



CURSO/GUÍA PRÁCTICA DEL COMMISSIONING MANAGEMENT

Puesta en marcha del edificio.



Índice

¿QUÉ APRENDERÁ?	33
Introducción	34
PRELIMINAR	37
El Commissioning Management (puesta en marcha del edificio) en 26 preguntas y respuestas.	37
1. ¿Qué es el Commissioning Management (Puesta en marcha del edificio)?	37
2. ¿Cuál es la definición del Commissioning Management (Puesta en marcha del edificio)?	39
3. ¿Cuál es el objetivo del Commissioning Management (Puesta en marcha del edificio)?	40
4. ¿Por qué razón el Commissioning Management (Puesta en marcha del edificio) es un proceso de garantía de calidad que mejora la entrega de proyectos de nueva construcción?.....	41
5. ¿Dónde se empezó a utilizar la técnica del Commissioning Management (puesta en servicio)?.....	41
6. ¿Qué es la puesta en servicio?	42
7. ¿En qué consiste la puesta en servicio (Commissioning)?	42
8. ¿Qué instalaciones se ven afectadas por la puesta en servicio (Commissioning)?	43
9. ¿Cuáles son las etapas de la puesta en servicio (Commissioning)?	43
Planificación	44
Diseño	45
Construcción.....	45
Seguimiento post-construcción.....	46
10. ¿Cuáles son las principales ventajas de la puesta en servicio (Commissioning)?	46
11. ¿Cuáles son los principales beneficios de la puesta en servicio (Commissioning)?	46
Para clientes y administradores	46
Para profesionales	47
12. ¿Cómo se aplica esta práctica en el contexto del etiquetado LEED, BREEM?	47
13. ¿Qué es el retrocomisionamiento (Retro-commissioning)?	47
14. ¿Qué es la puesta en servicio?	48
15. ¿Por qué utilizar la puesta en servicio?	48
16. ¿Qué es la puesta en servicio continua?	49
17. ¿Qué funciones tiene el Commissioning Manager (Gerente de puesta en marcha)?	49
a. Actividades de puesta en servicio	49
b. Tareas típicas del ingeniero encargado de la puesta en marcha Commissioning Manager (Gerente de puesta en marcha).	50
c. Alcance de la puesta en marcha fijado por el Commissioning Manager (Gerente de puesta en marcha).....	50
18. ¿Cuáles son las fases del Commissioning Management (Puesta en marcha del edificio)?	51
a. Nueva puesta en marcha de la construcción. "Puesta en marcha"	51
b. Re-commissioning	52
c. Retro-commissioning	52

d. Monitoring-based commissioning.....	52
19. ¿Cuáles son las herramientas informáticas conocidas como sistemas de gestión de puesta en marcha Commissioning Management (Puesta en marcha del edificio)?	53
20. ¿Cuál es la relación entre el Commissioning Management (Puesta en marcha del edificio) y la eficiencia energética?	53
21. ¿Por qué hay que empezar el Commissioning Management (Puesta en marcha del edificio) antes de construir?	53
22. ¿Qué es una lista de verificación de Commissioning Management (Puesta en marcha del edificio)?	54
Lista de verificación previa a la puesta en servicio.....	55
Lista de verificación de puesta en servicio de la planta	55
Lista de verificación de la puesta en servicio eléctrica.....	55
Lista de verificación de puesta en servicio de climatización (HVAC).....	55
Lista de verificación de puesta en servicio del equipo	56
Lista de verificación para la puesta en servicio del proyecto	56
Lista de verificación de puesta en servicio del edificio	56
Lista de verificación para la puesta en servicio de la subestación	56
Lista de verificación de puesta en servicio del ascensor	57
Lista de comprobación previa a la puesta en servicio de las tuberías	57
Lista de verificación de puesta en servicio de fontanería	57
23. ¿Cuáles son los requisitos de Commissioning Management en obras de ingeniería (EPC)? ...	58
a. Commissioning Management en obras de ingeniería. Requisitos de ingeniería multidisciplinaria.	58
b. La reunión inicial de planificación de puesta en servicio de ingeniería	58
c. El proceso de puesta en servicio de ingeniería	59
Construido según el diseño, incluida la aceptación de fábrica.	59
Puesta en servicio previa	59
Prueba de dirección	59
Puesta en marcha sin carga / en seco.....	59
Puesta en servicio con carga / húmedo	60
Terminación del proyecto	60
24. ¿Cuál es la responsabilidad del proceso de puesta (Commissioning Management) en servicio en proyectos EPC?	60
25. ¿En qué consiste la Gestión de la fase previa a la puesta en servicio y la puesta en servicio en el contrato EPC?.....	63
a. Sistema de seguridad y equipo de seguridad del sitio.....	63
b. Estructura organizativa que se adapta a la fase de puesta en servicio	63
Commissioning Manager. Gerente de puesta en servicio	64
Personal cualificado y con experiencia en la puesta en servicio en todas las disciplinas de la ingeniería del proyecto.....	64
c. Coordinación entre el equipo de EPC y el equipo de cliente.	64
Roles de las reuniones diarias de coordinación	64
Disponibilidad de equipos.....	65
Taller de mantenimiento y preparación de su equipo.....	65
Puesta en servicio de repuestos, disponibilidad de herramientas y materiales	65
26. ¿Cuáles son las etapas del Commissioning Management (puesta en marcha) para la preparación de la fase de construcción de obras de ingeniería EPC?	66
Terminación mecánica	66
Disponibilidad de los representantes técnicos de los proveedores	66



Resolución rápida de la lista de verificación y problemas técnicos pendientes	66
Disponibilidad de procedimientos de puesta en servicio.....	66
Acceso a la base de datos del proyecto y al documento del proveedor	66
PARTE PRIMERA	67
Introducción al Commissioning Management. Puesta en marcha del edificio.....	67
Capítulo 1. Introducción al Commissioning Management. Puesta en marcha del edificio..	67
Introducción al Commissioning Management. Puesta en marcha del edificio.....	67
1. Definición de "Commissioning" y su importancia.	67
2. Objetivos de la puesta en marcha.....	67
Asegurar el Cumplimiento.....	67
Optimización	68
Entrenamiento	68
Documentación	68
3. Beneficios del proceso de "Commissioning".....	68
Ahorro de Costes.....	68
Mayor Duración de los Sistemas	68
Reducción de Fallos	68
Confort y Seguridad.....	69
Eficiencia Energética.....	69
Capítulo 2. Fundamentos del Commissioning Management.....	70
1. Historia y evolución.	70
2. Principales actores involucrados.....	71
Propietario o Cliente	71
Equipo de Commissioning (CxA).....	71
Diseñadores y Arquitectos	71
Contratistas y Constructores	71
Operadores del Edificio	71
Entidades Reguladoras	71
3. Tipos de "Commissioning": inicial, retro-commissioning, re-commissioning.....	72
Inicial (o Nuevo Commissioning)	72
Retro-Commissioning	72
Re-Commissioning.....	72
Capítulo 3. Fases del proceso de Commissioning Management. Puesta en marcha del edificio.	73
1. Planificación	73
Objetivos del proyecto	73
Establecimiento de equipos	73
Definición del alcance	73
2. Diseño	74
Revisión de diseño.....	74
Desarrollo de criterios de rendimiento	74
Especificación de pruebas	74
3. Construcción.....	74
Inspecciones regulares	74

Documentación	74
4. Puesta en marcha	75
Pruebas funcionales	75
Resolución de problemas	75
Entrega	75
5. Operación y mantenimiento.....	75
Formación.....	75
Revisión post-ocupación	76
Mantenimiento programado.....	76
Capítulo 4. Herramientas y tecnologías del proceso de Commissioning Management. Puesta en marcha del edificio.....	77
1. Software especializado.....	77
Programas de modelado energético	77
2. Software de gestión de proyectos.....	77
Bases de datos de pruebas	77
3. Instrumentación y monitoreo	78
Medidores de flujo	78
Analizadores de calidad del aire	78
Cámaras termográficas	78
4. Sistemas de gestión del edificio (BMS).....	78
Control y optimización	78
Monitoreo remoto	78
Integración	79
Capítulo 5. Casos prácticos iniciales del proceso de Commissioning Management. Puesta en marcha del edificio.	80
1. Edificios residenciales	80
Planificación y diseño	80
Fase de construcción	80
Puesta en marcha y solución de problemas	81
2. Edificios comerciales	81
3. Edificios industriales	81
4. Edificios históricos o patrimoniales.....	81
Capítulo 6. Certificaciones y normativas del proceso de commissioning management. Puesta en marcha del edificio.....	83
1. Certificaciones internacionales	83
LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)	83
BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)	83
Passive House	84
2. Normativas locales.....	84
Códigos locales de construcción.....	84
Normativas locales de eficiencia energética	84
3. Procesos de auditoría.....	84
Auditorías energéticas.....	84

Auditorías de calidad del aire	85
Auditorías de cumplimiento normativo	85

Capítulo 7. Gestión de riesgos y solución de problemas del proceso de commissioning management. Puesta en marcha del edificio. 86

