciones Propuestas y Implementación.....	174
2.1 Eficiencia Energética en los Procesos de Tratamiento.....	174
2.2 Energía Renovable en la Planta de Tratamiento.....	174
2.3 Gestión de Lodos y Biosólidos.....	174
2.4 Reutilización de Agua Tratada.....	174
2.5 Monitorización y Control Automatizado.....	175
3. Resultados.....	175
Capítulo 20. Casos prácticos técnicos de descarbonización en la construcción.	176
Caso Práctico 1: "DESCARBONIZACIÓN DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN" "Uso de Hormigón Ecológico en la Construcción de un Centro Comercial"	176
Causa del Problema.....	176
Soluciones Propuestas.....	176
Uso de Hormigón Ecológico.....	176
Optimización del Diseño de Mezclas.....	176
Colaboración con Proveedores Locales.....	177
Consecuencias Previstas.....	177
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	177
Lecciones Aprendidas.....	177
Caso Práctico 2: "DESCARBONIZACIÓN DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN" "Integración de Energía Solar en la Construcción de Viviendas Residenciales"	178
Causa del Problema.....	178
Soluciones Propuestas.....	178
Diseño Orientado a la Eficiencia Energética.....	178
Integración de Paneles Solares Fotovoltaicos.....	178
Programas de Subvenciones y Financiación.....	178
Consecuencias Previstas.....	179
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	179
Lecciones Aprendidas.....	179
Caso Práctico 3: "DESCARBONIZACIÓN DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN" "Aplicación de	



Técnicas de Construcción de Tierra en Proyectos de Vivienda Social"180

- Causa del Problema 180
- Soluciones Propuestas..... 180
 - Uso de Técnicas de Construcción de Tierra 180
 - Capacitación de la Mano de Obra Local..... 180
 - Integración de Espacios Verdes y Jardines Comunitarios 180
- Consecuencias Previstas..... 181
- Resultados de las Medidas Adoptadas..... 181
- Lecciones Aprendidas 181

Caso Práctico 4: "DESCARBONIZACIÓN DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN" "Reciclaje de Materiales en la Renovación de Edificios Comerciales"182

- Causa del Problema 182
- Soluciones Propuestas..... 182
 - Auditoría de Materiales para Reciclaje 182
 - Implementación de un Programa de Gestión de Residuos..... 182
 - Uso de Materiales Reciclados en la Reconstrucción 182
- Consecuencias Previstas..... 183
- Resultados de las Medidas Adoptadas..... 183
- Lecciones Aprendidas 183

Caso Práctico 5: "DESCARBONIZACIÓN DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN" "Implementación de BIM para Mejorar la Eficiencia en la Construcción de un Hospital"184

- Causa del Problema 184
- Soluciones Propuestas..... 184
 - Adopción de Tecnología BIM (Building Information Modeling)..... 184
 - Formación y Capacitación en BIM..... 184
 - Análisis de Ciclo de Vida Integrado 184
- Consecuencias Previstas..... 185
- Resultados de las Medidas Adoptadas..... 185
- Lecciones Aprendidas 185

Caso Práctico 6: "DESCARBONIZACIÓN DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN" "Uso de Madera Ingenierizada en la Construcción de Edificios de Altura"186

- Causa del Problema 186
- Soluciones Propuestas..... 186
 - Implementación de Madera Ingenierizada 186
 - Diseño Modular y Prefabricación..... 186
 - Certificación de Sostenibilidad para la Madera 186
- Consecuencias Previstas..... 187
- Resultados de las Medidas Adoptadas..... 187
- Lecciones Aprendidas 187

Caso Práctico 7: "DESCARBONIZACIÓN DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN" "Incorporación de Tecnologías de Captura de Carbono en la Construcción de Plantas Industriales"188

- Causa del Problema 188
- Soluciones Propuestas..... 188
 - Implementación de Tecnología de Captura y Almacenamiento de Carbono (CCS) 188
 - Integración de Energías Renovables 188
 - Optimización de Procesos y Automatización 188
- Consecuencias Previstas..... 189
- Resultados de las Medidas Adoptadas..... 189
- Lecciones Aprendidas 189

Caso Práctico 8: "DESCARBONIZACIÓN DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN" "Uso de



