



CURSO/GUÍA PRÁCTICA MODELOS DE COLABORACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA INFRAESTRUCTURAS MÁS ALLÁ DEL EPC EN ENERGÍA



Índice

¿QUÉ APRENDERÁ?.....	20
Introducción.	21
PARTE PRIMERA	23
Fundamentos y Contexto de colaboración público privada para infraestructuras: más allá del EPC en energía.....	23
Capítulo 1: Introducción a los PPP de colaboración público privada para infraestructuras: más allá del EPC en energía.....	23
1. Definición y tipologías de PPP/P3	23
a. Concepto general y variantes	23
b. Origen histórico y evolución.....	23
c. Marco global de referencia.....	24
2. Actores y estructuras institucionales	24
a. Sector público y entes reguladores	24
b. Inversores y patrocinadores privados	24
c. Organismos multilaterales de apoyo	24
3. Principios de asignación de riesgos	24
a. Identificación de riesgos clave.....	24
b. Herramientas de transferencia	25
c. Mecanismos de mitigación	26
4. Modelos contractuales convencionales	27
a. DBF/DBFM/DBFO.....	27
b. BOOT/BOO	28
c. Concesión tradicional	29
5. Ventajas y limitaciones de los PPP.....	30
a. Eficiencia y coste del ciclo de vida	30
b. Incremento de la bancabilidad	30
c. Críticas y lecciones aprendidas	31
6. Perspectivas y desafíos futuros.....	32
a. Transición energética y digitalización	32
b. Finanzas sostenibles (ESG)	33
c. Impacto de la inteligencia artificial.....	33
Capítulo 2: Fundamentos del Energy Performance Contract (EPC).....	35
1. Características esenciales del EPC.....	35
a. Relación rendimiento pago	35
b. Garantías de ahorro energético	35
c. Ciclo de medición y verificación.....	36
2. Partes y obligaciones contractuales	36
a. Cliente público o privado.....	36
b. Empresa de servicios energéticos (ESCO)	36
c. Entidades financiadoras.....	37

3. Estructuras de pago y retorno	37
a. Pagos por ahorros compartidos	37
b. Pagos por ahorro garantizado	37
c. Cláusulas de ajuste	37
4. Técnicas de medición y verificación (M&V)	38
a. Protocolos IPMVP	38
b. Líneas base energéticas	38
c. Auditorías independientes	39
5. Aplicaciones a proyectos renovables	39
a. Hibridación con generación distribuida	39
b. Contratos PPA on site	39
c. Micro redes y comunidades energéticas	40
6. Limitaciones y lecciones aprendidas	40
a. Riesgos de desempeño tecnológico	40
b. Costes de transacción	40
c. Buenas prácticas de supervisión	40
PARTE SEGUNDA.....	41
Modelos Avanzados de Financiación Público Privada para infraestructuras	41
Capítulo 3: Regulated Asset Base (RAB).....	41
1. Principios regulatorios y financieros	41
a. Base de activos reconocida	41
b. Tasa regulada de retorno	42
c. Mecanismos de indexación	42
2. Diseño de tarifas y ajustes periódicos	42
a. Fórmulas de indexación	42
b. Periodicidad de revisiones	43
c. Incentivos por eficiencia	43
3. Aplicaciones en redes y servicios públicos.....	43
a. Suministro de agua y saneamiento	43
b. Redes eléctricas de transporte	44
c. Infraestructuras de transporte masivo	45
4. Casos destacados en energía y agua	46
a. Proyecto nuclear (ejemplo)	46
b. Macro conducto hídrico	47
c. Plataforma de recarga vehicular	48
5. Ventajas y retos regulatorios.....	49
a. Certidumbre para inversores.....	49
- Mecanismo: el Allowed Rate of Return (ARR) fija un retorno real sobre la RAB, revisable periódicamente pero protegido por cláusulas de "regulatory deferral" ante cambios abruptos de política.	49
- Datos recientes: según la OCDE (2024), el 78 % de los fondos de pensiones europeos invierte en infraestructuras reguladas con RAB, frente al 54 % en proyectos sin RAB.	49
b. Complejidad político tarifaria	49
c. Riesgo de sobre inversión	50
6. Buenas prácticas de implementación.....	51

a. Transparencia y consulta pública	51
b. Gobernanza y supervisión	51
c. Gestión de datos de desempeño	52
Capítulo 4: Contracts for Difference (CfD)	54
1. Mecanismo de precio de ejercicio.....	54
a. Precio strike y precio de referencia	54
b. Ajustes positivos y negativos.....	55
c. Liquidación financiera	55
2. Proceso de subasta competitiva	56
a. Diseño de rondas y lotes	56
b. Criterios de precalificación	57
c. Evaluación de ofertas	58
3. Impacto en inversiones renovables.....	58
a. Reducción de volatilidad de ingresos	58
b. Mejora de rating crediticio	59
c. Atracción de capital institucional	59
4. Gestión de riesgos de mercado.....	60
a. Coberturas y derivados.....	60
b. Riesgo de contraparte	61
c. Revisiones regulatorias	61
5. Estructuración financiera típica	62
a. Deuda senior y mezzanine	62
b. Garantías y seguros	63
c. Modelos de flujo de caja.....	64
6. Casos de estudio globales.....	65
a. Parques eólicos offshore	65
b. Solar fotovoltaica utility scale	66
c. Biomasa de ciclo combinado	66
Capítulo 5: Direct Procurement for Customers (DPC).....	68
1. Definición y alcance del DPC.....	68
a. Rol de la autoridad contratante	68
b. Relación con los usuarios finales	68
c. Objetivos de eficiencia.....	69
2. Estructura contractual de DPC	69
a. Contrato de construcción	69
b. Contrato de operación a largo plazo	69
c. Mecanismo de pago por disponibilidad.....	69
3. Experiencias en el sector hídrico.....	70
a. Plantas desaladoras	70
b. Redes de alcantarillado urbano.....	70
c. Tratamiento terciario.....	70
4. Adaptación a proyectos energéticos	70
a. Líneas de transmisión dedicadas	70
b. Sistemas de almacenamiento.....	71
c. Hidrógeno verde	71