1. Identificación de riesgos.....	86
Análisis histórico.....	86
Inspecciones periódicas.....	86
Modelado y simulación	86
2. Protocolos de respuesta.....	87
Planes de emergencia	87
Mantenimiento preventivo	87
Equipos de respuesta rápida	87
3. Casos prácticos de resolución de problemas	88
Fuga en un sistema geotérmico	88
Desprendimiento de fachada	88
Sobrecarga en el sistema eléctrico	88

Capítulo 8. Formación y capacitación del proceso de commissioning management. Puesta en marcha del edificio. 89

1. Certificaciones para profesionales	89
Certificación en Commissioning (Cx)	89
Certificación en Building Performance	89
Certificación en BIM	89
2. Desarrollo de habilidades esenciales	90
Gestión de proyectos	90
Resolución de problemas	90
Habilidades interpersonales.....	90

Capítulo 9. Futuro y tendencias del proceso de commissioning management. Puesta en marcha del edificio. 91

1. Innovaciones tecnológicas en el "Commissioning"	91
Realidad Aumentada (RA) y Realidad Virtual (RV)	91
Inteligencia Artificial (IA) y Machine Learning	91
Internet de las Cosas (IoT)	92
2. Sostenibilidad y edificios verdes	92
Certificaciones LEED y BREEAM.....	92
Energías renovables	92
Diseño bioclimático	92
3. Desafíos y oportunidades futuras	93
Urbanización acelerada	93
Cambio climático	93
Espacios flexibles.....	93

PARTE SEGUNDA..... 94

¿Qué es el Commissioning Management? 94

Capítulo 10. Commissioning Management en la construcción. 94

1. Concepto de Commissioning en la construcción.	94
Equipo de Trabajo	94
Verificación Integral	95
Aplicación en Todas las Fases.....	95
Cumplimiento de Requisitos	95
Distinción de Pruebas de Puesta en Marcha (SAT).....	95
Prevención y Optimización	95
Documentación y Registro	95
2. Objetivo principal del Commissioning en la construcción.	96
Documentar los Objetivos del Propietario y sus Requerimientos.....	96
Mantener al Equipo Enfocado en las Metas del Propietario.....	96
Prevenir y/o Eliminar Problemas de Diseño y Construcción	96
Reducir el Coste Global del Proyecto	96
Garantizar la Calidad y Seguridad.....	97
Cumplir con los Requisitos de Cronograma	97
Mejorar la Eficiencia Energética y Operativa	97
3. El origen del Commissioning: la Industria Naval en Estados Unidos en los años 40 del S-XX... 97	
4. El futuro del Commissioning: Inteligencia artificial de sistemas de gestión de puesta en marcha.	98
Automatización y análisis de datos	98
Optimización de planificación	98
Detección temprana de problemas.....	99
Trazabilidad y documentación	99
Apoyo en la toma de decisiones.....	99
Colaboración y comunicación	99
5. CASO PRÁCTICO: El futuro del Commissioning: Inteligencia artificial en sistemas de gestión de puesta en marcha	100
ANTECEDENTES	100
IMPLEMENTACIÓN	100
Integración con BIM	100
Instalación de Sensores	100
Monitoreo y Aprendizaje.....	100
PUESTA EN MARCHA	100
RESULTADOS	101
CONCLUSIONES	101
Capítulo 11. El valor añadido que aporta el Commissioning.	102
1. Ventajas para a la Propiedad, la Dirección Facultativa y al Equipo de Proyecto y el mantenimiento O&M del edificio.	102
a. Propiedad	102
Rendimiento óptimo.....	102
Reducción de costes operativos	102
Mayor durabilidad	102
Cumplimiento normativo.....	102
b. Ingeniería de Diseño.....	103
Validación de diseño	103
Mejora de la retroalimentación	103
c. Dirección Facultativa y Equipo de Proyecto	103
Identificación temprana de problemas.....	103

Mejora de la colaboración	103
Cumplimiento de objetivos	103
d. Mantenimiento O&M del Edificio	103
Facilita el mantenimiento	103
Reducción de costes de operación	104
Prevención de problemas	104
2. Ahorro en el mantenimiento del edificio y retorno de la inversión.	104
a. Ahorro en el Mantenimiento del Edificio	104
Eficiencia Energética	104
Identificación de Problemas	104
Prolongación de la Vida Útil	104
b. Retorno de la Inversión	105
Ahorros de Energía	105
Menores Costes de Mantenimiento	105
Cumplimiento Regulatorio	105
Mejora de la Productividad	105
3. El Equipo de Commissioning en la fase de diseño.	106
Integración Multidisciplinaria	106
Identificación Temprana de Desafíos	106
Aplicación de Estándares y Mejores Prácticas	106
Revisión Fase a Fase	106
Mejora de Prestaciones	106
Garantía de Cumplimiento	107
Facilitación de la Construcción	107
4. El control de errores. Facilitar la recepción de los edificios.	107
Control de Errores	107
Recepción Facilitada	107
Documentación y Verificación	108
Papel del Agente de Commissioning	108
Listado de Verificaciones, Arranques y Pruebas	108
5. Ventajas del commissioning para los contratistas, suministradores de equipos y subcontratistas	109
Reducción de Costes	109
Eficiencia en el Trabajo	109
Reducción de Reclamaciones y Quejas	109
Cumplimiento de Requisitos	109
Menos Intervenciones Post-Garantía	110
Mejor Relación con el Cliente	110
6. Ventajas del commissioning para fabricantes y suministradores	110
Validación del Rendimiento	110
Reducción de Problemas Post-Entrega	110
Cumplimiento de Contrato	111
Mejora de la Relación con el Cliente	111
Reducción de Paradas no Programadas	111
Cumplimiento Normativo y de Calidad	111
7. CASO PRÁCTICO: ¿Qué problemas de construcción resuelve el Commissioning?	112
ANTECEDENTES	112
PROBLEMAS IDENTIFICADOS Y SOLUCIONES APLICADAS	112
Diseño	112

Construcción	112
Operación.....	112
Largas listas de temas pendientes (Punch List).....	113
Quejas (Call backs) durante la ocupación	113
CONCLUSIONES	113
Capítulo 12. Las funciones del "Commissioning"	114
1. Respaldo todos los hechos y procedimientos utilizados.	114
Sistema de Documentación.....	114
Certificación y Criterios del Cliente	114
Involucración y Colaboración	115
Identificación Previa de Problemas	115
Mejor Rendimiento y Satisfacción del Cliente	115
2. Proceso de Commissioning (estándar "ASHRAE" (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers)).....	115
a. Definición del Commissioning según la ASHRAE	116
b. Fases del Proceso	116
Fase de Planeamiento.....	116
Fase de Diseño	116
Fase de Construcción	116
Fase de Arranque y Puesta en Marcha	116
Fase de Operación y Mantenimiento (O&M).....	116
Fase de Post Ocupación	117
3. CASO PRÁCTICO: Las funciones del "Commissioning"	117
ANTECEDENTES	117
FUNCIONES DEL "COMMISSIONING" IMPLEMENTADAS.....	117
Respaldo todos los hechos y procedimientos utilizados	117
Proceso de Commissioning basado en el estándar "ASHRAE's"	118
CONCLUSIONES	118
4. CASO PRÁCTICO: Expectativas del Commissioning	119
ANTECEDENTES	119
EXPECTATIVAS DEL "COMMISSIONING"	119
Eficiencia energética óptima.....	119
Confort del inquilino	119
Cumplimiento de normativas y certificaciones sostenibles.....	120
CONCLUSIONES	120
5. CASO PRÁCTICO: Proceso de Commissioning del Edificio	120
Contexto.....	120
a. Preparación	121
b. Revisión del diseño.....	121
c. Pre-construcción.....	121
d. Montaje	121
e. Puesta en Marcha.....	121
f. Recepción	121
g. Ocupación Inicial	122
h. Verificaciones durante el ciclo de vida de las instalaciones del Edificio	122
Conclusión	122
6. CASO PRÁCTICO: ¿Cuándo empezar a aplicar el Commissioning edificatorio?	122
ANTECEDENTES	122
SOLUCIÓN.....	123

Fase de planificación y diseño inicial	123
Durante la fase de construcción	123
Antes de la entrega final	123
Fase post-ocupación	124
CONCLUSIÓN	124

Capítulo 13. El commissioning de una instalación industrial.....125

1. ¿Por qué es tan importante realizar una buena puesta en marcha inicial de la instalación?..125

Identificación y Solución de Problemas Iniciales	125
Optimización del Rendimiento	125
Reducción de Costes a Largo Plazo	125
Garantía de la Seguridad	126
Cumplimiento de Especificaciones	126
Ahorro de Tiempo y Recursos	126
Mejora de la Confiabilidad	126
Formación y Transferencia de Conocimientos	126

