



CURSO/GUÍA PRÁCTICA

BIM 5D

COSTE, PLAZO Y CAJA EN OBRA

DE LAS MEDICIONES AL EARNED VALUE Y LA

FACTURACIÓN POR HITOS (ISO 19650 + CDE)



Índice

¿QUÉ APRENDERÁ?.....	25
Introducción.	26
PARTE PRIMERA.	28
Fundamentos para integrar coste, plazo y caja desde 3D/4D/5D	28
Capítulo 1: Principios de BIM 3D/4D/5D aplicados a coste, plazo y caja	28
1. Objetivos y alcance de BIM 5D en constructoras	28
a. Qué resuelve: previsibilidad de coste, plazo y caja	28
b. Casos de uso prioritarios en obra	29
c. Indicadores de éxito inicial y madurez.....	30
2. Del modelo 3D al control 5D	30
a. Vinculación de partidas y elementos constructivos	30
b. Unidades de medida y reglas de medición.....	31
c. Trazabilidad del cambio (as-planned vs as-built).....	31
3. Vínculos entre 4D (tiempo) y 5D (coste)	31
a. WBS/OBS y paquetes de trabajo	31
b. Recursos, rendimientos y duraciones	32
c. Curvas de producción y líneas de balance	32
4. Cost breakdown structure (CBS) y codificación.....	32
a. Estructuras de costes y centros de coste	32
b. Codificación estandarizada y clasificación.....	32
c. Mapeo con ERP y presupuestos.....	33
5. Datos maestros para 5D	33
a. Catálogos, familias y librerías	33
b. Propiedades obligatorias y atributos de coste	33
c. Versionado y control de calidad	33
6. Beneficios y límites del 5D.....	34
a. Qué esperar y qué no del 5D	34
b. Dependencias organizativas y de datos	34
c. Riesgos de implementación y mitigaciones	34
Capítulo 2: ISO 19650 y CDE orientados a costes, producción y facturación por hitos.....	36
1. Roles, responsabilidades y flujos bajo ISO 19650.....	36
a. EIR/AIR y requisitos de información económica	36
b. BEP y planes de ejecución con foco 5D	37
c. MIDP/TIDP entregables y calendarios	37
2. CDE para 5D estructura y permisos	37
a. Carpetas, estados y estatus de revisión	37
b. Auditoría, sellos de aprobación y trazabilidad	38
c. Seguridad y segregación de datos sensibles.....	38
3. Especificación de intercambio (IDS) y validación	38
a. Reglas de datos para costes y mediciones	38

b. Chequeos automáticos y validadores 5D	39
c. Gestión de incidencias y no conformidades	39
4. Versionado y baseline económico.....	39
a. Congelación de modelos y presupuestos	39
b. Control de cambios y VO	39
c. Registro comparado A, B, C.....	40
5. Integración normativa y estándares.....	40
a. UNE-EN ISO 19650 en España	40
b. buildingSMART, IFC y BC3	40
c. Clasificaciones GuBIMClass UniClass OmniClass	40
6. KPIs de gobierno del dato para 5D.....	41
a. Completitud y consistencia	41
b. Freshness y sincronización	41
c. Tasa de retrabajo y lead time de aprobación	41
PARTE SEGUNDA.....	42
Modelado de costes y mediciones desde el modelo.....	42
Capítulo 3: Mediciones 5D: del modelo IFC/Native a partidas y precios.....	42
1. Reglas de medición y unidades	42
a. Longitud, superficie, volumen, recuento.....	42
b. Tolerancias y redondeos	43
c. Casuística huecos, solapes, acabados.....	43
2. Extracción y limpieza de cantidades.....	44
a. Filtros, vistas y conjuntos de propiedades	44
b. Detección de outliers y vacíos de datos	44
c. Auditoría de mediciones vs realidad.....	45
3. BC3, bases de precios y descomposición	45
a. Estructura de partidas y descomposición.....	45
b. Costes directos e indirectos	46
c. Enlaces a bases públicas privadas.....	46
4. Precios unitarios y análisis de precios	47
a. Materiales, mano de obra y equipos	47
b. Rendimientos y productividades.....	47
c. Costes auxiliares y generales de obra	47
5. Presupuesto objetivo y reservas	48
a. Contingencias técnicas y de plazo	48
b. Riesgos conocidos desconocidos.....	48
c. Asignación por paquetes y contratos	49
6. Control de versiones de mediciones	49
a. Comparativos diff y reconciliación	49
b. Bitácora de cambios justificados	49
c. Aprobaciones y firma digital	50
Capítulo 4: Presupuesto 5D, estructura CBS y alineación con ERP/contabilidad.....	51
1. Estructura CBS y centros de coste	51
a. Jerarquía por capítulos y subcapítulos	51