5. Sinergias con EPC y PPP	71
a. Integración de rendimientos energéticos	71
b. Financiación híbrida	72
c. Flexibilidad contractual	73
6. Ejemplos y resultados prácticos	74
a. KPI operativos	74
b. Reducción de CAPEX	74
c. Satisfacción del cliente	75
PARTE TERCERA	76
Modelos Emergentes e Híbridos de colaboración público privada para infraestructuras: más allá del EPC en energía	76
Capítulo 6: Modelos Híbridos EPC + PPP	76
1. Concepto de hibridación contractual	76
a. Integración de EPC dentro de PPP	76
b. Estructuras de pago combinadas	77
c. Responsabilidad compartida	77
2. Estrategias de financiación mixta	77
a. Deuda verde y bonos sostenibles	77
b. Fondos de infraestructuras	78
c. Participación de desarrollo local	78
3. Gestión integrada de riesgos	78
a. Matriz de riesgos compuesta	78
b. Seguro de rendimientos	78
c. Regímenes de fuerza mayor	79
4. Digitalización y uso de BIM/IoT	79
a. Gemelo digital del proyecto	79
b. Telemetría y mantenimiento predictivo	79
c. Ciberseguridad	79
5. Ejemplos de contratos mixtos	80
a. Campus universitario net zero	80
b. Distrito energético inteligente	81
c. Aeropuerto con micro red	82
6. Retos y recomendaciones	83
a. Coordinación interinstitucional	83
b. Normativas armonizadas	83
c. Transparencia contractual	83
Capítulo 7: Financiación Participativa y Crowdfunding	84
1. Plataformas de financiación comunitaria	84
a. Modelos de equity crowdfunding	84
b. Crowdfunding corporativo	84
c. Licencias y regulación financiera	85
2. Estructuras de inversión ciudadana	85
a. Bonos verdes minoristas	85
b. Participaciones preferentes	85

c. Dividendos energéticos	86
3. Transparencia y gobernanza	86
a. Reportes periódicos	86
b. Gobierno corporativo	86
c. Protección del inversor minorista	86
4. Casos en energías renovables	87
a. Cooperativas solares	87
b. Proyectos eólicos comunitarios	88
c. Mini hidráulicas rurales	88
5. Instrumentos financieros innovadores	89
a. Tokenización de activos	89
b. Certificados de energía renovable	90
c. Financiación basada en resultados	90
6. Participación de stakeholders	90
a. Modelos de cocreación	90
b. Consulta pública digital	90
c. Programas de beneficio local	90
PARTE CUARTA	91
Supuestos Prácticos Internacionales de colaboración público privada para infraestructuras: más allá del EPC en energía	91
Capítulo 8: Proyecto Eólico bajo CfD	91
1. Contexto y objetivos	91
a. Marco regulatorio del país	91
b. Necesidades energéticas	91
c. Plano de emplazamiento	92
2. Estructura contractual y financiera	92
a. Contratos principales	92
b. Fuentes de financiación	92
c. Cronograma de cierre financiero	92
3. Cláusulas clave y pagos	93
a. Precio strike CfD	93
b. Curva de pagos	93
c. Penalidades por incumplimiento	94
4. Gestión de riesgos y garantías	95
a. Riesgo de recurso eólico	95
b. Garantías de construcción	96
c. Cobertura de tipo de cambio	96
5. Resultados operativos y financieros	97
a. Producción real vs estimada	97
b. Flujo de caja anual	98
c. Indicadores de rentabilidad	98
6. Lecciones aprendidas y replicabilidad	99
a. Factores críticos de éxito	99
b. Obstáculos encontrados	99
c. Recomendaciones	99

Capítulo 9: Red de Distribución Eléctrica bajo RAB.....100

1. Marco regulatorio y antecedentes	100
a. Situación del sistema eléctrico	100
b. Objetivos de expansión	100
c. Revisión tarifaria anterior	101
2. Diseño del esquema RAB.....	101
a. Inventario de activos iniciales	101
b. Fórmula de remuneración.....	101
c. Horizonte de inversión.....	101
3. Partes implicadas y roles	102
a. Regulador	102
b. Operador concesionario	102
c. Financiadores privados	102
4. Indicadores de desempeño y calidad	102
a. SAIDI y SAIFI.....	102
b. Metas de pérdidas técnicas.....	103
c. Penalizaciones por incumplimiento.....	103
5. Ajustes y revisiones periódicas	103
a. Mecanismo de inflación	103
b. Auditorías independientes	103
c. Proceso de consulta pública	103
6. Impacto en eficiencia y sostenibilidad	104
a. Modernización de redes	104
b. Integración de renovables.....	104
c. Calidad de servicio al usuario	104