2. El commissioning de una instalación industrial ahorra muchos errores muy caros.127

Presiones para Iniciar Rápidamente	127
Planificación Deficiente	127
Falta de Cumplimiento	127
Falta de Cumplimiento de Fases	127
Control Manual	127
Finalización Prematura	127
Falta de Documentación Actualizada	128
Falta de Optimización	128

3. CASO PRÁCTICO: El commissioning de una instalación industrial128

ANTECEDENTES	128
DESAFÍO.....	128
SOLUCIÓN.....	129
Importancia de una buena puesta en marcha inicial.....	129
Ahorro de errores costosos mediante el commissioning	129
CONCLUSIÓN	129

Capítulo 14. Los requisitos de commissioning130

1. Los requisitos de commissioning dependen del proyecto específico.130

Objetivos y Expectativas.....	130
Diferencias en Edificios Nuevos y Existentes.....	130
Optimización del Rendimiento.....	130
Colaboración entre Stakeholders	131
Plan de Commissioning Personalizado	131
Integración de Sistemas	131
No Comprometer Otros Requisitos	131

2. Requisitos de rendimiento y de prestaciones del edificio. Requerimientos de Proyecto de la Propiedad (OPR).....131

Requisitos para Rendimiento Energético	132
Cumplimiento Normativo.....	132
Calidad Ambiental Interior (CAI)	132
Edificios "Verdes"	132
Edificios Antiguos	132
Preparación y Detalle	132
Base para la Puesta en Marcha	132

Integración en el Diseño	133
3. CASO PRÁCTICO: Definición y aplicación de los requisitos de commissioning en un nuevo proyecto de edificación	133
ANTECEDENTES	133
1. DEFINICIÓN DE REQUISITOS DE COMMISSIONING	133
2. REQUISITOS DE RENDIMIENTO Y DE PRESTACIONES DEL EDIFICIO	134
a. Requerimientos de Proyecto de la Propiedad (OPR):	134
b. Requisitos del commissioning de edificios antiguos:	134
CONCLUSIÓN	134
PARTE TERCERA	135
El Agente de Commissioning	135
Capítulo 15. Características del Agente de Commissioning	135
1. Selección del Agente de Commissioning (CxA)	135
a. Criterios para la Selección del Agente de Commissioning	135
b. Consideraciones Adicionales	136
2. Capacidades claves del Agente de Commissioning	136
Independencia y Objetividad	136
Conocimientos y Experiencia	137
Comunicación Efectiva	137
Acreditaciones y Certificaciones	137
Planificación y Coordinación	137
Resolución de Problemas	137
Ética Profesional	137
Gestión de Conflictos de Interés	138
Toma de Decisiones	138
Garantía de Calidad y Optimización	138
3. CASO PRÁCTICO: La selección y características clave de un Agente de Commissioning	138
ANTECEDENTES	138
1. SELECCIÓN DEL AGENTE DE COMMISSIONING	139
2. CAPACIDADES CLAVES DEL AGENTE DE COMMISSIONING	139
a. Experiencia Técnica	139
b. Comunicación Efectiva	139
c. Conocimiento Actualizado	139
d. Enfoque Proactivo	139
e. Certificaciones Relevantes	139
CONCLUSIÓN	140
4. Caso práctico. Diseño de puestos del commissioning. Commissioning Authority (Agente de Commissioning) Senior	140
Perfil de puesto	140
I.- IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO	140
II.- RESPONSABILIDADES DEL PUESTO	140
III.- POSICIÓN EN EL ORGANIGRAMA	141
IV.- RECURSOS NECESARIOS Y MANEJABLES	141
V.- RELACIONES INTERPERSONALES Internas	141
VI.- CARACTERÍSTICAS PROFESIONALES Y PERSONALES	141
VII.- PERFIL REQUERIDO	142
5. Caso práctico: Diseño de puestos del commissioning. Commissioning Authority (Agente de	

Commissioning) Junior	143
PERFIL DE PUESTO	143
I.- IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO	143
II.- RESPONSABILIDADES DEL PUESTO	143
III.- POSICIÓN EN EL ORGANIGRAMA	143
IV.- RECURSOS NECESARIOS Y MANEJABLES	143
V.- RELACIONES INTERPERSONALES	143
VI.- CARACTERÍSTICAS PROFESIONALES Y PERSONALES	144
VII.- PERFIL REQUERIDO	144
6. Caso práctico: Diseño de puestos del commissioning. Commissioning Technician	145
PERFIL DE PUESTO	145
I.- IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO	145
II.- RESPONSABILIDADES DEL PUESTO	145
III.- POSICIÓN EN EL ORGANIGRAMA	145
IV.- RECURSOS NECESARIOS Y MANEJABLES	145
VI.- CARACTERÍSTICAS PROFESIONALES Y PERSONALES	146
VII.- PERFIL REQUERIDO	146
7. Ejemplos de ofertas de trabajo de Commissioning Manager Commissioning Manager (gerente de puesta en marcha de proyectos EPC)	147
Capítulo 16. Desarrollo de la metodología del Commissioning en la construcción.....	150
1. Estructura del departamento de commissioning	150
a. Roles dentro del departamento de commissioning	150
Agente de Commissioning Senior	150
Commissioning Junior	150
Commissioning Technician.....	151
b. Definición de puestos	151
Identificación del puesto.....	151
Responsabilidades del puesto.....	152
Posición en el organigrama	152
Recursos necesarios y manejables.....	152
Relaciones interpersonales	152
Características profesionales y personales	152
Perfil requerido	152
2. Tareas del proceso de Commissioning.	153
Revisión de la documentación de los Requerimientos del Propietario (OPR)	153
Elaboración del plan de Commissioning (Plan de Commissioning)	153
Documentación de las Bases de Diseño (BOD)	153
Implementación del plan de Commissioning	153
Primera Revisión - Revisión al Diseño - emisión de comentarios (Cr 3)	153
Segunda Revisión - Verificación del Diseño - emisión de comentarios (Cr 3)	153
Elaboración de las Especificaciones de Commissioning (Commissioning Specs)	154
Elaboración y revisión de Protocolos de pruebas pre-operativo y operativo	154
Revisión - Verificación de Submittals (Cr 3).....	154
Revisión - Verificación de los Manuales de Operación y Mantenimiento (Cr 3)	154
Evaluar la Capacitación del personal de Operación y Mantenimiento (Cr 3)	154
Pruebas de Commissioning	154
Elaboración del reporte final de Commissioning	154
Revisión - Verificación de la Operación de Edificio (Cr 3).....	154
3. CASO PRÁCTICO: Implementación y estructuración de la metodología del Commissioning en la	



construcción de un centro de negocios	155
ANTECEDENTES	155
1. ESTRUCTURA DEL DEPARTAMENTO DE COMMISSIONING	155
a. Miembros del departamento de commissioning	155
b. Definición de puestos	155
i. Agente de Commissioning Senior	155
ii. Commissioning Junior	156
iii. Commissioning Technician	156
2. TAREAS DEL PROCESO DE COMMISSIONING	156
CONCLUSIÓN	157

4. CASO PRÁCTICO: Optimización y eficiencia en la planta de producción de "TechSolutions" mediante la medición de eficiencia del Commissioning.....157

ANTECEDENTES	157
IMPLEMENTACIÓN	157
Definición de parámetros clave	157
Proceso de Commissioning	158
Medición inicial	158
Optimización	158
Medición post-optimización	158
RESULTADOS	158
CONCLUSIÓN	158

5. CASO PRÁCTICO: Elaboración del Manual de Proceso de Commissioning para constructora.159

INTRODUCCIÓN	159
1. OBJETIVO DEL MANUAL	159
2. DEFINICIÓN DEL COMMISSIONING	159
3. MIEMBROS DEL EQUIPO DE COMMISSIONING	159
4. ETAPAS DEL PROCESO DE COMMISSIONING	160
Elaboración del Plan de Commissioning	160
Documentación de Bases de Diseño (BOD)	160
Implementación del Plan de Commissioning	160
Pruebas de Commissioning	160
Reporte Final de Commissioning	160
Revisión de la Operación del Edificio	160
5. BENEFICIOS DEL COMMISSIONING	160
CONCLUSIÓN	161

6. CASO PRÁCTICO: Creación de un Folleto para la Empresa "CommTech Solutions"161

Introducción	161
Nuestros Servicios	161
Revisión de Requerimientos del Propietario (OPR)	161
Elaboración del Plan de Commissioning	161
Pruebas de Funcionamiento	162
Documentación	162
Formación y Capacitación	162
¿Por qué elegir "CommTech Solutions"?	162
Testimonios	162