b. Relación con WBS/OBS/RBS	52
c. Matriz de mapeo 3D–CBS	52
2. Plan de cuentas y ERP	53
a. Integración con contabilidad/ERP	53
b. Captura de costes reales AC	53
c. Conciliación financiera y técnica	54
3. Curvas de gasto y calendario de desembolsos	54
a. S-curves de coste planificado	54
b. Desembolso por mes hito	55
c. Integración con cash-flow	55
4. Índices de precios y escalación	55
a. Revisión de precios índices	55
b. Fórmulas de revisión y triggers	56
c. Cláusulas contractuales asociadas	56
5. Control de indirectos y overheads	57
a. Costes generales de obra y sede	57
b. Reglas de imputación	57
c. Seguimiento y optimización	57
6. Reporting económico 5D	58
a. Dashboards y vistas ejecutivas	58
b. Alertas tempranas y umbrales	58
c. Cierres periódicos y lecciones aprendidas	58
PARTE TERCERA.	60
Planificación 4D y control de producción	60
Capítulo 5: Planificación 4D conectada al 5D (tiempos, recursos y rendimientos)	60
1. Modelo de planificación (P6/MSP/Synchro)	60
a. Estructura de actividades y lógica	60
b. Calendarios y restricciones	61
c. Vinculación a elementos del modelo	61
2. Métodos de producción	62
a. Takt Planning y líneas de balance	62
b. Last Planner System	62
c. Simulación de rutas críticas	62
3. Recursos y capacidades	63
a. Mano de obra y equipos	63
b. Curvas de recursos y nivelación	63
c. Bottlenecks y restricciones físicas	64
4. 4D para constructibilidad y secuencias	64
a. Interferencias temporales y espaciales	64
b. Ventanas ambientales y permisos	65
c. Logística y laydown areas	65
5. Integración 4D–5D	65
a. Coste por actividad y paquete	65
b. Coste-tiempo y trade-offs	66
c. Optimización multicriterio	66

6. Replanificaciones y baseline de plazo	67
a. Baselines y snapshots	67
b. What-if y escenarios	67
c. Gestión de desvíos	67

Capítulo 6: Control de producción en obra (medición ejecutada, partes y certificación) 69

1. Partes diarios/semanales	69
a. Avance físico y horas	69
b. Incidencias y retrabajos	70
c. Fotos georreferenciadas y evidencias	70
2. Medición ejecutada y validación.....	71
a. Métodos de prueba y aceptación	71
b. Tolerancias de obra	71
c. Digitalización de actas	72
3. Certificación de producción	72
a. Criterios y periodicidad.....	72
b. Aprobaciones internas/cliente	72
c. Integración con facturación	73
4. Productividad y rendimientos	73
a. KPIs de frente de obra	73
b. Variaciones vs plan	74
c. Acciones correctivas	74
5. No conformidades y retrabajo	74
a. Registro y clasificación.....	74
b. Coste del retrabajo	75
c. Cierre y verificación	75
6. Visualización y BI de producción.....	76
a. Paneles por cuadrilla/paquete	76
b. Alertas SPI/CPI tempranas.....	76
c. Informes ejecutivos	76

PARTE CUARTA. 78

Earned Value (EVM) y análisis de desempeño.....	78
--	-----------

Capítulo 7: Earned Value aplicado a obra (SPI, CPI, EAC, ETC, VAC) 78

1. Conceptos y fórmulas clave	78
a. PV, EV, AC	78
b. SPI, CPI	79
c. EAC, ETC, VAC	79
2. Configuración EVM con 4D/5D	80
a. Medición del EV por actividad.....	80
b. Captura del AC en ERP.....	80
c. Calendario de PV y baseline.....	81
3. Curvas S y pronósticos.....	81
a. Interpretación de S-curve	81
b. Tendencias y proyecciones.....	81
c. Señales de alerta y umbrales	82

4. Niveles de control y agregación	82
a. Paquete, disciplina, proyecto	82
b. Dashboards por rol jefe, PM, dirección	82
c. Drill-down y root-cause	83
5. Integración con riesgos	83
a. Reservas de gestión/contingencias	83
b. Monte Carlo sobre EAC	84
c. Escenarios de mitigación	84
6. Gobierno del EVM.....	84
a. Rituales y cadencia de revisión	84
b. Roles y responsabilidades	85
c. Auditorías internas/externas	85
Capítulo 8: Control de cambios, VO y claims: impacto en coste, plazo y caja	86
1. Proceso de VO y control de cambios	86
a. Identificación y registro	86
b. Valorización y aprobación	87
c. Trazabilidad en CDE	87
2. Claims y extensiones de plazo	88
a. Causas típicas y evidencias	88
b. Métodos de análisis de demoras.....	88
c. Estrategia de resolución	89
3. Repercusiones económicas.....	89
a. Revisión de EAC/ETC.....	89
b. Ajuste de cash-flow	89
c. Renegociación de hitos	90
4. Contratos y cláusulas relevantes.....	90
a. NEC/FIDIC/IPD	90
b. Bonos/penalizaciones.....	90
c. Límites de responsabilidad	91
5. Prevención y gestión temprana	91
a. Alertas de riesgo y gating	91
b. Reuniones de coordinación	91
c. Lecciones aprendidas.....	92
6. Reporting de cambios y claims	92
a. Panel de VO/claims.....	92
b. KPIs de litigiosidad.....	92
c. Cierre y archivo	93
PARTE QUINTA.	94
Facturación por hitos y cash-flow	94
Capítulo 9: Estructura de hitos, certificaciones y facturación.....	94
1. Diseño de hitos contractuales.....	94
a. Criterios técnicos y de aceptación	94
b. Hitos de producción vs administrativos	95
c. Alineación con 4D/5D	95