Capítulo 10: Planta Solar con Contrato DPC.....105

1. Descripción y alcance	105
a. Capacidad instalada	105
b. Ubicación geográfica	105
c. Horizonte contractual	106
2. Proceso de adquisición directa	106
a. Licitación y evaluación técnica	106
b. Contratista EPC seleccionado	106
c. Financiación del proyecto.....	107
3. Modalidades de pago y financiación	107
a. Pagos por disponibilidad	107
b. Incentivos por rendimiento.....	107
c. Bonos verdes emitidos.....	108
4. Riesgos de demanda y mitigación	108
a. Variación de irradiancia	108
b. Competencia de mercado	108
c. Cláusulas de revisión.....	108
5. Resultados de rendimiento energético	108
a. PR y CUF reales	108
b. Ahorros para los clientes	109



c. Ingresos del operador	109
6. Transferencia de tecnología y escalabilidad	109
a. Contenido local	109
b. Capacitación laboral	109
c. Réplica en otras regiones.....	109
Capítulo 11: Infraestructura Hídrica con RAB	110
1. Características del sector	110
a. Cobertura de servicio	110
b. Edad de los activos	110
c. Objetivos de calidad	110
2. Regulación y contrato RAB	111
a. Determinación de tarifas	111
b. Índices de eficiencia	111
c. Fondo de estabilización	111
3. Estructura financiera y tarifas.....	112
a. Deuda a largo plazo	112
b. Capital propio del operador	112
c. Ingresos regulados.....	112
4. Monitoreo de volúmenes y calidad.....	112
a. Medición de caudales.....	112
b. Normativas de potabilidad	112
c. Tecnología de sensores.....	113
5. Casos de éxito y desafíos.....	113
a. Mejora en continuidad	113
b. Reducción de pérdidas	113
c. Sostenibilidad ambiental	113
6. Impacto social y medioambiental	113
a. Acceso universal	114
b. Tarifas sociales	114
c. Resiliencia climática	114
PARTE QUINTA	115
Implementación, Monitorización y Renovación de colaboración público privada para infraestructuras: más allá del EPC en energía.....	115
Capítulo 12: Gestión y Monitorización de Contratos PPP.....	115
1. Herramientas digitales	115
a. Sistemas ERP integrados.....	115
b. BIM para operación	115
c. IoT y analítica predictiva	116
2. Definición de KPI e indicadores.....	116
a. Disponibilidad	116
b. Eficiencia energética.....	116
c. Seguridad y salud	116
3. Auditoría y verificación independiente	117
a. Roles del auditor.....	117

b. Frecuencia de inspección	117
c. Informes de cumplimiento	117
4. Resolución de conflictos	117
a. Mecanismos de negociación	117
b. Mediación y arbitraje	117
c. Cláusulas escalonadas.....	118
5. Estrategias de mantenimiento predictivo	118
a. Planes basados en condición	118
b. Herramientas de IA	118
c. Gestión de repuestos.....	118
6. Gestión del ciclo de vida del contrato	118
a. Actualización de tecnologías	118
b. Optimización de CAPEX/OPEX.....	119
c. Reporte de valor público	119
Capítulo 13: Planificación de Expiración y Renovación	120
1. Evaluación previa al vencimiento	120
a. Auditoría del estado de activos	120
b. Valor residual	120
c. Cumplimiento de KPI finales.....	120
2. Estrategias de renegociación	121
a. Extensión de plazo.....	121
b. Modificación de tarifas.....	121
c. Nuevas inversiones	121
3. Transición a nuevos modelos.....	121
a. Reversión al sector público.....	121
b. Re licitación competitiva	122
c. Continuidad operativa	122
4. Gestión de datos históricos	122
a. Sistemas de información	122
b. Conservación documental	122
c. Interoperabilidad	122
5. Participación de stakeholders.....	122
a. Comunicación pública.....	123
b. Consulta a usuarios	123
c. Supervisión legislativa.....	123
6. Aspectos legales y regulatorios.....	123
a. Liquidación de obligaciones.....	123
b. Resolución de litigios pendientes	123
c. Cierre financiero definitivo	123
PARTE SEXTA	124
Checklists y Formularios Prácticos de colaboración público privada para infraestructuras: más allá del EPC en energía	124
Capítulo 14: Guía General y Advertencias de colaboración público privada para infraestructuras: más allá del EPC en energía	124

1. Propósito didáctico de los documentos.....	124
a. Alcance educativo.....	124
b. Limitaciones legales.....	124
c. Necesidad de validación experta	125
2. Estructura de los checklists.....	125
a. Formato y codificación	125
b. Campos obligatorios.....	125
c. Personalización	126
3. Buenas prácticas de utilización	126
a. Verificación cruzada	126
b. Actualización periódica	126
c. Registro de evidencias	126
4. Adaptación a marcos jurídicos	126
a. Legislación nacional	126
b. Normas sectoriales.....	127
c. Estándares internacionales.....	127
5. Gestión de la confidencialidad.....	127
a. Datos sensibles	127
b. Procedimientos de acceso.....	127
c. Protección de la información.....	127
6. Mantenimiento y mejora continua	128
a. Feedback de usuarios	128
b. Revisión anual	128
c. Incorporación de nuevas normativas	128
Capítulo 15: Checklists de Due Diligence y Viabilidad de colaboración público privada para infraestructuras: más allá del EPC en energía	129
1. Análisis de viabilidad técnica	129
a. Requisitos de ingeniería	129
Checklist detallado – Requisitos de ingeniería.....	129
b. Estudios de demanda	130
Checklist detallado – Estudios de demanda	130
c. Evaluación de proveedores.....	131
Checklist detallado – Evaluación de proveedores.....	131
2. Due diligence legal y regulatoria.....	132
a. Licencias y permisos	132
Checklist detallado – Licencias y permisos	132
b. Cumplimiento ambiental.....	133
Checklist detallado – Cumplimiento ambiental	133
c. Contratos existentes	133
Checklist detallado – Contratos existentes.....	134
3. Due diligence financiera	134
a. Proyecciones de flujo de caja	134
Checklist detallado – Proyecciones de flujo de caja	135
b. Fuentes de financiación.....	135
Checklist detallado – Fuentes de financiación	135
c. Sensibilidad de variables clave	136
Checklist detallado – Sensibilidad de variables.....	136