Capítulo 17. Clases de Commissioning.164

1. Nueva puesta en marcha de la construcción. "Puesta en marcha".164

Prediseño.....	164
Diseño y Construcción	164
Pruebas y Verificación	165

Operación y Mantenimiento	165
Formación del Personal	165
Documentación	165
2. Re-commissioning	165
Cambios en el rendimiento	166
Cambios en las tecnologías	166
Cambios operativos	166
Cumplimiento normativo	166
3. Retro-commissioning	167
Mejora de la eficiencia energética	167
Mejora de la confiabilidad	167
Identificación de mejoras de bajo coste o sin coste	167
Recomendaciones de mejoras	167
Verificación de documentación	168
4. El "Monitoring-based Commissioning" (MBCx)	168
Integración de tecnologías	168
Análisis continuo	168
Optimización en curso	168
Enfoque proactivo	169
Ahorro de energía real	169
Maximización del rendimiento	169
5. CASO PRÁCTICO: Elección del Tipo Adecuado de Commissioning para la constructora.	169
Situación Inicial	169
Análisis de Tipologías	170
Total Building Commissioning	170
ReCommissioning	170
Commissioning para equipos críticos	170
Retro-commissioning	170
Recomendaciones para "ConstructTech Global"	170
Edificio de Oficinas de Alta Tecnología	170
Fábrica con Maquinaria Crítica	171
Instalación de Almacenamiento Renovado	171
Conclusión	171
6. CASO PRÁCTICO: La Elección del Commissioning Adecuado para promotora constructora....	171
Situación Inicial	171
Descripción de Proyectos	172
Análisis de Tipos de Commissioning	172
a. Total Building Commissioning	172
b. Commissioning de Misión Crítica	172
c. Retro-commissioning	172
Recomendaciones para "EdificaSoluciones":	172
Conclusión	173
PARTE CUARTA	174
El proceso del Commissioning constructivo	174
Capítulo 18. El proceso del Commissioning constructivo	174
1. El proceso de Commissioning constructivo es una fase fundamental en la implementación de un edificio o instalación.	174

a. Revisión del proyecto constructivo	174
b. Relación entre el Commissioning y el Facility Management	175
2. Control de la ejecución de la obra.....	175
Verificación del cumplimiento del diseño	175
Acceso adecuado a las instalaciones	176
Prevención de problemas futuros	176
Optimización del rendimiento a largo plazo	176
3. Validación de la puesta en marcha individual de los equipos.....	177
a. Pasos de la validación de la puesta en marcha	177
Planificación	177
Ejecución de pruebas	177
Recopilación de resultados	177
Análisis de resultados	177
Validación y certificación	177
b. Importancia de la validación de la puesta en marcha:	178
Garantía de rendimiento.....	178
Evitar problemas futuros	178
Cumplimiento de normativas	178
Optimización del consumo energético	178
Seguridad	178
4. Pruebas de Integración y Estrés en el Commissioning	178
Pruebas de Integración	178
Pruebas de Estrés	179
Formación para el Facility Management	179
Validación de la Documentación As-Built.....	179
Libro del Edificio	179
5. Auditoría Post-Ocupación en el Commissioning	180
Comprobación del Funcionamiento Continuo	180
Ajustes y Optimizaciones.....	180
Consultoría Externa	180
Registro de Desempeño a Largo Plazo	180
Mejora Continua	181
6. CASO PRÁCTICO: La Puesta en Marcha de Complejo de oficinas, espacios residenciales y áreas comerciales.	181
Situación Inicial.....	181
1. Revisión de Proyecto.....	181
a. Cumplir el documento de requerimientos de la propiedad (OPR)	181
b. Relación entre el Commissioning y el Facility Management.....	182
2. Control de la Ejecución de la Obra:	182
3. Validación de la Puesta en Marcha Individual de los Equipos.....	182
4. Pruebas de Integración y de Estrés	182
a. Formación a los Futuros Responsables	182
b. El Commissioning Valida toda Documentación As-Built. Libro del Edificio.....	182
5. Auditoría Post-Ocupación	183
Conclusión	183
Capítulo 19. El Proceso de Commissioning de un edificio.....	184
1. El Proceso de Commissioning de un edificio.....	184
Definición de Requerimientos	184
Planificación	184

Diseño.....	184
Construcción.....	185
Pruebas y Verificación	185
Documentación	185
Capacitación	185
Entrega y Operación.....	185
Mantenimiento Continuo.....	185
2. Diferencias entre el Proceso de Commissioning de un edificio de nueva construcción (NCommissioning) y el Proceso de Commissioning de edificios existentes (EECommissioning). 186	
Tipo de Edificio	186
Fase de Inicio	186
Investigación Inicial	186
Revisión de Diseño	186
Pruebas Iniciales.....	187
Documentación	187
Mantenimiento Continuo.....	187
3. CASO PRÁCTICO: Commissioning de Edificio de oficinas187	
Contexto	187
1. El Proceso de Commissioning de un edificio.....	188
a. Preparación y Planificación	188
b. Revisión del Diseño	188
c. Verificación durante la Construcción	188
d. Pruebas de Puesta en Marcha	188
e. Entrega de Documentación.....	188
2. Diferencias entre NCommissioning y EECommissioning.....	188
Conclusión	189
Capítulo 20. El Proceso de Commissioning190	
1. El Proceso de Commissioning190	
Mejora del Diseño Integrado.....	190
Reducción de Costes	190
Formación Efectiva.....	190
Mayor Satisfacción del Usuario.....	191
Cumplimiento de Requisitos	191
Mayor Eficiencia Energética.....	191
Mantenimiento Efectivo.....	191
Cumplimiento Normativo.....	191
Contribución a la Sostenibilidad.....	191
2. Actividades del Proceso de Commissioning.192	
3. Revisión de documentación por el Agente de Commissioning.....193	
a. Durante la fase de diseño.....	193
b. En la fase de construcción	193
c. Registro de anomalías.....	193
d. Manual de sistemas.....	194
4. Equipos y sistemas instalados y sometidos al Proceso de Commissioning.194	
Formación del Personal O&M	194
Registros y distribución de información	194
Informe de Commissioning	195
Procesos de Commissioning en edificios existentes	195
Plan de Commissioning en Continuo (CommissioningC).....	195

5. CASO PRÁCTICO: Commissioning de Complejo Industrial.....	196
Contexto	196
1. El Proceso de Commissioning	196
2. Actividades del Proceso de Commissioning	196
Planificación	196
Revisión del Diseño	196
Inspección de la Construcción	196
Pruebas de Puesta en Marcha	196
Entrega de Documentación	197
3. Revisión de documentación por el Agente de Commissioning	197
a. Durante la fase de diseño	197
b. En la fase de construcción.....	197
c. Anomalías del proyecto.....	197
d. Manual de sistemas	197
4. Equipos y sistemas instalados y sometidos al Proceso de Commissioning	197
Sistemas de Climatización	197
Sistema Eléctrico.....	198
Fontanería y Suministro de Agua	198
Sistemas de Seguridad	198
Automatización y Control	198
Conclusión	198

Capítulo 21. Necesidades y requerimientos del Proceso de Commissioning.199

1. Administración de Proyectos y la consultoría.....	199
Control de Recursos Críticos	199
Habilidades Técnicas y Interpersonales	199
Resolución de Conflictos	199
Trabajo en Equipo y Liderazgo	199
Definición de Proyecto	200
Administración de Proyectos	200
Repeticiones y Contextos Cambiantes	200
2. Estructuración de los Proyectos.....	200
a. Proyecto Puro	200
b. Proyecto Funcional.....	201
c. Proyecto Matricial	201
3. Ruta Crítica.....	202
Identificación de Actividades	202
Secuencia de Actividades	202
Determinación de la Ruta Crítica.....	202
Cálculo de Tiempos	202
Inicio/Final Más Próximo o Lejano	202
4. Diseño de puestos.....	203
5. Medición del trabajo.....	204
Estándares de tiempo que sirvan como modelo para la ejecución.....	204
Observación directa y observación indirecta.	205
6. Estandarización y procedimientos.	205
7. Manuales y Diagramas de flujo del proceso.	206
Facilitan la comprensión visual	207
Identificación de problemas y oportunidades.....	207