2. Certificación y evidencias	96
a. Documentación soporte	96
b. Firmas y aprobaciones.....	96
c. Integración con e-factura	96
3. Facturación por hitos y parcialidades.....	97
a. Cálculo de importes.....	97
b. Anticipos y acopios.....	97
c. Retenciones	98
4. Disputas y rechazos de factura	98
a. Causas y prevención	98
b. Circuito de corrección	98
c. Impacto en caja.....	99
5. Calendarización de cobros.....	99
a. Plazos de pago y morosidad	99
b. Intereses y cláusulas.....	99
c. Seguimiento de cuentas a cobrar	100
6. KPIs de facturación y cobro	100
a. DSO y ratios de cobro	100
b. Eficiencia de certificación	100
c. Alarmas de riesgo de liquidez	101
Capítulo 10: Cash-flow de obra y previsión de caja	102
1. Plan de caja ligado a 4D/5D.....	102
a. Entradas: certificaciones/cobros	102
b. Salidas: compras/pagos.....	102
c. Calendarios y desajustes.....	103
2. Escenarios y sensibilidad	103
a. Retrasos de cobro.....	103
b. Aumentos de coste.....	104
c. Shock de suministros	104
3. Financiación y costes financieros	104
a. Pólizas y confirming	104
b. Avaluos y garantías.....	105
c. Tipo de interés y coste de capital	105
4. LCC/TCO y OPEX post-obra	105
a. Impacto en decisiones de diseño	105
b. Transferencia a operación	106
c. Métricas de ciclo de vida	106
5. Gestión de tesorería en obra	106
a. Prioridades de pago.....	106
b. Negociación con proveedores	106
c. Cash war room.....	107
6. Reporting de liquidez	107
a. Semanas de caja	107
b. Desviaciones vs plan.....	107
c. Acciones correctivas	108

PARTE SEXTA.	109
CDE, integraciones y calidad del dato económico	109
Capítulo 11: Integración CDE–ERP–Planificación–5D y BI	109
1. Arquitectura de integración	109
a. Flujos y APIs	109
b. Sincronización y latencia	110
c. Logs y auditoría	110
2. Master data y catálogos	111
a. Materiales y recursos	111
b. Partidas y códigos	111
c. Versionado y gobierno	111
3. Integración con planificación 4D	112
a. Mapping actividad–paquete–coste	112
b. Import/export P6/MSP/IFC	112
c. Validación cruzada	112
4. Integración financiera	113
a. Pedidos y recepciones	113
b. AC por centro de coste	113
c. Conciliación con EV	113
5. BI y analítica	114
a. KPIs y cuadros de mando	114
b. Alertas predictivas	114
c. Self-service vs gobernado	114
6. Pruebas y puesta en producción	115
a. Entornos y despliegues	115
b. UAT y criterios de aceptación	115
c. Métricas de éxito	115
Capítulo 12: Calidad, seguridad y compliance del dato 5D	116
1. Reglas de calidad de datos	116
a. Completitud/consistencia	116
b. Duplicados y outliers	117
c. Controles automáticos	117
2. Seguridad y permisos	118
a. Segregación de funciones	118
b. Datos sensibles (precios/ofertas)	118
c. Gestión de accesos	118
3. Continuidad y backups	119
a. RPO/RTO	119
b. Planes de contingencia	119
c. Ensayos de recuperación	120
4. Cumplimiento y auditoría	120
a. Trazabilidad en CDE	120
b. Evidencias para auditorías	120
c. Retención documental	121

5. Contratos y propiedad del dato	121
a. Cláusulas de acceso/uso	121
b. Reversibilidad y portabilidad	121
c. Confidencialidad	122
6. Ética y transparencia	122
a. Decisiones basadas en datos	122
b. Explicabilidad de KPIs	122
c. Reportes a inversor/cliente	123
PARTE SÉPTIMA.	124
Contratación, modelos de entrega y riesgos	124
Capítulo 13: Requisitos de información (EIR/AIR) y anexos económicos al BEP	124
1. Definición de necesidades	124
a. Casos de uso 5D	124
b. Hitos e indicadores	125
c. Niveles de información	125
2. Anexos económicos del BEP	125
a. Reglas de medición	125
b. CBS y codificación	126
c. Calendarios y reporting	126
3. Matriz de responsabilidades.....	127
a. Roles internos/externos	127
b. Gate reviews.....	127
c. Aprobaciones	127
4. Criterios de aceptación.....	128
a. Validación de modelos	128
b. Pruebas de integración.....	128
c. Checklist de cierre.....	128
5. Incentivos y penalizaciones	129
a. KPIs de coste/plazo/caja	129
b. Bonus por desempeño	129
c. Mecanismos de ajuste	129
6. Gestión del cambio contractual	130
a. VO y claims	130
b. Revisión de precios.....	130
c. Disputas	130
Capítulo 14: Riesgos y análisis de incertidumbre en coste, plazo y caja	131
1. Registro y taxonomía de riesgos	131
a. Técnicos, comerciales, legales	131
b. Probabilidad/impacto.....	132
c. Dueños de riesgo	132
2. Cuantificación y reservas.....	132
a. Determinística vs probabilística	132
b. Monte Carlo.....	133
c. Asignación de reservas	133