Geotermia en la Construcción de un Complejo Deportivo"	190
Causa del Problema	190
Soluciones Propuestas.....	190
Implementación de Sistemas Geotérmicos	190
Integración con Sistemas de Recuperación de Calor	190
Diseño Eficiente del Edificio	190
Consecuencias Previstas.....	191
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	191
Lecciones Aprendidas	191

Caso Práctico 9: "DESCARBONIZACIÓN DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN" "Implementación de un Sistema de Gestión de Aguas Pluviales en la Construcción de un Parque Tecnológico" ...192

Causa del Problema	192
Soluciones Propuestas.....	192
Diseño Integrado de Gestión de Aguas Pluviales	192
Tecnologías de Filtración y Reutilización	192
Sensibilización y Educación Ambiental	192
Consecuencias Previstas.....	193
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	193
Lecciones Aprendidas	193

Caso Práctico 10: "DESCARBONIZACIÓN DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN" "Reducción de Emisiones en la Construcción de una Autopista Urbana"

Causa del Problema	194
Soluciones Propuestas.....	194
Uso de Asfalto Reciclado.....	194
Maquinaria de Construcción Eléctrica	194
Compensación de Carbono	194
Consecuencias Previstas.....	195
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	195
Lecciones Aprendidas	195

Caso Práctico 11: "DESCARBONIZACIÓN DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN" "Uso de Drones para la Supervisión y Gestión de la Construcción de un Complejo Residencial"

Causa del Problema	196
Soluciones Propuestas.....	196
Implementación de Drones para Supervisión Aérea	196
Integración con Sistemas BIM.....	196
Capacitación Continua en Tecnología UAV	196
Consecuencias Previstas.....	197
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	197
Lecciones Aprendidas	197

Caso Práctico 12: "DESCARBONIZACIÓN DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN" "Implementación de Iluminación LED y Sensores de Movimiento en un Complejo de Apartamentos"

Causa del Problema	198
Soluciones Propuestas.....	198
Instalación de Iluminación LED Eficiente	198
Uso de Sensores de Movimiento	198
Integración con Sistema de Gestión del Edificio (BMS)	198
Consecuencias Previstas.....	199
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	199
Lecciones Aprendidas	199



Caso Práctico 13: "DESCARBONIZACIÓN DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN" "Uso de Paneles Solares Transparentes en la Fachada de un Edificio de Oficinas"	200
Causa del Problema	200
Soluciones Propuestas.....	200
Integración de Paneles Solares Transparentes	200
Optimización del Diseño Arquitectónico	200
Sistemas de Gestión Energética Avanzados.....	200
Consecuencias Previstas.....	201
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	201
Lecciones Aprendidas	201
Caso Práctico 14: "DESCARBONIZACIÓN DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN" "Renovación Ecológica de un Hotel Histórico Utilizando Técnicas Tradicionales"	202
Causa del Problema	202
Soluciones Propuestas.....	202
Uso de Materiales Tradicionales Ecológicos	202
Aislamiento Térmico Mejorado	202
Sistemas de Calefacción y Refrigeración Eficientes	202
Consecuencias Previstas.....	203
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	203
Lecciones Aprendidas	203
Caso Práctico 15: "DESCARBONIZACIÓN DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN" "Sistemas Avanzados de Ventilación en la Construcción de un Centro Educativo"	204
Causa del Problema	204
Soluciones Propuestas.....	204
Instalación de Sistemas de Ventilación Mecánica con Recuperación de Calor (VMRC)	204
Integración de Control Automatizado del Clima.....	204
Uso de Materiales de Baja Emisividad en Construcción	204
Consecuencias Previstas.....	205
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	205
Lecciones Aprendidas	205
Caso Práctico 16: "DESCARBONIZACIÓN DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN" "Implementación de un Sistema de Agua Gris en la Construcción de un Complejo de Viviendas".....	206
Causa del Problema	206
Soluciones Propuestas.....	206
Sistema de Recolección y Reutilización de Agua Gris	206
Integración con Sistemas de Irrigación Eficientes.....	206
Monitoreo y Control Automatizado.....	206
Consecuencias Previstas.....	207
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	207
Lecciones Aprendidas	207
Caso Práctico 17: "DESCARBONIZACIÓN DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN" "Uso de Hormigón con Absorción de CO2 en la Construcción de un Centro Comercial"	208
Causa del Problema	208
Soluciones Propuestas.....	208
Implementación de Hormigón con Absorción de CO2.....	208
Optimización de la Fórmula del Hormigón	208
Capacitación y Certificación de los Constructores	208
Consecuencias Previstas.....	209
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	209
Lecciones Aprendidas	209