4. Due diligence de mercado	137
a. Competidores y sustitutos	137
Checklist detallado – Competidores y sustitutos	137
b. Elasticidad de la demanda	137
Checklist detallado – Elasticidad de la demanda	138
c. Precios de referencia	138
Checklist detallado – Precios de referencia	138
5. Evaluación de riesgos	139
a. Matriz de probabilidad-impacto	139
Checklist detallado – Matriz de probabilidad-impacto	139
b. Mitigaciones propuestas	140
Checklist detallado – Mitigaciones	140
c. Asignación contractual	141
Checklist detallado – Asignación contractual	141
6. Informe de conclusiones y go/no go	141
a. Síntesis ejecutiva	141
Modelo de síntesis	142
b. Recomendaciones	142
Checklist de recomendaciones	142
c. Plan de seguimiento	142
Plantilla de plan de seguimiento	143
Capítulo 16: Formularios Contractuales Tipo de colaboración público privada para infraestructuras: más allá del EPC en energía	144
1. Formulario de asignación de riesgos	144
A. DESCRIPCIÓN DE RIESGO	144
B. PARTE RESPONSABLE	145
C. MECANISMO DE COMPENSACIÓN	145
D. APROBACIONES Y REVISIONES	146
E. EJEMPLO COMPLETO (Campos rellenados)	146
2. Plantilla de cláusulas RAB.....	147
a. Base de activos inicial	147
b. Tasa de retorno permitida.....	147
c. Revocaciones y ajustadores	148
3. Plantilla de cláusulas CfD.....	149
a. Precio strike	149
b. Liquidación y pagos	149
c. Revisión extraordinaria	150
4. Plantilla de cláusulas DPC.....	151
a. Responsabilidades del operador	151
b. Pagos por disponibilidad	151
c. Penalizaciones y bonos	152
5. Formulario de medición y verificación (M&V)	152
a. Definición de línea base.....	153
b. Métodos de medición	153
c. Periodicidad de reportes	153
6. Acuerdo de confidencialidad (NDA)	154
a. Partes y definiciones.....	154

b. Obligaciones de no divulgación	155
c. Duración y jurisdicción	155

Capítulo 17: Checklists de Auditoría y Seguimiento de colaboración público privada para infraestructuras: más allá del EPC en energía157

1. Auditoría técnica.....	157
a. Inspección de obra	157
b. Cumplimiento de especificaciones	158
c. Ensayos y pruebas.....	158
2. Auditoría financiera	159
a. Conciliación de gastos	159
b. Verificación de pagos	159
c. Control de desviaciones.....	160
3. Auditoría medioambiental	160
a. Emisiones y vertidos	161
b. Cumplimiento de límites	161
c. Planes de mitigación	161
4. Auditoría de salud y seguridad	162
a. Accidentabilidad	162
b. Equipos de protección.....	162
c. Planes de emergencia	163
5. Auditoría de KPIs operativos	163
a. Disponibilidad del activo	163
b. Calidad del servicio.....	164
c. Satisfacción del usuario	164
6. Informe de auditoría	165
a. Hallazgos y no conformidades.....	165
b. Plan de acciones correctivas (PAC).....	165
c. Seguimiento y cierre	166

Capítulo 18: Matrices de Riesgo e Indicadores de Desempeño de colaboración público privada para infraestructuras: más allá del EPC en energía167

1. Matriz de riesgo integrada	167
a. Riesgos técnicos.....	167
b. Riesgos financieros	168
c. Riesgos legales	168
2. Indicadores clave de desempeño (KPI).....	169
a. KPIs financieros.....	170
b. KPIs de servicio	170
c. KPIs de sostenibilidad	170
3. Metodología de valoración.....	171
a. Escalas de prioridad	171
b. Peso relativo.....	172
c. Fórmula de criticidad.....	172
4. Herramientas de visualización	173
a. Mapas de calor	173
b. Dashboards interactivos	174