3. Triggers y monitoreo	134
a. Indicadores tempranos	134
b. Alertas automáticas	134
c. Revisión periódica	134
4. Respuestas y planes de acción	135
a. Evitar, mitigar, transferir	135
b. Planes de contingencia	135
c. Cierre y eficacia	135
5. Riesgos de suministro	136
a. Precios y disponibilidad	136
b. Logística y plazos	136
c. Alternativas y homologación	136
6. Riesgos financieros	137
a. Tipos de interés y liquidez	137
b. Cobertura y seguros	137
c. Exposición cambiaria (LATAM)	137
PARTE OCTAVA	138
Implantación, capacitación y ROI del BIM 5D	138
Capítulo 15: Roadmap de implantación 5D (90–180 días) y escalado	138
1. Diagnóstico y metas	138
a. Línea base y brechas	138
b. Casos de uso y priorización	139
c. KPIs de implantación	139
2. Piloto controlado	139
a. Alcance y criterios de éxito	139
b. Setup CDE–5D–ERP	140
c. Lecciones y hardening	140
3. Gobierno y roles	140
a. PMO BIM/5D y sponsors	140
b. Capacidades internas/externas	141
c. Formación y certificación	141
4. Contratación y anexos	141
a. EIR/BEP con foco 5D	141
b. SLAs y bonus/penalties	142
c. Propiedad y acceso al dato	142
5. Escalado y cambio cultural	142
a. Reutilización de librerías	142
b. Comunidades de práctica	142
c. Gestión del cambio	142
6. ROI y sostenibilidad	143
a. Beneficios cuantificados	143
b. Coste total de propiedad	143
c. Plan de mejora continua	143
Capítulo 16: Capacitación por roles y madurez organizativa 5D	145

1. Jefe de obra y producción	145
a. Rutinas diarias/semanales	145
b. KPIs de frente y acción correctiva	146
c. Uso de checklists operativos.....	146
2. Control de costes/finanzas	147
a. Conciliaciones ERP-5D-EVM	147
b. Cash-flow y DSO	147
c. Cierres y reporting	147
3. Planificador 4D	148
a. Baselines y replanificaciones	148
b. Simulación y what-if	148
c. Integración con 5D.....	148
4. BIM Manager/PMO.....	149
a. Gobierno del dato y CDE	149
b. Validación IDS y auditoría.....	149
c. Métricas de calidad 5D	149
5. Compras y contratación	150
a. Mapeo CBS-contratos	150
b. Revisión de precios y VO	150
c. Evidencias y cláusulas	150
6. Roadmap de madurez	151
a. Hitos por niveles.....	151
b. Evaluaciones periódicas	151
c. Plan anual de formación	151
PARTE NOVENA.	153
Herramientas para BIM 5D: coste, plazo y caja en obra. Formularios Y Checklists	153
Capítulo 17: Formularios 5D de mediciones y certificación (texto completo, listos para usar)	153
FORMULARIO Nº 17.1 — Hoja de medición por partida vinculada a modelo.....	153
Control de versión y metadatos	153
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	154
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	154
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	154
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	154
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	155
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	155
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	155
Sección 8. Evidencias y referencias	155
FORMULARIO Nº 17.2 — Acta de validación de avance físico	156
Control de versión y metadatos	156
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	156
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	156
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	156
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	157
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	157
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	157

Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	157
Sección 8. Evidencias y referencias	157
FORMULARIO Nº 17.3 — Certificación mensual de producción.....	158
Control de versión y metadatos	158
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	158
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	158
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	158
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	159
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	159
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	159
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	159
Sección 8. Evidencias y referencias	159
FORMULARIO Nº 17.4 — Registro de rendimientos y productividades	160
Control de versión y metadatos	160
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	160
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	160
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	160
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	161
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	161
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	161
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	161
Sección 8. Evidencias y referencias	161
FORMULARIO Nº 17.5 — Bitácora de cambios de mediciones	162
Control de versión y metadatos	162
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	162
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	162
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	162
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	163
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	163
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	163
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	163
Sección 8. Evidencias y referencias	163
CHECKLIST — Plantilla de cierre de hito técnico	164
Control de versión y metadatos	164
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	164
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	164
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	164
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	164
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	165
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	165
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	165
Sección 8. Evidencias y referencias	165
Capítulo 18: Formularios de facturación por hitos y control de cobros (texto completo, listos para usar).....	166
FORMULARIO Nº 18.1 — Definición y aceptación de hito facturable	166
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	166
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	167
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	167
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	167

Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	167
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	167
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	167
Sección 8. Evidencias y referencias	168
FORMULARIO Nº 18.2 — Orden de facturación por hito.....	168
Control de versión y metadatos	168
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	168
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	168
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	168
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	169
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	169
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	169
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	169
Sección 8. Evidencias y referencias	169
FORMULARIO Nº 18.3 — Registro de facturas y estados	170
Control de versión y metadatos	170
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	170
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	170
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	170
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	171
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	171
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	171
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	171
Sección 8. Evidencias y referencias	171
FORMULARIO Nº 18.4 — Control de cobros y DSO	171
Control de versión y metadatos	171
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	172
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	172
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	172
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	172
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	172
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	173
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	173
Sección 8. Evidencias y referencias	173
FORMULARIO Nº 18.5 — Cuadro de mando de facturación/hitos.....	173
Control de versión y metadatos	173
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	173
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	174
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	174
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	174
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	174
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	174
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	174
Sección 8. Evidencias y referencias	175
FORMULARIO Nº 18.6 — Acta de cierre administrativo de hito	175
Control de versión y metadatos	175
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	175
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	175
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	175
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	176

Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	176
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	176
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	176
Sección 8. Evidencias y referencias	176
Capítulo 19: Checklists 5D para ISO 19650, CDE, EVM, riesgos y calidad de datos	177
CHECKLIST — ISO 19650 orientado a 5D	177
Control de versión y metadatos	177
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	177
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	178
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	178
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	178
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	178
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	178
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	178
Sección 8. Evidencias y referencias	179
CHECKLIST — CDE y permisos orientado a 5D	179
Control de versión y metadatos	179
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	179
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	179
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	179
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	180
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	180
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	180
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	180
Sección 8. Evidencias y referencias	180
CHECKLIST — Calidad de datos 5D	181
Control de versión y metadatos	181
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	181
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	181
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	181
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	181
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	182
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	182
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	182
Sección 8. Evidencias y referencias	182
CHECKLIST — EVM práctico (EV/PV/AC)	182
Control de versión y metadatos	182
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	183
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	183
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	183
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	183
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	183
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	183
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	184
Sección 8. Evidencias y referencias	184
CHECKLIST — Riesgos coste-plazo-caja	184
Documento: CHECKLIST — Riesgos coste-plazo-caja.....	184
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	184
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	184

Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	185
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	185
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	185
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	185
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	185
Sección 8. Evidencias y referencias	185

CHECKLIST — Auditoría 5D186

Control de versión y metadatos	186
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	186
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	186
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	186
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	186
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	187
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	187
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	187
Sección 8. Evidencias y referencias	187

Capítulo 20: Plantillas de matrices, reporting y anexos contractuales (listos para adaptar)188

FORMULARIO Nº 20.1 — Matriz CBS/WBS y mapeo 3D—coste.....188

Control de versión y metadatos	188
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	188
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	189
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	189
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	189
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	189
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	189
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	189
Sección 8. Evidencias y referencias	190

FORMULARIO Nº 20.2 — Plantillas de reporting EVM y curvas S190

Control de versión y metadatos	190
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	190
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	190
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	190
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	191
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	191
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	191
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	191
Sección 8. Evidencias y referencias	191

FORMULARIO Nº 20.3 — Modelos de cash-flow semanal/mensual192

Control de versión y metadatos	192
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	192
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	192
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	192
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	193
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	193
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	193
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	193
Sección 8. Evidencias y referencias	193

FORMULARIO Nº 20.4 — Anexos económicos a EIR/BEP194

Control de versión y metadatos	194
--------------------------------------	-----

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	194
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	194
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	194
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	194
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	195
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	195
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	195
Sección 8. Evidencias y referencias	195
FORMULARIO Nº 20.5 — Paquetes de integración CDE-ERP-Planificación-BI.....	195
Control de versión y metadatos	195
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	196
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	196
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	196
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	196
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	196
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	196
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	197
Sección 8. Evidencias y referencias	197
FORMULARIO Nº 20.6 — Guía de publicación y control de versiones.....	197
Control de versión y metadatos	197
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	197
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	197
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	198
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	198
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	198
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	198
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	198
Sección 8. Evidencias y referencias	198
PARTE DÉCIMA	199
Práctica del BIM 5D: coste, plazo y caja	199
Capítulo 21: Casos España (edificación y obra civil) con 3D/4D/5D, EVM y hitos.....	199
1. Vivienda en altura (España).....	199
a. Setup 5D y mediciones	199
b. EVM y producción	200
c. Facturación e hitos	200
2. Centro sanitario (España)	201
a. 4D y ventanas regulatorias	201
b. Control de cambios	201
c. Caja bajo presión	201
3. Carretera/puente (España).....	202
a. Secuencias 4D	202
b. VO/claims ambientales	202
c. Cash-flow estacional	202
4. Hitos y certificaciones públicas	203
a. Requisitos y evidencias	203
b. Pliegos y anexos	203
c. Lecciones aprendidas.....	203



5. Métricas comparadas.....	204
a. SPI/CPI observados	204
b. EAC vs real	204
c. DSO y liquidez	204
6. Síntesis y checklist de réplica.....	205
a. Factores de éxito	205
b. Riesgos típicos	205
c. Plantilla reutilizable	205

Capítulo 22: Casos LATAM/industrial/EPC con integración CDE-ERP y cash-flow.....207

1. Planta industrial (LATAM)	207
a. Integración CDE-ERP	207
b. Control de productividad	207
c. Hitos de puesta en marcha	208
2. Infraestructura energética.....	208
a. 4D en entornos restringidos	208
b. Claims por suministro	209
c. Revisión de precios	209
3. Hotel/mixto (LATAM).....	209
a. Medición multi-código	209
b. Contratación por paquetes	210
c. Cash-flow faseado.....	210
4. EPC y garantías	210
a. Avaluos y retenciones	210
b. KPIs financieros	211
c. Puerta de handover	211
5. Comparativa internacional	211
a. Diferencias contractuales	211
b. Plazos de pago.....	212
c. Riesgo país	212
6. Toolkit de transferencia	212
a. Matriz de adaptación.....	212
b. Umbrales y alertas.....	213
c. Plan de 90 días.....	213

Capítulo 23: Casos prácticos del BIM 5D: coste, plazo y caja en obra.....214

Caso práctico 1. "BIM 5D: COSTE, PLAZO Y CAJA EN OBRA." Implementación básica de 5D para alinear coste, plazo y caja en una obra de edificación de tamaño medio.....	214
Causa del Problema	214
Soluciones Propuestas.....	214
1) Puesta en marcha de un "núcleo mínimo 5D" (4 semanas) con ISO 19650 y CDE operativo	214
2) Facturación por hitos con evidencias 4D/5D y calendario de cobros/caja	215
3) Control de productividad y rendimientos por frente de obra con alertas tempranas	215
4) Gestión de cambios, VO y claims integrada en CDE con impacto automático en EAC/caja	216
5) Revisión de precios y cobertura financiera (confirming/ póliza) ligada a hitos	216
Consecuencias Previstas.....	216
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	217
Lecciones Aprendidas.....	218