Visualización de interfaces y transacciones	207
Herramienta de capacitación	207
8. CASO PRÁCTICO: Commissioning del Centro de Investigación y Desarrollo.....	207
Contexto	207
1. Administración de Proyectos.....	208
2. Estructuración de los Proyectos	208
a. Proyecto Puro.....	208
b. Proyecto Funcional	208
c. Proyecto Matricial	208
3. Ruta Crítica	208
4. Diseño de Puestos	209
5. Medición del Trabajo.....	209
6. Estandarización y Procedimientos.....	209
7. Manuales y Diagramas de Flujo del Proceso	209
Conclusión	209
Capítulo 22. Etapas de los procesos de “Commissioning”	210
1. El proceso se realiza en base al estándar internacional “ASHRAE.	210
2. Las 5 etapas del Proceso de Commissioning.	210
a. Etapa de Planeamiento	211
Documentación de los Requerimientos del Propietario (OPR)	211
Elaboración del plan de Commissioning	211
b. Etapa de Diseño.....	211
Documentación de las Bases de Diseño (BOD)	211
Revisión/Verificación del Diseño	211
Elaboración de las Especificaciones de Commissioning.....	211
c. Etapa de Construcción	211
Revisión/Verificación de Submittals	212
Visitas de obra.....	212
d. Etapa de Transición/Operación.....	212
Realización de Pruebas de Desempeño	212
Desarrollo de Manuales de Operación y Mantenimiento.....	212
e. Etapa de Post Ocupación.....	212
Pruebas de Temporada	212
Certificación LEED	212
Proceso de Commissioning de Misión Crítica	213
3. CASO PRÁCTICO: Commissioning de fábrica	214
Contexto	214
1. Etapa de Planeamiento	214
a. Documentación de los Requerimientos del Propietario (OPR)	214
b. Elaboración del plan de Commissioning	214
2. Etapa de Diseño.....	214
a. Documentación de las Bases de Diseño (BOD)	214
b. Revisión/Verificación del Diseño	214
c. Elaboración de las Especificaciones de Commissioning	215
3. Etapa de Construcción.....	215
a. Revisión / Verificación de Submittals.....	215
b. Visitas de obra.....	215
4. Etapa de Transición / Operación	215
a. Realización de Pruebas de Desempeño	215
b. Desarrollo de los Manuales de Operación & Mantenimiento	215

c. Capacitación al personal de Operación & Mantenimiento	215
d. Elaboración del reporte final de commissioning	215
5. Etapa de Post Ocupación.....	216
a. Pruebas de Temporada	216
b. Proceso de Commissioning para certificación internacional de edificación sostenible	216
c. Proceso de Commissioning de Misión Crítica.....	216
Conclusión	216
Capítulo 23. El Commissioning en la fase de diseño edificatorio.	217
1. Reuniones de revisión de diseño con el Agente de Commissioning (CxA)	217
2. Documentos del contrato y de la oferta de construcción.	217
3. Desarrollo de especificaciones de puesta en marcha	218
4. Procedimientos de prueba escritos.....	219
5. CASO PRÁCTICO: El Commissioning en el diseño de sede empresarial.....	220
Contexto	220
1. Reuniones de revisión de diseño	220
2. Documentos del contrato y de la oferta de construcción	220
3. Desarrollar especificaciones de puesta en marcha	221
4. Procedimientos de prueba escritos.....	221
Conclusión	221
Capítulo 24. El Commissioning en la fase de construcción.	222
1. Objetivos generales del de Commissioning en la Fase de Construcción.	222
2. Revisar las presentaciones de los parámetros de rendimiento.....	222
3. Funciones del Commissioning en la fase de construcción.....	223
a. Revisión de presentaciones para parámetros de rendimiento	223
b. Proceso de puesta en marcha del edificio documentado y aceptado	223
c. Requisitos del proyecto o plan de puesta en marcha.....	223
4. Desarrollar y utilización de las listas de verificación de construcción	224
a. Verificaciones de entrega y almacenamiento	224
b. Instalación y puesta en marcha.....	224
c. Desarrollo de las listas de verificación	225
5. Supervisar y documentar las pruebas de rendimiento funcional.	225
6. Registro de Pruebas y Datos	226
7. Resolución de Problemas y Seguimiento de Pruebas	226
8. Celebración de Reuniones del Equipo de Puesta en Marcha y Reporte de Progreso.....	227
9. Elaboración de Informes Mensuales	228
10. Realizar capacitación del personal operativo de la propiedad.	229
a. Instrucciones detalladas para la operación diaria normal de las instalaciones.....	229
b. Participación del Agente de Commissioning en la capacitación	229
c. Duración y requisitos de capacitación	230
11. CASO PRÁCTICO: Commissioning en la construcción de Complejo oficinas y laboratorios tecnológicos	230
Contexto	230

1. Objetivos generales del Commissioning en la Fase de Construcción	230
2-3. Revisión de parámetros de rendimiento.....	231
4. Funciones del Commissioning en la fase de construcción	231
5. Listas de verificación	231
6-8. Pruebas de rendimiento.....	231
9-10. Reuniones e informes	231
11. Capacitación del personal operativo	232
Conclusión	232
Capítulo 25. El Commissioning en la fase post-construcción.	233
1. La Etapa de Post-Construcción y Ajuste Continuo	233
Resolución de Problemas	233
Pruebas Estacionales	234
Informe Final de Puesta en Servicio	234
Revisión Post-Ocupación	234
Desarrollo de Plan de Re-Puesta en Servicio	234
2. Realizar pruebas diferidas y estacionales.	234
3. Reinspección / Revisión del Rendimiento antes del Final del Período de Garantía.....	235
4. Las discrepancias entre el rendimiento previsto y el rendimiento real	236
Identificación y Documentación	236
Recomendaciones y Resolución	236
Ajustes y Mejoras	236
Programas de Mantenimiento	237
Gestión de Quejas	237
Capacitación Continua.....	237
5. Informe final de puesta en servicio completo.....	237
Declaración de Cumplimiento	238
Variaciones y Desviaciones.....	238
Cumplimiento y No Cumplimiento	238
Resolución de Problemas	238
Resultados Posteriores a la Construcción	238
Lecciones Aprendidas.....	238
Recomendaciones para Cambios	238
Referencia Futura	239
Actualización de Planos As-Built.....	239
6. Revisión final de satisfacción con la asistencia del cliente.....	239
Momento Apropiado.....	239
Participantes.....	239
Objetivo	240
Aspectos a Evaluar	240
Identificación de Causas Raíz	240
Medidas Correctivas.....	240
Registro de Lecciones Aprendidas.....	240
7. Revisión cada 3-5 años	241
Necesidad de Revisión Periódica.....	241
Objetivo	241
Mantenimiento de Registros	241
Alcance de la Revisión	241
Responsabilidades	241

Beneficios de Familiaridad	242
Resultados y Recomendaciones	242
No Parte del Contrato Original	242
8. CASO PRÁCTICO: Commissioning Post-Construcción de Complejo Residencial.....	242
Contexto	242
1. Ajuste Continuo	243
2. Pruebas Diferidas y Estacionales	243
3. Revisión del Rendimiento	243
4. Discrepancias de Rendimiento	243
5. Informe Final	243
6. Satisfacción del Cliente	243
7. Revisión a Largo Plazo	244
Conclusión	244
Capítulo 26. Estándares del Commissioning de sistemas, instalaciones y edificios existentes.	246
1. El Commissioning de sistemas, instalaciones y edificios existentes.	246
Optimización del Rendimiento	246
Proceso Estructurado	246
Cumplimiento de Requisitos Actuales	247
Mejora del Rendimiento	247
Pasos del Proceso	247
Documentación	247
Beneficios	247
Coordinación y Participación	247
2. Directriz ASHRAE sobre “El Proceso de Commissioning”	248
Enfoque Integral	248
Verificación y Documentación	248
Inicio Temprano	248
Beneficios	248
Enfoque en el Usuario	249
Retrocommissioning	249
Integración Continua	249
Enfoque ASHRAE	249
3. CASO PRÁCTICO: Redefinición del Proceso de Commissioning de Centro Comercial	249
Contexto	249
1. El Commissioning de sistemas, instalaciones y edificios existentes	250
2. Aplicación de las Directrices ASHRAE	250
3. Enfoque en sistemas e instalaciones existentes	250
4. Formación y Capacitación en Operaciones y Mantenimiento	250
Resultados y Conclusiones	250
4. CASO PRÁCTICO: Optimización Progresiva del Complejo Residencial	251
Notas preliminares de actuaciones del Proceso por niveles secuenciales de Commissioning (Cx).	251
NIVEL 1, Cx ASHRAE	251
NIVEL 2, Cx ASHRAE	251
NIVEL 3, Cx ASHRAE	251
NIVEL 4, Cx ASHRAE	252
NIVEL 5 Cx ASHRAE	252
Contexto	253
NIVEL 1, Cx ASHRAE - Evaluación Preliminar	253



NIVEL 2, Cx ASHRAE - Pruebas Básicas	253
NIVEL 3, Cx ASHRAE - Pruebas Avanzadas.....	253
NIVEL 4, Cx ASHRAE - Implementación y Corrección	254
NIVEL 5, Cx ASHRAE - Mantenimiento Continuo y Optimización	254
Conclusión	254

Capítulo 27. El proceso de Retro Commissioning en edificios antiguos.256

1. Etapa de pre-implementación del proceso de Retro Commissioning en edificios antiguos.256	
a. Selección del Proyecto.....	256
b. Planeamiento	256
c. Investigación	257
Revisión de la Documentación del Edificio	257
Desarrollo del Plan de Commissioning.....	257
Valoración del Sitio	257
Listado Inicial de Oportunidades	257
Desarrollo de Reportes Preliminares	257
Plan de Monitoreo y Pruebas para Diagnóstico.....	257
Selección de Oportunidades	257
2. Etapa de implementación del proceso de Retro Commissioning en edificios antiguos.258	
a. Acciones de Implementación	258
b. Eficiencia Energética.....	258
c. Monitoreo y Medición Continua	259
d. Capacitación y Formación	259
e. Seguimiento y Validación	259
f. Documentación	259
g. Comunicación	259
3. Etapa de post - implementación del proceso de Retro Commissioning en edificios antiguos. 260	
Ajuste Final	260
Actualización de la Documentación del Edificio	260
Entrenamiento del Personal de Operación	260
Entrega del Proceso.....	261
Tareas de Seguimiento	261
Revisión y Evaluación Continua.....	261
4. CASO PRÁCTICO: Rehabilitación Sostenible del Edificio262	
Contexto	262
1. Etapa de pre-implementación.....	262
2. Etapa de implementación	262
3. Etapa de post-implementación	262
4. Costes y Beneficios	263
Conclusión	263