c. Informes gráficos	175
5. Revisión y actualización periódica	175
a. Triggers de revisión	176
b. Auditorías externas	176
c. Aprobación de cambios	177
6. Integración en la gestión del contrato.....	177
a. Comité de riesgos	177
b. Reporting a inversores	178
c. Decisiones estratégicas.....	178
PARTE SÉPTIMA	180
Práctica de modelos de colaboración público-privada para infraestructuras: más allá del EPC en energía.....	180
Capítulo 19. Casos prácticos de modelos de colaboración público-privada para infraestructuras: más allá del EPC en energía.	180
Caso práctico 1. "MODELOS DE COLABORACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA INFRAESTRUCTURAS: MÁS ALLÁ DEL EPC EN ENERGÍA." Actualización de alumbrado público mediante concesión de servicios y financiación compartida	180
Causa del Problema	180
Soluciones Propuestas.....	181
1. Concesión de servicios integrales (15 años)	181
2. Financiación mixta: emisión de bonos verdes y participación ciudadana	181
3. Pago por ahorros certificados (EPC+PPP híbrido)	181
4. Plataforma IoT y mantenimiento predictivo	182
5. Gobernanza y comité de seguimiento público-privado	182
Consecuencias Previstas.....	182
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	183
Lecciones Aprendidas	183
Caso práctico 2. "MODELOS DE COLABORACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA INFRAESTRUCTURAS: MÁS ALLÁ DEL EPC EN ENERGÍA." Rehabilitación y optimización de red de calor urbana mediante concesión de explotación y retorno por rendimiento	185
Causa del Problema	185
Soluciones Propuestas.....	185
1. Licitación de concesión de explotación (20 años).....	185
2. Financiación mediante préstamos verdes a largo plazo	185
3. Contrato de rendimiento energético compartido (EPC híbrido).....	186
4. Servicio de gestión remota y mantenimiento predictivo.....	186
5. Mecanismo de participación de usuarios y tarifa social	186
Consecuencias Previstas.....	187
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	187
Lecciones Aprendidas	187
Caso práctico 3. "MODELOS DE COLABORACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA INFRAESTRUCTURAS: MÁS ALLÁ DEL EPC EN ENERGÍA." Modernización de una planta de cogeneración industrial mediante colaboración público-privada	189
Causa del Problema	189
Soluciones Propuestas.....	189
1. Contrato PPP integral de diseño-construcción-financiación-operación (DBFOM).....	189
2. Leasing operativo de activos con opción de compra	189

3. Contrato por Diferencia (CfD) para venta de excedentes eléctricos	190
4. Implementación de sistema de control avanzado y optimización de carga (DCS + IoT).....	190
5. Esquema de revenue sharing con usuarios industriales	190
Consecuencias Previstas.....	191
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	191
Lecciones Aprendidas.....	191

Caso práctico 4. "MODELOS DE COLABORACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA INFRAESTRUCTURAS: MÁS ALLÁ DEL EPC EN ENERGÍA." Implementación de una microred rural de energía renovable con participación comunitaria

Causa del Problema	193
Soluciones Propuestas.....	193
1. Concesión mixta para diseño, construcción y operación (DBFO)	193
2. Cofinanciación de la comunidad mediante cooperativa energética	193
3. Mecanismo de pago por disponibilidad y calidad de servicio.....	194
4. Integración de almacenamiento energético y optimización con IA.....	194
5. Pacto de reparto de excedentes y servicios auxiliares.....	194
Consecuencias Previstas.....	195
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	195
Lecciones Aprendidas.....	196

Caso práctico 5. "MODELOS DE COLABORACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA INFRAESTRUCTURAS: MÁS ALLÁ DEL EPC EN ENERGÍA." Implementación de estación de recarga de hidrógeno verde para flota de autobuses interurbanos

Causa del Problema	197
Soluciones Propuestas.....	197
1. Contrato DPC (Direct Procurement for Customers) con pago por disponibilidad	197
2. Esquema de Contracts for Difference (CfD) para fijar precio de venta de H ₂	197
3. Financiación con emisión de "social bonds" verdes	198
4. Integración de energías renovables in situ con gestión híbrida de red	198
5. Comité de gobernanza público-privado y cláusulas de transición tecnológica	198
Consecuencias Previstas.....	199
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	199
Lecciones Aprendidas.....	200

Caso práctico 6. "MODELOS DE COLABORACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA INFRAESTRUCTURAS: MÁS ALLÁ DEL EPC EN ENERGÍA." Desarrollo de un parque eólico marino con contrato for difference.....

Causa del Problema	201
Soluciones Propuestas.....	201
1. Contrato for Difference (CfD) a 15 años con strike price garantizado	201
2. Estructura de financiación mixta (deuda senior, mezzanine y capital).....	201
3. Joint-venture público-privada con rollover de participaciones	202
4. EPC y O&M con cláusulas de desempeño y bonos de retraso	202
5. Plataforma digital de monitorización y mantenimiento predictivo	202
Consecuencias Previstas.....	203
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	203
Lecciones Aprendidas.....	204

Caso práctico 7. "MODELOS DE COLABORACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA INFRAESTRUCTURAS: MÁS ALLÁ DEL EPC EN ENERGÍA." Modernización de red de distribución eléctrica rural mediante modelo Regulated Asset Base (RAB) con participación privada

Causa del Problema	205
Soluciones Propuestas.....	205
1. Establecimiento de Base de Activos Reconocida (RAB)	205