Caso práctico 2. "BIM 5D: COSTE, PLAZO Y CAJA EN OBRA." Migración a 5D a mitad de obra para estabilizar el cash-flow en un contrato público con pagos a 90 días	219
Causa del Problema	219
Soluciones Propuestas.....	219
1) Reconstrucción del baseline 5D y mapeo 3D–WBS–CBS en CDE con reglas de medición auditables	219
2) Reestructuración de hitos facturables y “microhitos” de conformidad quincenal con evidencia 4D/5D220	220
3) Cadena de valor 4D–5D con control de productividades y líneas de balance	220
4) Gobierno de EVM y proyección EAC/ETC con curvas S y alertas de umbral	220
5) Estrategia financiera: confirming para cadena de suministro crítica y póliza de circulante ligada a hitos	221
6) Gestión de cambios (VO) y revisión de precios por índices en partidas sensibles	221
Consecuencias Previstas.....	221
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	222
Lecciones Aprendidas	222
Caso práctico 3. "BIM 5D: COSTE, PLAZO Y CAJA EN OBRA." Integración 5D en hotel modular con prefabricados, múltiples subcontratas y entrega por fases	224
Causa del Problema	224
Soluciones Propuestas.....	224
1) Baseline 5D con matriz 3D–WBS–CBS y reglas de medición específicas para modularidad.....	224
2) Planificación 4D con Takt Planning y líneas de balance fábrica–transporte–montaje	225
3) Esquema de hitos facturables por “unidades funcionales” y reconocimiento de EV en fábrica	225
4) Gobierno EVM semanal integrado con ERP y tableros de SPI/CPI/EAC/VAC.....	225
5) Gestión de cambios (VO) y bloqueos de diseño interior (gates) para evitar “late design”	225
6) Estrategia financiera de circulante: confirming a proveedores de módulos y póliza ligada a hitos ..	226
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	226
Lecciones Aprendidas	227
Caso práctico 4. "BIM 5D: COSTE, PLAZO Y CAJA EN OBRA." Fast-track de centro de datos Tier III con 4D/5D, precios indexados y cadena MEP crítica	228
Causa del Problema	228
Soluciones Propuestas.....	228
1) Baseline 5D integral con matriz 3D–WBS–CBS y “kits” MEP normalizados	228
2) Planificación 4D conectada para long-lead y commissioning (FAT/SAT) con rutas de riesgo	229
3) Estructura de hitos facturables por “sistemas” y reconocimiento anticipado de EV en FAT	229
4) Gobierno EVM semanal con integración ERP–5D y curvas S de gasto/caja.....	229
5) Estrategia de escalación de precios y VO en partidas sensibles (cobre, acero, refrigerantes)	230
6) Financiación operativa: confirming para cadena MEP y póliza de circulante ligada a evidencias.....	230
Consecuencias Previstas.....	230
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	231
Lecciones Aprendidas	231
Caso práctico 5. "BIM 5D: COSTE, PLAZO Y CAJA EN OBRA." Reforma hospitalaria en funcionamiento con 4D/5D, ventanas sanitarias y facturación por unidades funcionales	232
Causa del Problema	232
Soluciones Propuestas.....	232
1) Baseline 5D con descomposición por “unidades funcionales” y “sistemas” críticos (MEP/gases médicos/HVAC)	232
2) 4D con “ventanas sanitarias” y rutas de riesgo para shutdowns (HVAC, gases médicos y eléctricos).....	233
3) Facturación por unidades funcionales y fases de sistema con evidencias clínicas en CDE	233
4) Gobierno EVM semanal con integración ERP–5D y análisis por unidad funcional/sistema	233
5) Gestión de cambios (VO) por condiciones clínicas y bloqueo de diseño de quirófanos.....	233
6) Estrategia financiera: confirming con subcontratas MEP y póliza de circulante por ventanas sanitarias.....	234

Consecuencias Previstas.....	234
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	234
Lecciones Aprendidas.....	235

Caso práctico 6. "BIM 5D: COSTE, PLAZO Y CAJA EN OBRA." Integración 5D en un túnel urbano con TBM, desvío de servicios y facturación por hitos de avance.....236

Causa del Problema.....	236
Soluciones Propuestas.....	236
1) Baseline 5D con matriz 3D-WBS-CBS y "kits" de túnel/estación.....	236
2) 4D integrado con ventanas urbanas y líneas de balance TBM-estaciones-servicios.....	236
3) Facturación por hitos de avance de TBM y "breakthroughs" intermedios con evidencias 4D/5D	237
4) Gobierno EVM semanal con integración ERP-5D y curvas S por cadena crítica	237
5) Gestión de cambios (VO) por servicios imprevistos y claims por demoras concurrentes	237
6) Estrategia financiera de circulante: contrato marco de dovelas + confirming + póliza ligada a hitos	237
Consecuencias Previstas.....	238
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	238
Lecciones Aprendidas.....	239

Caso práctico 7. "BIM 5D: COSTE, PLAZO Y CAJA EN OBRA." Parque eólico onshore con ventanas de viento, logística pesada y energización condicionada240