Capítulo 28. Proceso de commissioning aplicado a edificios existentes.264

1. El Proceso de Commissioning de Edificios Existentes264	
Optimización del Funcionamiento	264
Cumplimiento de Requisitos	264
Identificación de Problemas.....	265
Mejora de la Eficiencia Energética	265
Formación del Personal.....	265
Documentación Actualizada.....	265
Prolongación de la Vida Útil	265
Seguimiento Continuo	265

2. Concepto de commissioning de Edificios Existentes	266
Investigación y Evaluación.....	266
Identificación de Oportunidades de Mejora	266
Desarrollo de Plan de Acción.....	266
Implementación	266
Verificación y Monitorización.....	267
Actualización de Documentación	267
Formación del Personal.....	267
3. Requisitos actuales del edificio.....	267
4. Fases del proceso EECX	268
Fase de Análisis	268
Fase de Estudio.....	269
Fase de Implantación	269
Fase de Entrega	269
Fase de Commissioning en Continuo (CxC)	269
5. Factores claves de su implementación	270
Apoyo de la Propiedad o Usuario Final	270
Definición de Requerimientos Actuales	270
Colaboración con el Personal de Explotación y Mantenimiento.....	270
Acceso a la Documentación	270
Contratación de una Empresa de CxA Independiente	271
Equipo de Técnicos Experimentados.....	271
Estudio Financiero Riguroso	271
Plan de Formación Continua	271
Actualización de Documentos	271
Monitorización de Rendimientos en Ciclo de Vida.....	271
6. Resultados y mejoras en el edificio existente.	272
7. Costes de su implantación y ahorros generados. Beneficios.....	273
Costes de Implantación	273
Ahorros Generados	273
Beneficios de la Implantación	274
7. CASO PRÁCTICO: Optimización del Edificio	274
Introducción	274
1. El Proceso de Commissioning de Edificios Existentes	275
2. Concepto de commissioning de Edificios Existentes	275
3. Requisitos actuales del edificio	275
4. Fases del proceso EECX	275
5. Factores claves de su implementación.....	275
6. Resultados y mejoras en el edificio existente	276
Conclusión	276
Capítulo 29. Commissionig LEED.....	277
1. Fase de planificación del Commissionig LEED.	277
Documentación de los Requerimientos del Propietario (OPR)	277
a. Documento Inicial del Proyecto (OPR)	277
b. Plan de Commissioning Preliminar.....	277
2. Fase de diseño del Commissionig LEED	278



a. Documentación de las Bases de Diseño (BOD).....	278
Responsabilidad del Equipo de Diseño	278
Referencia al OPR.....	278
Actualización Continua	278
b. Implementación del Plan de Commissioning	279
Actualización del Plan de Commissioning.....	279
Especificaciones de Commissioning.....	279
Plan de Pruebas de Desempeño (Functional Testing)	279
c. Revisión/Verificación del Diseño	279
Dos Revisiones del Proyecto	279
Esquema de Revisiones.....	279
3. Fase de construccion & pre-ocupacion del Commissionig LEED	280
a. Visitas de Obra y Pruebas de Desempeño (Functional Testing)	280
Visitas Periódicas	280
Pruebas de Desempeño	280
Reporte de Visita al Sitio	280
b. Revisión/Verificación de Submittals.....	280
Revisión de Submittals	280
Verificación de Requerimientos.....	280
Informe de Revisión de Submittals	281
4. Desarrollo de los Manuales de Operación & Mantenimiento del Commissionig LEED	281
a. Desarrollo de los Manuales de Operación y Mantenimiento.....	281
b. Reporte de Revisión de Manual de Operación y Mantenimiento.....	281
c. Reporte del Resultado de la Capacitación	282
5. Reporte final de Commissioning del Commissionig LEED	282
a. Resumen Ejecutivo del Proceso de Commissioning	282
b. Historial de Problemas/Soluciones de los Sistemas de Commissioning.....	282
c. Evaluación de los Resultados de las Pruebas de Desempeño (Functional Testing).....	283
d. Dictamen del Agente de Commissioning sobre el Cumplimiento del OPR	283
e. Documentos Adjuntos	283
6. Fase de post-ocupacion del Commissionig LEED	283
a. Revisión/Verificación de la Operación del Edificio	283
b. Participación del Personal de Operación & Mantenimiento, el Equipo de Diseño y el Contratista	284
c. Plan para Resolver Asuntos Pendientes	284
d. Evaluación de Problemas y Recomendaciones	284
e. Reporte del Estado y Operación de los Sistemas de Commissioning	284
7. Sistemas incluidos en el proceso de Commissioning requeridos para LEED.....	285
Sistema de HVAC (Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado)	285
Iluminación.....	285
Generación de Agua Caliente	285
Sistema de Control	285
8. Modelo de checklist Commissioning LEED.....	286
a. Planeamiento	286
CHECKLIST A	286
CHECKLIST B	286
b. Diseño.....	286
CHECKLIST C BOD	286
CHECKLIST D	287
CHECKLIST E Revisión de Proyecto BOD's.....	287

CHECKLIST F	287
CHECKLIST G	288
9. Proceso de desarrollo del Commissioning LEED	288
10. CASO PRÁCTICO: La Modernización de Edificio corporativo	289
Introducción	289
1. Fase de planificación	289
Documentación de los Requerimientos del Propietario (OPR)	289
2. Fase de diseño	289
a. Documentación de las Bases de Diseño (BOD)	289
b. Revisión/Verificación del Diseño	290
3. Fase de construcción & pre-ocupación	290
a. Visitas de Obra & Realización de Pruebas de Desempeño (Functional Testing)	290
b. Revisión/Verificación de Submittals	290
4. Desarrollo de los Manuales de Operación & Mantenimiento	290
5. Reporte final de Commissioning	290
6. Fase de post-ocupación	290
7. Sistemas incluidos en el proceso de Commissioning requeridos para LEED:	291
8. Modelo de checklist Commissioning LEED	291
a. Planeamiento	291
b. Diseño	291
9. Proceso de desarrollo del Commissioning LEED	291
Conclusión	291
PARTE QUINTA	292
Commissioning Management en obras de ingeniería (EPC)	292
Capítulo 30. Commissioning Management en obras de ingeniería (EPC).	292
1. ¿Cuáles son los requisitos de Commissioning Management en obras de ingeniería (EPC)?	292
a. Reunión Inicial de Planificación de Puesta en Servicio	292
b. Proceso de Puesta en Servicio de Ingeniería	293
Construcción Según el Diseño	293
Puesta en Servicio Previa	293
Prueba de Dirección	293
Puesta en Marcha Sin Carga/En Seco	293
Puesta en Servicio con Carga/Húmedo	293
Terminación del Proyecto	293
c. Director de Puesta en Servicio	293
d. Plan de Recursos	294
2. ¿Cuál es la responsabilidad del proceso de puesta (Commissioning Management) en servicio en proyectos EPC?	294
Asignación de Responsabilidad	294
Coordinación y Control	294
Transferencia de Responsabilidad	295
Riesgos y Daños y Perjuicios	295
Impacto en el Desempeño	295
Equilibrio entre Precio y Riesgo	295
Asesoramiento Especializado	295
3. CASO PRÁCTICO: La Renovación de la Planta de Energía	296
Introducción	296
1. Requisitos de Commissioning Management en obras de ingeniería (EPC)	296



a. Requisitos de ingeniería multidisciplinaria	296
b. La reunión inicial de planificación de puesta en servicio de ingeniería	296
c. El proceso de puesta en servicio de ingeniería	296
2. Responsabilidad del proceso de puesta (Commissioning Management) en servicio en proyectos EPC	297
Conclusión	297

Capítulo 31. Gestión de la fase previa a la puesta en servicio y la puesta en servicio en el contrato EPC.298