2. Diseño de tasa regulada de retorno y mecanismo de indexación	205
3. Concurso público para asignación de concesión RAB	206
4. Estructura financiera híbrida con bonos verdes y deuda amortizable	206
5. Implementación de red inteligente y medición avanzada (AMI)	206
Consecuencias Previstas	207
Resultados de las Medidas Adoptadas	207
Lecciones Aprendidas	208
Caso práctico 8. "MODELOS DE COLABORACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA INFRAESTRUCTURAS: MÁS ALLÁ DEL EPC EN ENERGÍA." Desarrollo de un parque eólico offshore bajo CfD en país insular ficticio	209
Causa del Problema	209
Soluciones Propuestas	209
1. Contrato for Difference (CfD) a 20 años	209
2. SPV público-privado con rollover de equity	209
3. Financiación mixta: deuda senior, mezzanine y bonos verdes	210
4. Contrato EPC y O&M con cláusulas de desempeño	210
5. Plataforma de telemetría offshore y mantenimiento predictivo	210
Consecuencias Previstas	210
Resultados de las Medidas Adoptadas	211
Lecciones Aprendidas	211
Caso práctico 9. "MODELOS DE COLABORACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA INFRAESTRUCTURAS: MÁS ALLÁ DEL EPC EN ENERGÍA." Desarrollo de planta solar fotovoltaica utility-scale mediante Direct Procurement for Customers (DPC)	213
Causa del Problema	213
Soluciones Propuestas	213
1. Contrato DPC con pago por disponibilidad y precio fijo de energía	213
2. Financiación con bonos verdes y deuda subordinada	213
3. Integración de un PPA corporativo paralelo	214
4. EPC con cláusulas de desempeño y O&M integrado	214
5. Plataforma de monitorización avanzada y control con IA	214
Consecuencias Previstas	215
Resultados de las Medidas Adoptadas	215
Lecciones Aprendidas	216
Caso práctico 10. "MODELOS DE COLABORACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA INFRAESTRUCTURAS: MÁS ALLÁ DEL EPC EN ENERGÍA." Modernización de red de abastecimiento y saneamiento mediante modelo RAB	217
Causa del Problema	217
Soluciones Propuestas	217
1. Definición de RAB y mecanismo tarifario garantizado	217
2. Concurso público para concesión de explotación (30 años)	217
3. Emisión de bonos verdes para cofinanciación de CAPEX	218
4. Proyecto de eficiencia energética en EDAR y telemetría de red	218
5. Comité de seguimiento público-privado y participación ciudadana	218
Consecuencias Previstas	219
Resultados de las Medidas Adoptadas	219
Lecciones Aprendidas	220
Caso práctico 11. "MODELOS DE COLABORACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA INFRAESTRUCTURAS: MÁS ALLÁ DEL EPC EN ENERGÍA." Rehabilitación de acueducto y estación de bombeo con modelo RAB	221
Causa del Problema	221

Soluciones Propuestas.....	221
1. Definición de RAB y tasa regulada de retorno	221
2. Concesión de explotación y nuevas inversiones (30 años)	221
3. Emisión de bonos verdes para cofinanciación	222
4. Modernización de la estación de bombeo con eficiencia energética	222
5. Plataforma SCADA e IoT para gestión de red	222
Consecuencias Previstas.....	223
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	223
Lecciones Aprendidas.....	224

Caso práctico 12. "MODELOS DE COLABORACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA INFRAESTRUCTURAS: MÁS ALLÁ DEL EPC EN ENERGÍA." Gestión y monitorización integral de un contrato PPP para red de calor distrital híbrida

Causa del Problema.....	225
Soluciones Propuestas.....	225
1. Implantación de plataforma BIM-ERP integrada con SCADA/IoT	225
2. Definición de cuadro de mando de KPI y cuadro de mando integral (Balanced Scorecard).....	225
3. Auditorías independientes y verificación de datos automatizada.....	226
4. Contrato de mantenimiento predictivo y pacto de incentivos por mejora continua	226
5. Comité de gobernanza y mejora continua público-privado.....	226
Consecuencias Previstas.....	227
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	227
Lecciones Aprendidas.....	228

Caso práctico 13. "MODELOS DE COLABORACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA INFRAESTRUCTURAS: MÁS ALLÁ DEL EPC EN ENERGÍA." Planificación y ejecución de renovación de concesión de planta solar tras vencimiento de 20 años

Causa del Problema.....	229
Soluciones Propuestas.....	229
1. Auditoría integral previa al vencimiento.....	229
2. Estrategia de renegociación de cláusulas contractuales.....	229
3. Proceso de re licitación competitiva	230
4. Plan de transición operativa y transferencia de conocimientos	230
5. Establecimiento de cláusulas de renovación tecnológica y de valor residual.....	231
Consecuencias Previstas.....	231
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	232
Lecciones Aprendidas.....	232

Caso práctico 14. "MODELOS DE COLABORACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA INFRAESTRUCTURAS: MÁS ALLÁ DEL EPC EN ENERGÍA." Implementación de un distrito energético inteligente con modelo híbrido EPC+PPP

Causa del Problema.....	233
Soluciones Propuestas.....	233
1. Contrato híbrido DBFOM + EPC 2.0 (20 años).....	233
2. Financiación mixta con bonos verdes, deuda subordinada y crowdfunding ciudadano	233
3. Integración de pago por rendimiento y RAB híbrido para infraestructura de red de calor/frío	234
4. Plataforma digital integrada de gestión energética y movilidad (EMS+MaaS).....	234
5. Gobernanza colaborativa y cláusulas de innovación continua	234
Consecuencias Previstas.....	235
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	235
Lecciones Aprendidas.....	235

Caso práctico 15. "MODELOS DE COLABORACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA INFRAESTRUCTURAS: MÁS ALLÁ DEL EPC EN ENERGÍA." Evaluación de viabilidad y Due Diligence de proyecto solar–

almacenamiento distribuido con financiación participativo	237
Causa del Problema	237
Soluciones Propuestas.....	237
1. Due Diligence Técnica	237
2. Due Diligence Legal y Regulatoria	237
3. Due Diligence Financiera	238
4. Due Diligence de Mercado y Socio-ambiental	238
5. Due Diligence de Riesgos y Gobernanza	238
Consecuencias Previstas.....	239
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	239
Lecciones Aprendidas	239