Causa del Problema.....	240
Soluciones Propuestas.....	240
1) Baseline 5D con matriz 3D-WBS-CBS por "unidad aerogenerador" y "sistemas de evacuación"	240
2) Planificación 4D con ventanas de viento, logística y "takt" por frentes de montaje.....	241
3) Facturación por "unidades terminadas" y "subhitos" verificables con evidencias 4D/5D	241
4) Gobierno EVM semanal con integración ERP-5D y curvas S por unidad/sistema	241
5) Gestión de cambios (VO) y "gates" de diseño para línea de evacuación y GIS	242
6) Estrategia financiera: confirming a OEM y póliza de circulante ligada a subhitos	242
Consecuencias Previstas.....	242
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	243
Lecciones Aprendidas.....	243

Caso práctico 8. "BIM 5D: COSTE, PLAZO Y CAJA EN OBRA." Rehabilitación nocturna de pista aeroportuaria con 4D/5D, ventanas operativas y certificación por slots244

Causa del Problema.....	244
Soluciones Propuestas.....	244
1) Baseline 5D por "slots" y tramos de pista con reglas de medición auditables	244
2) Planificación 4D enfocada en ventanas operativas y cadena logística caliente (asfalto/LED).....	245
3) Facturación por "slot aceptado" y subhitos de sistemas (balizamiento/SRA) con evidencias 4D/5D	245
4) Gobierno EVM semanal con integración ERP-5D por tramo-slot.....	245
5) Gestión de cambios (VO) y claims por meteorología y restricciones aeroportuarias.....	246
6) Estrategia financiera: confirming a suministradores de mezcla y luminarias + póliza por picos nocturnos	246
Consecuencias Previstas.....	246
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	247
Lecciones Aprendidas.....	247

Caso práctico 9. "BIM 5D: COSTE, PLAZO Y CAJA EN OBRA." Planta fotovoltaica utility-scale con trackers, subestación GIS 132/30 kV y PPA con hitos de energización.....248

Causa del Problema.....	248
Soluciones Propuestas.....	248
1) Baseline 5D con matriz 3D-WBS-CBS por "unidad tracker-string-inversor" y sistemas de evacuación	248
2) Planificación 4D conectada al 5D con líneas de balance por bloques y microtopografía	249
3) Rediseño de facturación por subhitos de valor: bloque energizable, GIS y línea por tramos	249



4) Gobierno EVM semanal con integración ERP-5D y curvas S por bloque/sistema.....	249
5) Gestión de VO y permisos de la línea de evacuación con 4D/5D como evidencia	250
6) Estrategia financiera: confirming a OEM y póliza de circulante ligada a subhitos energizables	250
Consecuencias Previstas.....	250
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	251
Lecciones Aprendidas.....	251
Caso práctico 10. "BIM 5D: COSTE, PLAZO Y CAJA EN OBRA." Planta farmacéutica GMP con salas limpias, validación IQ/OQ/PQ y facturación por cualificaciones	252
Causa del Problema.....	252
Soluciones Propuestas.....	252
1) Baseline 5D con matriz 3D-WBS-CBS y "kits GMP" normalizados.....	252
2) Planificación 4D vinculada a 5D con camino crítico "cualificaciones" (IQ/OQ/PQ)	253
3) Facturación por hitos de cualificación y "unidades funcionales GMP"	253
4) Gobierno EVM semanal con integración ERP-5D y curvas S "regulatorias"	253
5) Gestión de cambios (VO) por URS/regulación y gates de diseño (IFC/IFM)	254
6) Estrategia financiera: confirming a proveedores críticos GMP y póliza ligada a hitos de OQ	254
Consecuencias Previstas.....	254
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	255
Lecciones Aprendidas.....	255
Caso práctico 11. "BIM 5D: COSTE, PLAZO Y CAJA EN OBRA." Torre de oficinas con fachada unitizada, logística vertical y facturación por plantas/hitos de cerramiento.....	256
Causa del Problema.....	256
Soluciones Propuestas.....	256
1) Baseline 5D con matriz 3D-WBS-CBS y "kits de panel unitizado/fachada" normalizados	256
2) Planificación 4D con líneas de balance por planta y cadena crítica "cierre de envolvente"	257
3) Facturación por "planta cerrada" y subhitos de fachada con evidencias 4D/5D	257
4) Gobierno EVM semanal integrado ERP-5D con curvas S por planta/orientación y por paquete	257
5) Gestión de cambios (VO) en parasoles/mullions y bloqueo de diseño (gates IFI/IFC/IFM)	258
6) Estrategia financiera: confirming a fabricantes de fachada y póliza ligada a subhitos por planta	258
Consecuencias Previstas.....	258
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	259
Lecciones Aprendidas.....	259
Caso práctico 12. "BIM 5D: COSTE, PLAZO Y CAJA EN OBRA." Desaladora costera con ósmosis inversa: integración 5D-ERP y facturación por trenes de proceso.....	260
Causa del Problema.....	260
Soluciones Propuestas.....	260
1) Baseline 5D con matriz 3D-WBS-CBS por "trenes de proceso" y "sistemas" (toma, pretratamiento, RO, remineralización, impulsión, emisario).....	260
2) Integración técnica-financiera: mapeo CBS-ERP y captura de AC por centro de coste	261
3) Planificación 4D conectada: líneas de balance por tren RO y ruta crítica de puesta en marcha	261
4) Facturación por subhitos verificables: "tren en agua", "tramo de emisario", "sistema liberado"	261
5) Gobierno EVM semanal con curvas S por tren/sistema y proyección EAC por escenarios	262
6) Gestión de cambios (VO) e indexación de inox y membranas; estrategia de claims.....	262
7) Estrategia financiera: confirming a OEM (membranas, bombas, MCC) y póliza ligada a subhitos ...	262
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	263
Lecciones Aprendidas.....	264
Caso práctico 13. "BIM 5D: COSTE, PLAZO Y CAJA EN OBRA." Carretera bajo contrato NEC4 Opción C con pain/gain y anexos económicos al BEP para control 5D.....	265
Causa del Problema.....	265
Soluciones Propuestas.....	265