Caso Práctico 18: "DESCARBONIZACIÓN DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN" "Integración de Jardines Verticales en la Construcción de un Edificio Residencial"210

Causa del Problema 210

Soluciones Propuestas..... 210

 Implementación de Jardines Verticales 210

 Uso de Plantas Nativas y Sistemas de Riego Eficientes..... 210

 Monitorización y Mantenimiento Tecnológico 210

Consecuencias Previstas..... 211

Resultados de las Medidas Adoptadas..... 211

Lecciones Aprendidas 211

Caso Práctico 19: "DESCARBONIZACIÓN DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN" "Optimización del Uso de Agua en la Construcción de un Parque de Atracciones"212

Causa del Problema 212

Soluciones Propuestas..... 212

 Sistemas de Reciclaje de Agua 212

 Tecnología de Irrigación Inteligente 212

 Campañas de Sensibilización para Visitantes y Empleados 212

Consecuencias Previstas..... 213

Resultados de las Medidas Adoptadas..... 213

Lecciones Aprendidas 213

Caso Práctico 20: "DESCARBONIZACIÓN DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN" "Uso de Materiales de Baja Energía en la Construcción de un Centro de Convenciones"214

Causa del Problema 214

Soluciones Propuestas..... 214

 Selección de Materiales de Baja Energía 214

 Diseño Eficiente del Edificio 214

 Incorporación de Tecnologías Renovables..... 214

Consecuencias Previstas..... 215

Resultados de las Medidas Adoptadas..... 215

Lecciones Aprendidas 215

Caso Práctico 21: "DESCARBONIZACIÓN DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN" "Rehabilitación Energética de un Barrio Histórico"216

Causa del Problema 216

Soluciones Propuestas..... 216

 Diagnóstico Energético Integral 216

 Instalación de Aislamiento Térmico Adaptado 216

 Sistemas de Calefacción y Refrigeración Eficientes 216

Consecuencias Previstas..... 217

Resultados de las Medidas Adoptadas..... 217

Lecciones Aprendidas 217

Caso Práctico 22: "DESCARBONIZACIÓN DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN" "Uso de Tecnología Smart Grid en la Urbanización de un Nuevo Barrio Residencial"218

Causa del Problema 218

Soluciones Propuestas..... 218

 Implementación de Smart Grids 218

 Sistemas de Almacenamiento de Energía en el Hogar 218

 Promoción de Vehículos Eléctricos y Puntos de Recarga..... 218

Consecuencias Previstas..... 219

Resultados de las Medidas Adoptadas..... 219

Lecciones Aprendidas 219



Caso Práctico 23: "DESCARBONIZACIÓN DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN" "Integración de Infraestructura Verde en la Renovación de un Distrito Comercial"	220
Causa del Problema	220
Soluciones Propuestas.....	220
Implementación de Techos y Paredes Verdes	220
Sistemas de Captación de Agua de Lluvia	220
Promoción de Espacios Públicos Verdes.....	220
Consecuencias Previstas.....	221
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	221
Lecciones Aprendidas.....	221
Caso Práctico 24: "DESCARBONIZACIÓN DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN" "Implementación de Pavimentos Permeables en la Urbanización de un Nuevo Barrio Residencial"	222
Causa del Problema	222
Soluciones Propuestas.....	222
Uso de Pavimentos Permeables.....	222
Integración de Zonas de Infiltración	222
Educación y Sensibilización Comunitaria	222
Consecuencias Previstas.....	223
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	223
Lecciones Aprendidas.....	223
Caso Práctico 25: "DESCARBONIZACIÓN DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN" "Integración de Microredes en la Construcción de un Complejo Universitario"	224
Causa del Problema	224
Soluciones Propuestas.....	224
Implementación de una Microred	224
Sistemas de Gestión de Energía Avanzados.....	224
Programas de Educación en Sostenibilidad	224
Consecuencias Previstas.....	225
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	225
Lecciones Aprendidas.....	225
Caso Práctico 26: "DESCARBONIZACIÓN DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN" "Sistemas de Calefacción Distrital Utilizando Energía Geotérmica en un Barrio Residencial"	226
Causa del Problema	226
Soluciones Propuestas.....	226
Implementación de Calefacción Distrital Geotérmica	226
Red de Tuberías Eficientes.....	226
Integración con Sistemas de Energía Renovable	226
Consecuencias Previstas.....	227
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	227
Lecciones Aprendidas.....	227



¿QUÉ APRENDERÁ?