1. Gestión de la fase previa a la puesta en servicio y la puesta en servicio en el contrato EPC. .298	
Sistema de Seguridad	298
Actividades Simultáneas.....	298
Equipo de Inspección de Seguridad	299
Compromiso de la Gerencia	299
Sanciones por Incumplimiento.....	299
Supervisión Rutinaria	299
2. Estructura organizativa que se adapta a la fase de puesta en servicio299	
Gerente de Puesta en Servicio (Commissioning Manager)	300
Personal Cualificado y Experimentado	300
Compartir Experiencia	300
Reducción de Riesgos y Retrasos	300
3. Coordinación entre el equipo de EPC y el equipo de cliente.....301	
Procedimiento de Coordinación Claro	301
Reuniones Diarias de Coordinación.....	301
Disponibilidad de Equipos	301
Taller de Mantenimiento.....	301
Inventario de Repuestos	301
Asignación de Criticidad y Niveles de Existencias	302
Contratos de Servicio de Mantenimiento	302
4. Etapa de preparación de la fase de construcción302	
Terminación Mecánica	302
Programa Detallado	302
Representantes Técnicos de Proveedores	303
Resolución de Problemas Técnicos Pendientes	303
Procedimientos de Puesta en Servicio	303
Acceso a la Base de Datos del Proyecto y Documentación del Proveedor	303
5. CASO PRÁCTICO: Rol del Commissioning Manager en un proyecto EPC.....304	
ANTECEDENTES	304
ACCIONES DEL COMMISSIONING MANAGER.....	304
Plan de puesta en marcha.....	304
Coordinación y supervisión	304
Monitoreo de HSE.....	304
Control de documentos	305
Pruebas y rendimiento.....	305
CONCLUSIÓN	305
6. CASO PRÁCTICO: Renovación de la Central Hidroeléctrica305	
Introducción	305
1. Sistema de seguridad y equipo de seguridad del sitio	306
2. Estructura organizativa adaptada a la fase de puesta en servicio	306
3. Coordinación entre el equipo EPC y el equipo del cliente.....	306
4. Etapa de preparación de la fase de construcción.....	306

Conclusión	307
PARTE SEXTA.	308
Casos prácticos del Commissioning Management. Puesta en marcha del edificio.....	308
Capítulo 32. Casos prácticos del Commissioning Management. Puesta en marcha del edificio.	308
CASO PRÁCTICO 1: La Puesta en Marcha de Centro Comercial.....	308
Causa del problema	308
Soluciones	308
Revisión Integral	308
Formación de Equipos Multidisciplinarios	309
Desarrollo de un Cronograma.....	309
Implementación de Soluciones Temporales	309
Consecuencias	309
Resultados de las medidas adoptadas	310
CASO PRÁCTICO 2: La modernización del edificio de oficinas "TechTower"	311
Causa del problema	311
Soluciones	311
Auditoría Energética	311
Creación de un Comité de Modernización.....	311
Implementación de Tecnologías Avanzadas	311
Coordinación con los Inquilinos	311
Consecuencias	312
Resultados de las medidas adoptadas	312
CASO PRÁCTICO 3: Centro Comercial y el desafío de la ventilación	313
Causa del problema	313
Soluciones	313
Diagnóstico Integral	313
Diseño de Solución Personalizada	313
Monitoreo Constante.....	313
Consecuencias	313
Resultados de las medidas adoptadas	314
CASO PRÁCTICO 4: Hospital y la Optimización de Sistemas Críticos	315
Causa del problema	315
Soluciones	315
Auditoría Técnica	315
Actualización de Infraestructura	315
Consecuencias	315
Resultados de las medidas adoptadas	316
CASO PRÁCTICO 5: Un rascacielos de oficinas con 45 pisos y el Reto de la Eficiencia Energética	317
Causa del problema	317
Soluciones	317
Diagnóstico Integral	317
Modernización del Sistema de climatización HVAC.....	317
Actualización de la Iluminación.....	317
Instalación de Ventanas Inteligentes	317
Consecuencias	317
Resultados de las medidas adoptadas	318

CASO PRÁCTICO 6: Reforma Integral de un Centro Empresarial	319
Causa del problema	319
Soluciones	319
Diagnóstico Integral	319
Modernización del Sistema de climatización HVAC.....	319
Actualización de la Iluminación.....	319
Instalación de un Sistema de Gestión de Edificios (BMS):	320
Consecuencias	320
Resultados de las medidas adoptadas	320
CASO PRÁCTICO 7: Integración de Energías Renovables en un Complejo Residencial Luminar ..	321
Causa del problema	321
Soluciones	321
Evaluación de Consumo y Demandas Energéticas.....	321
Instalación de Paneles Solares Fotovoltaicos.....	321
Sistemas de Agua Caliente Solar	321
Optimización de la Climatización	321
Consecuencias	322
Resultados de las medidas adoptadas	322
CASO PRÁCTICO 8: Digitalización Integral de Hotel Boutique	323
Causa del problema	323
Soluciones	323
Auditoría Tecnológica	323
Sistemas Inteligentes de Habitación	323
Gestión Energética Inteligente.....	323
Optimización de la Climatización	323
Consecuencias	324
Resultados de las medidas adoptadas	324
CASO PRÁCTICO 9: Modernización de Planta Industrial para Mejorar la Eficiencia Operativa ...	325
Causa del problema.....	325
Soluciones	325
Diagnóstico Detallado de la Maquinaria.....	325
Implementación de Maquinaria Inteligente	325
Integración de un Sistema SCADA.....	325
Capacitación y Reentrenamiento del Personal	325
Consecuencias	325
Resultados de las medidas adoptadas	326
CASO PRÁCTICO 10: Optimización del Sistema de Refrigeración en un Centro Comercial	327
Causa del problema.....	327
Soluciones	327
Estudio Termográfico	327
Implementación de un Sistema VRF (Flujo de Refrigerante Variable)	327
Control Centralizado Inteligente	327
Mejoras en el Aislamiento	327
Consecuencias	327
Resultados de las medidas adoptadas	328
CASO PRÁCTICO 11: Gestión de Aguas Residuales en Fábrica	329
Causa del problema.....	329
Soluciones	329
Diagnóstico Químico de Aguas Residuales	329

Instalación de un Sistema de Tratamiento Biológico	329
Reciclaje y Reutilización de Agua	329
Educación y Capacitación	329
Consecuencias	329
Resultados de las medidas adoptadas	330
CASO PRÁCTICO 12: Automatización de la Logística en el “Centro de Distribución Gamma”	331
Causa del problema	331
Soluciones	331
Implementación de un Sistema WMS (Warehouse Management System)	331
Robotización de Tareas Repetitivas	331
Drones para Control de Inventario	331
Capacitación y Reasignación de Personal	331
Consecuencias	331
Resultados de las medidas adoptadas	332
CASO PRÁCTICO 13: Modernización del Sistema de Iluminación en el Centro Comercial	333
Causa del problema	333
Soluciones	333
Auditoría Energética	333
Instalación de Luminarias LED	333
Sistema de Control de Iluminación Automatizado	333
Paneles Solares	333
Consecuencias	333
Resultados de las medidas adoptadas	334
CASO PRÁCTICO 14: Problemas de Climatización en Hotel	335
Causa del problema	335
Soluciones	335
Diagnóstico Integral del Sistema	335
Sustitución de Equipos Obsoletos	335
Control Centralizado de Climatización	335
Formación Continuada	335
Consecuencias	335
Resultados de las medidas adoptadas	336
CASO PRÁCTICO 15: Implementación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Fábrica	337
Causa del problema	337
Soluciones	337
Auditoría Ambiental	337
Construcción de la Planta de Tratamiento	337
Monitoreo Continuo	337
Programa de Capacitación	337
Consecuencias	337
Resultados de las medidas adoptadas	338
CASO PRÁCTICO 16: Optimización de la Infraestructura Energética en el Hospital “Salud Futura”	339
Causa del problema	339
Soluciones	339
Análisis de Consumo	339
Modernización de Equipos	339
Instalación de un Sistema de Gestión Energética (SGE)	339
Generadores Auxiliares	339
Consecuencias	339

Resultados de las medidas adoptadas	340
CASO PRÁCTICO 17: Modernización del Sistema de Automatización en la Planta de Envasado .	341
Causa del problema	341
Soluciones	341
Diagnóstico Detallado	341
Actualización del Sistema de Automatización	341
Capacitación del Personal	341
Interfaz de Usuario Mejorada	341
Consecuencias	342
Resultados de las medidas adoptadas	342
CASO PRÁCTICO 18: Integración de Energía Solar en Fábrica	343
Causa del problema	343
Soluciones	343
Estudio de Viabilidad Solar	343
Instalación de Paneles Solares Fotovoltaicos	343
Sistema de Almacenamiento de Energía	343
Monitorización y Control Remoto	343
Consecuencias	343
Resultados de las medidas adoptadas	344
CASO PRÁCTICO 19: Optimización del Sistema de Distribución de Agua en una planta de tratamiento de agua.	345
Causa del problema	345
Soluciones	345
Diagnóstico Detallado	345
Renovación de la Infraestructura	345
Implementación de Válvulas Inteligentes	345
Sistema de Monitoreo y Control Centralizado	345
Consecuencias	345
Resultados de las medidas adoptadas	346
CASO PRÁCTICO 20: Integración de Cogeneración en una empresa de producción de energía.	347
Causa del problema	347
Soluciones	347
Estudio de Viabilidad de Cogeneración	347
Instalación de una Unidad de Cogeneración	347
Recuperación de Calor	347
Sistema de Monitoreo Avanzado	347
Consecuencias	347
Resultados de las medidas adoptadas	348
CASO PRÁCTICO 21: Desafíos en la Puesta en Marcha de un Sistema Geotérmico	349
Causa del problema	349
Soluciones	349
Investigación Detallada	349
Optimización de la Profundidad de las Tuberías	349
Materiales Mejorados	349
Sistema de Monitoreo Continuo	349
Consecuencias	349
Resultados de las medidas adoptadas	350
CASO PRÁCTICO 22: Integración de Energías Renovables en una fábrica de producción a gran escala.	351