Caso práctico 16. "MODELOS DE COLABORACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA INFRAESTRUCTURAS: MÁS ALLÁ DEL EPC EN ENERGÍA." Diseño de formulario tipo de asignación de riesgos para interconexión HVDC transfronteriza

241

Causa del Problema	241
Soluciones Propuestas.....	241
1. Desarrollo de formulario contractual tipo de asignación de riesgos	241
2. Inclusión de cláusulas de "change in law" y "regulatory carve-out"	241
3. Mecanismos de cobertura de tipo de cambio y de precio de materiales	242
4. Seguro "all risks" y garantía de cumplimiento transfronterizo	242
5. Comité técnico-jurídico de seguimiento y resolución de disputas	242
Consecuencias Previstas.....	243
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	243
Lecciones Aprendidas	243

Caso práctico 17. "MODELOS DE COLABORACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA INFRAESTRUCTURAS: MÁS ALLÁ DEL EPC EN ENERGÍA." Implementación de checklists de auditoría y seguimiento en concesión de planta de biomasa de 50 MW

245

Causa del Problema	245
Soluciones Propuestas.....	245
1. Checklist técnico de obra y puesta en marcha.....	245
2. Checklist financiero de control de hitos y pagos.....	245
3. Checklist medioambiental.....	246
4. Checklist de salud y seguridad	246
5. Checklist de KPIs operativos	246
Consecuencias Previstas.....	246
Lecciones Aprendidas	247

Caso práctico 18. "MODELOS DE COLABORACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA INFRAESTRUCTURAS: MÁS ALLÁ DEL EPC EN ENERGÍA." Diseño e implementación de matriz de riesgos e indicadores de desempeño en concesión de red de frío industrial

249

Causa del Problema	249
Soluciones Propuestas.....	249
1. Elaboración de Matriz Integrada de Riesgos.....	249
2. Selección y definición de Indicadores Clave de Desempeño (KPI).....	249
3. Implementación de plataforma de monitorización y reporting	250
4. Protocolo de revisión y actualización periódica.....	250
5. Vinculación contractual de riesgos e indicadores.....	250
Consecuencias Previstas.....	251
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	251
Lecciones Aprendidas	251

Caso práctico 19. "MODELOS DE COLABORACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA INFRAESTRUCTURAS:



MÁS ALLÁ DEL EPC EN ENERGÍA." Diseño de plantilla de cláusulas RAB para concesión de red de transporte eléctrico253

Causa del Problema	253
Soluciones Propuestas.....	253
1. Plantilla de definición y auditoría de RAB inicial	253
2. Cláusula de tasa de retorno regulada y revisión periódica	253
3. Fórmula tarifaria vinculada a RAB y ajustes automáticos	254
4. Mecanismo de "claw-back" y compartición de eficiencias	254
5. Provisión de inversiones adicionales y ampliaciones.....	254
Consecuencias Previstas.....	254
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	255
Lecciones Aprendidas	255

Caso práctico 20. "MODELOS DE COLABERACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA INFRAESTRUCTURAS: MÁS ALLÁ DEL EPC EN ENERGÍA." Diseño de plantilla de cláusulas CfD para proyecto solar

fotovoltaico utility-scale256

Causa del Problema	256
Soluciones Propuestas.....	256
1. Cláusula de definición de "strike price" y precio de referencia	256
2. Cláusula de liquidación financiera y calendario de pagos.....	256
3. Cláusulas de garantías de contraparte y provisión de colaterales.....	257
4. Cláusula de "force majeure" y eventos extraordinarios	257
5. Cláusula de revisión y terminación anticipada.....	257
Consecuencias Previstas.....	257
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	258
Lecciones Aprendidas	258

Caso práctico 21. "MODELOS DE COLABORACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA INFRAESTRUCTURAS: MÁS ALLÁ DEL EPC EN ENERGÍA." Diseño de plantilla de cláusulas DPC para planta termosolar con almacenamiento.....259

Causa del Problema	259
Soluciones Propuestas.....	259
1. Cláusula de definición de "pago por disponibilidad"	259
2. Cláusula de precio fijo de energía entregada.....	260
3. Garantías de contraparte y colaterales DPC	260
4. Cláusula de penalizaciones y bonos de desempeño	260
5. Cláusula de transición tecnológica y fuerza mayor	260
Consecuencias Previstas.....	261
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	261
Lecciones Aprendidas	261

Caso práctico 22. "MODELOS DE COLABORACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA INFRAESTRUCTURAS: MÁS ALLÁ DEL EPC EN ENERGÍA." Plantilla de formulario de medición y verificación (M&V) para contratos híbridos EPC+PPP263

Causa del Problema	263
Soluciones Propuestas.....	263
1. Formulario de Línea Base y Contexto Projectual	263
2. Formulario de Métodos de Medición y Tecnología Utilizada	263
3. Formulario de Cálculo de Ahorros y Ajustes	264
4. Protocolo de Verificación Independiente y Firma Digital	264
5. Calendario y Plan de Pagos Basados en Resultados.....	264
Consecuencias Previstas.....	265
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	265