- Comprender la importancia de la descarbonización en el sector de la construcción y su contribución a la mitigación del cambio climático.
- Conocer los conceptos básicos de la descarbonización, incluyendo la medición de las emisiones de carbono y los principios de la construcción de bajo carbono.
- Familiarizarse con el ciclo de vida de la construcción y su relación con las emisiones de carbono, desde la extracción de materiales hasta la demolición y gestión de residuos.
- Identificar los materiales de construcción de bajo carbono y comprender cómo su elección puede reducir las emisiones en el proceso constructivo.
- Aprender sobre el diseño y la planificación de bajo carbono, incluyendo la optimización de la eficiencia energética y la integración de energías renovables en los proyectos de construcción.
- Conocer las prácticas y tecnologías de construcción de bajo carbono, como el uso de maquinaria no contaminante, la implementación de sistemas de gestión de residuos y el fomento de la reutilización y reciclaje de materiales.
- Explorar las innovaciones y tendencias actuales en la descarbonización de la construcción, como la integración de la inteligencia artificial y el big data en los procesos constructivos.
- Comprender el papel de las políticas públicas, la planificación urbana y la colaboración entre diferentes actores en la descarbonización de la construcción.



- Aprender sobre la importancia de la formación y capacitación en la construcción de bajo carbono y la necesidad de impulsar la investigación y el desarrollo en este campo.
- Entender cómo se aplica la descarbonización en diferentes aspectos de la construcción, como la gestión de emisiones, la medición del carbono, la optimización de costos y la evaluación de proyectos.





Introducción



Construyendo un Futuro Sostenible: La Imperativa Descarbonización en la Construcción

La descarbonización en la construcción se ha convertido en un imperativo global ante el cambio climático. Adoptar prácticas sostenibles no solo es esencial para proteger el medio ambiente, sino que también ofrece una ventaja competitiva significativa en la industria.

Desafíos Actuales

Los profesionales de la construcción enfrentan el desafío de reducir la huella de carbono sin comprometer la calidad o aumentar significativamente los costes. Esto incluye la transición hacia energías renovables, la optimización de la logística y el uso de materiales sostenibles. El equilibrio entre sostenibilidad y viabilidad económica es clave para el éxito en la descarbonización de proyectos.

Importancia de la materia

La descarbonización no solo contribuye a la lucha contra el cambio climático, sino que también mejora la imagen corporativa y cumple con las regulaciones ambientales cada vez más estrictas. Para las empresas de construcción, esto significa no solo cumplir con sus responsabilidades ecológicas, sino también posicionarse como líderes en un mercado en evolución.

Ventajas de la Educación en el tema

- **Innovación y Competitividad:** El conocimiento en descarbonización permite a los profesionales implementar técnicas innovadoras que reducen las emisiones de carbono y optimizan el uso de recursos, colocando sus proyectos a la vanguardia del mercado.
- **Adopción de Tecnologías Sostenibles:** La capacitación en nuevas tecnologías y materiales ecológicos es fundamental para modernizar los



procesos de construcción, haciéndolos más eficientes y menos dañinos para el planeta.



Si le interesa liderar en la industria de la construcción con prácticas que respeten el medio ambiente, es crucial educarte en la descarbonización. Adquirir una guía práctica sobre técnicas y materiales sostenibles puede ser un primer paso esencial hacia una carrera más verde y responsable.



La descarbonización en la construcción es más que una tendencia; es una necesidad urgente que redefine los estándares del sector. Los profesionales que adopten estas prácticas no solo contribuirán a un futuro más sostenible, sino que también disfrutarán de un reconocimiento y crecimiento significativos en un mercado cada vez más consciente del medio ambiente.



PARTE PRIMERA

La descarbonización en la construcción.

Capítulo 1. Introducción a la descarbonización en la construcción.



1. El Problema del Carbono en la Construcción