Causa del problema	351
Soluciones	351
Auditoría Energética	351
Integración Solar y Eólica	351
Sistema de Almacenamiento de Energía	351
Monitorización y Control Inteligente	351
Consecuencias	351
Resultados de las medidas adoptadas	352
CASO PRÁCTICO 23: Modernización del Sistema de Climatización en un conjunto de edificios de oficinas	353
Causa del problema	353
Soluciones	353
Evaluación Técnica Detallada	353
Integración de un Sistema VRF (Variable Refrigerant Flow)	353
Sistemas de Control Avanzados	353
Formación y Capacitación	353
Consecuencias	354
Resultados de las medidas adoptadas	354
CASO PRÁCTICO 24: Desafíos de Puesta en Marcha en "GreenTech Plaza", un Edificio Inteligente	355
Causa del problema	355
Soluciones	355
Evaluación Integral del Edificio	355
Optimización de Sistemas de Automatización	355
Integración de un BMS Avanzado	355
Gestión Optimizada de Energías Renovables	356
Consecuencias	356
Resultados de las medidas adoptadas	356
CASO PRÁCTICO 25: Despliegue de una Micro-Red Energética en un centro de investigación y desarrollo sostenible.	357
Causa del problema	357
Soluciones	357
Auditoría Energética Profunda	357
Optimización del Sistema de Almacenamiento de Energía	357
Implementación de Controladores de Micro-Red	357
Interconexión con la Red Principal	358
Consecuencias	358
Resultados de las medidas adoptadas	358
ANEXO.....	359
Modelo de carta solicitando propuestas de servicios del Agente de Commissioning (CxA) para la puesta en marcha de un inmueble/instalación.	359
Antecedentes de la firma de Commissioning	359
Objetivos	359
Alcance del trabajo	360
Etapas de diseño	360
Etapas de construcción	362
Etapas posteriores a la construcción	366
Sistemas y ensamblajes	367
Calificaciones deseadas	368
Propuesta	369
Confidencialidad. Información del propietario	371



Protección y custodia documental	373
Anexo 1: Alcance de la revisión del diseño enfocado del agente de puesta en servicio	373
Fases de documentos de construcción.....	373
Sistema de control y Estrategias de control	373
Protección contra incendios. La seguridad.....	374
Diseño. Pautas y estándares.....	374
Operaciones y Mantenimiento (O&M)	374

¿QUÉ APRENDERÁ?



- Fundamentos del Commissioning Management.
- Objetivos y beneficios de la puesta en marcha del edificio.
- Rol y responsabilidades del Commissioning Manager.
- Herramientas y software recomendados para el Commissioning Management.
- Procesos y etapas clave del Commissioning en la construcción.
- Estrategias para una comunicación efectiva entre todas las partes involucradas.
- Establecimiento de KPIs (Indicadores Clave de Desempeño) para la puesta en marcha.
- Evaluación y selección de equipos y sistemas del edificio.
- Documentación esencial durante el proceso de Commissioning.
- Consideraciones sobre seguridad y protocolos de emergencia.
- Estrategias de formación y capacitación para el equipo de operación.
- Integración de la sostenibilidad y eficiencia energética en el proceso.
- Análisis de fallos y solución de problemas durante la puesta en marcha.
- El papel de la tecnología y la automatización en la puesta en marcha moderna.
- Estrategias para una transición sin problemas de la fase de construcción a la operación.
- Desarrollo y aplicación de listas de verificación de Commissioning.
- Uso de simulaciones y modelado para anticipar problemas.
- Evaluación post-operativa y seguimiento continuo.
- Implementación de retro-commissioning para edificios en operación.
- Aspectos legales y contractuales del Commissioning.
- Gestión de riesgos y mitigación durante la puesta en marcha.
- Casos prácticos y estudios de caso en el Commissioning Management.
- Tendencias futuras y evolución en la gestión de la puesta en marcha.
- Integración del Commissioning en la certificación LEED y otros estándares sostenibles.
- Consideraciones finales y mejores prácticas en Commissioning Management.

Introducción



El Proceso de Commissioning es un proceso de calidad que consiste en mejorar la entrega del proyecto validando y documentando el rendimiento y prestaciones del edificio en cumplimiento de los objetivos y criterios de la Propiedad.

Una comprensión del proceso de Commissioning, qué es y cómo funciona, puede proporcionar una gama de beneficios para los propietarios de edificios y gerentes de instalaciones.

Una manera fácil de ilustrar los efectos del Commissioning como puesta en marcha es comparar un edificio con un ser humano. Ambos tienen una capa externa de piel que protege las funciones internas de los elementos. Ambos tienen un sistema eléctrico, un sistema de calefacción y refrigeración, un marco para soportar su peso e incluso un sistema de tuberías, así como una personalidad distintiva expresada por su apariencia.

Ahora imagine que el cuerpo de una persona pudiese ser puesto en marcha (Commissioning) para funcionar a niveles óptimos. El resultado sería que no tendría problemas de salud. Nunca estaría enfermo. Tendría una visión y audición perfectas y realizaría cualquier tarea física atléticamente.

Pues el Commissioning desempeña los roles combinados de entrenador personal y médico para su edificio, produciendo una estructura alfa que supera ampliamente al resto de edificios.

Históricamente, el término "Commissioning" se ha referido al proceso por el cual se probaron los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado de un edificio de acuerdo con las normas establecidas antes de la aceptación por parte del propietario del edificio.

El uso actual de la puesta en marcha reconoce la naturaleza integrada del rendimiento de todos los sistemas de construcción, que afectan la sostenibilidad, el lugar de trabajo, productividad, seguridad del ocupante y seguridad.



El Commissioning en la edificación es un proceso sistemático de aseguramiento por verificación y documentación, desde la etapa de diseño a un mínimo de un año después de la construcción, para que todos los sistemas de las instalaciones funcionen de manera interactiva de acuerdo con la documentación y la intención del diseño, y de acuerdo con las necesidades operativas del propietario, incluida la preparación del personal de operaciones y mantenimiento.

El Proceso de Commissioning se implanta a través de todas las fases del proyecto de nueva construcción o renovación integral del edificio, desde su prediseño hasta su ocupación con actuaciones concretas en cada fase para verificar el diseño, montaje y formación del personal de mantenimiento O&M.

Las actividades de puesta en marcha de la etapa de diseño sirven para asegurar que el proyecto del propietario cumple con los requisitos para elementos tales como eficiencia energética, sostenibilidad, calidad ambiental interior, protección contra incendios y seguridad, etc., y están suficientemente definidos y reflejados de manera adecuada y precisa en los documentos del contrato.

La etapa de diseño es la oportunidad del equipo de puesta en marcha para asegurar que la construcción de sistemas y los ensamblajes funcionarán de acuerdo con las expectativas del usuario.

Durante la fase de construcción, el equipo de Commissioning trabaja para verificar que los sistemas y ensamblajes operan de manera que cumplan con el Proyecto del Propietario.

Los dos objetivos generales de la Fase de Construcción son: asegurar el nivel de calidad deseado y vigilar que los requisitos de los contratos se cumplen.

Las actividades de puesta en marcha de la fase de construcción son un proceso de calidad bien orquestado que incluye instalación, puesta en marcha y rendimiento funcional.

Durante la etapa de construcción, los sistemas, conjuntos, equipos y componentes tenderán a cambiar sus condiciones de instalación. Además, las necesidades y demandas de las instalaciones suelen cambiar a medida que se utiliza una instalación.

La etapa posterior a la construcción permite el ajuste continuo, la optimización y la modificación de los sistemas de construcción para cumplir con los requisitos especificados.

El objetivo de la etapa posterior a la construcción es mantener el rendimiento del edificio durante toda la vida útil de la instalación. La participación activa del Agente de Commissioning durante las operaciones iniciales de la instalación es un aspecto integral del proceso.



Las actividades de Commissioning durante la Post-Construcción incluyen la resolución de problemas, pruebas estacionales, entrega del Informe Final de Puesta en Servicio, realización de una revisión posterior a la ocupación con el Cliente y desarrollo de un plan para volver a poner en servicio la instalación a lo largo de su ciclo de vida.

PRELIMINAR

El Commissioning Management (puesta en marcha del edificio) en 26 preguntas y respuestas.



1. ¿Qué es el Commissioning Management (Puesta en marcha del edificio)?