Lecciones Aprendidas	265
Caso práctico 23. "MODELOS DE COLABORACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA INFRAESTRUCTURAS: MÁS ALLÁ DEL EPC EN ENERGÍA." Supervisión de auditoría independiente en concesión de planta desaladora con PPP y EPC híbrido	267
Causa del Problema	267
Soluciones Propuestas.....	267
1. Diseño de checklist de auditoría técnica de obra y puesta en marcha	267
2. Checklist financiero de hitos de pago y verificación de facturación	267
3. Checklist medioambiental y de calidad de agua	268
4. Checklist de auditoría de consumo energético y eficiencia	268
5. Checklist de auditoría de salud y seguridad	268
Consecuencias Previstas.....	269
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	269
Lecciones Aprendidas.....	269
Caso práctico 24. "MODELOS DE COLABORACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA INFRAESTRUCTURAS: MÁS ALLÁ DEL EPC EN ENERGÍA." Desarrollo de acuerdo de confidencialidad (NDA) y protocolo de intercambio de datos en proyecto de red inteligente	271
Causa del Problema	271
Soluciones Propuestas.....	271
1. Plantilla de Acuerdo de Confidencialidad (NDA) multidimensional.....	271
2. Protocolo de intercambio y formatos de datos estandarizados	271
3. Procedimiento de gobernanza de datos y comité de datos	272
4. Cláusula de penalizaciones y remediaciones	272
5. Protocolo de desconexión y fin de colaboración	272
Consecuencias Previstas.....	273
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	273
Lecciones Aprendidas.....	273
Caso práctico 25. "MODELOS DE COLABORACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA INFRAESTRUCTURAS: MÁS ALLÁ DEL EPC EN ENERGÍA." Planificación del fin de concesión y transferencia de activos en red de distribución eléctrica bajo RAB	275
Causa del Problema	275
Soluciones Propuestas.....	275
1. Auditoría integral previa al vencimiento.....	275
2. Clausulado de entrega y aceptación de activos	275
3. Protocolo de transferencia de documentación y datos	276
4. Periodo de garantía post-concesión y soporte técnico.....	276
5. Plan financiero de cierre y liberación de garantías	276
Consecuencias Previstas.....	277
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	277
Lecciones Aprendidas.....	278

¿QUÉ APRENDERÁ?



- Comprender el espectro de modelos de colaboración público-privada (PPP/P3) más allá del tradicional EPC en el sector energético.
- Identificar y comparar las principales tipologías contractuales (DBF, BOO, RAB, CfD, DPC...) y su ámbito de aplicación.
- Asignar y mitigar riesgos de forma óptima en proyectos infraestructurales: técnicas de transferencia, seguros, garantías y matrix de riesgos.
- Diseñar estructuras financieras híbridas incorporando deuda senior, mezzanine, green bonds, crowdlending y financiación participativa.
- Aplicar enfoques regulatorios como Regulated Asset Base (RAB) o Contracts for Difference (CfD) para mejorar la bancabilidad y la predictibilidad de flujos.
- Integrar innovación y sostenibilidad: digitalización (BIM, IoT, gemelos digitales), ESG, energía renovable distribuida y contratos de rendimiento (EPC).
- Analizar casos reales y extraer lecciones de proyectos en agua, transportes, redes eléctricas, plantas solares, eólicos offshore, microredes...
- Elaborar checklists y formularios prácticos para due diligence, auditorías, medición-verificación y renovación de contratos PPP.
- Gestionar el ciclo de vida completo de un PPP: planificación, control de KPI, renegociación, expiración y transición.

Introducción.



Impulsa el Futuro Energético: Modelos de Colaboración Público-Privada Más Allá del EPC

En un momento clave para la transición energética y la modernización de infraestructuras, los modelos tradicionales de ingeniería, suministro y construcción (EPC) ya no bastan. La colaboración público-privada (PPP) emerge como la fórmula estratégica para compartir riesgos, atraer financiación y garantizar la operación eficiente de activos críticos. Esta guía práctica te muestra cómo adoptar estructuras innovadoras que elevan la bancabilidad y la sostenibilidad de tus proyectos en el sector energético.

Descubre desde los fundamentos y tipologías de PPP (DBFOM, BOOT, RAB, CfD, DPC) hasta las fórmulas híbridas que combinan EPC con contratos de rendimiento y financiamiento mixto. Analiza casos reales de parques eólicos offshore, redes eléctricas reguladas y plantas solares DPC. Aprende a asignar riesgos, diseñar tarifas en un modelo RAB y estructurar contratos CfD; y explora cómo integrar ESG, digitalización y financiación participativa.

Beneficios para el Profesional

- Eficiencia financiera: maximiza la bancabilidad y minimiza los costes del ciclo de vida.
- Gestión avanzada de riesgos: asigna y mitiga riesgos clave a través de cláusulas y seguros especializados.
- Acceso a nuevas fuentes de capital: aprovecha bonos verdes, crowdlending y equity crowdfunding.
- Innovación y sostenibilidad: integra métricas ESG y herramientas digitales (BIM, gemelos digitales, IoT) para un impacto real.

Llamada a la Acción

No dejes que tu proyecto se quede anclado en viejos esquemas. Invierte en esta guía práctica y aprende a diseñar colaboraciones público-privadas que garanticen



éxito técnico, financiero y social. La rentabilidad y la resiliencia de tus infraestructuras energéticas comienzan aquí.



El cambio hacia modelos colaborativos es imparable. Conviértete en referente de la ingeniería energética del mañana, lidera alianzas sólidas y construye infraestructuras que transformen el mundo.