1) Anexos económicos al BEP y reconfiguración del EIR/AIR con foco 5D.....	265
2) Baseline 5D con matriz 3D-WBS-CBS y control de versiones en CDE.....	266
3) Integración CDE-ERP-Planificación-BI y captura del AC real por centro de coste	266
4) Planificación 4D con líneas de balance y ventanas urbanas, conectada al 5D	266
5) Gestión proactiva de Compensation Events (CE) y revisión de precios sensibles	266
6) Facturación por hitos verificables y reducción del DSO.....	267
7) Estrategia de tesorería: confirming a proveedores críticos y póliza de 6.000.000 €	267
Consecuencias Previstas.....	267
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	268
Lecciones Aprendidas.....	268
Caso práctico 14. "BIM 5D: COSTE, PLAZO Y CAJA EN OBRA." Revamping de unidad de hidrotratamiento en parada mayor con 5D + análisis probabilístico de riesgos (Monte Carlo) y contrato LSTK	269
Causa del Problema.....	269
Soluciones Propuestas.....	269
1) Baseline 5D brownfield con matriz 3D-WBS-CBS y "kits isométricos/Spool" normalizados	269
2) Planificación 4D conectada al 5D con "ventanas de proceso" y PTW	270
3) Integración CBS-ERP-QA/QC para captura de AC y evidencias NDE en CDE	270
4) Análisis probabilístico de riesgos (Monte Carlo) para coste, plazo y caja	270
5) Rediseño de facturación por subhitos verificables y "book of evidence" digital.....	271
6) Gestión de cambios (VO) y cláusulas de escalación en materiales HP	271
7) Estrategia financiera: confirming a OEM/pipe shop y póliza de 5.000.000 € ligada a subhitos	271
Consecuencias Previstas.....	271
Lecciones Aprendidas.....	272
Caso práctico 15. "BIM 5D: COSTE, PLAZO Y CAJA EN OBRA." Vivienda en altura con 4D/5D, EVM y certificación por hitos de estructura y cerramiento.....	273
Causa del Problema.....	273
Soluciones Propuestas.....	273
1) Baseline 5D con matriz 3D-WBS-CBS y reglas de medición de oficios	273
2) Planificación 4D con líneas de balance por planta y secuencias estructura-cerramiento-interiores.....	273
3) Certificación por hitos verificables de "planta liberada" y "cerramiento aceptado"	274
4) Gobierno EVM semanal con integración ERP-5D y curvas S por planta/orientación y paquete.....	274
5) Gestión de VO y bloqueo de diseño (gates IFI/IFM) en fachada y carpinterías.....	274
6) Estrategia financiera: confirming a fachada/carpintería y póliza de 4.500.000 € ligada a subhitos ..	275
Consecuencias Previstas.....	275
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	275
Lecciones Aprendidas.....	276
Caso práctico 16. "BIM 5D: COSTE, PLAZO Y CAJA EN OBRA." Planta industrial LATAM: integración CDE-ERP, control de productividad y facturación por hitos de puesta en marcha	277
Causa del Problema.....	277
Soluciones Propuestas.....	277
1) Baseline 5D por "unidades funcionales" y "sistemas" con kits normalizados	277
2) Integración CDE-ERP-Planificación para capturar AC real y sincronizar PV/EV/AC.....	278
3) 4D operativo con flowline de montaje y ruta crítica de puesta en marcha (MC→Pre-Cx→Cx→PT)	278
4) Facturación por hitos verificables de MC/Pre-Cx/Cx/PT con "book of evidence" digital	278
5) Control de productividad por frente y KPIs de montaje/commissioning	279
6) Gestión de VO y gates de diseño (IFC/IFM) para layout sanitario y envasado	279
7) Estrategia financiera y cobertura cambiaria operativa.....	279
Consecuencias Previstas.....	279
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	280
Lecciones Aprendidas.....	280

Caso práctico 17. "BIM 5D: COSTE, PLAZO Y CAJA EN OBRA." Roadmap de implantación 5D (90–180 días) y escalado en una constructora con obras internacionales282

Causa del Problema	282
Soluciones Propuestas.....	282
1) Gobierno y estructura de roles 5D (PMO BIM/5D, sponsors y “champions” de obra)	282
2) CDE corporativo bajo ISO 19650 y anexos económicos al BEP (reglas de medición/CBS/IDS)	282
3) Integración CDE–ERP–Planificación–BI (conectores ETL y mapeo 3D–WBS–CBS–ERP)	283
4) Piloto 90 días en 3 obras con casos de uso 5D prioritarios (mediciones, EVM y facturación por hitos).....	283
5) Capacitación por roles y “coaching on the job” (jefe de obra, planificador, costes/finanzas, compras).....	284
6) Gestión del cambio y comunicación (rituales, tableros visibles, recompensas)	284
7) Escalado 90–180 días (ondas 2 y 3) y hardening (calidad del dato, seguridad, compliance)	284
Consecuencias Previstas.....	284
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	285
Lecciones Aprendidas	285

Caso práctico 18. "BIM 5D: COSTE, PLAZO Y CAJA EN OBRA." Capacitación por roles y madurez organizativa 5D en un grupo constructor multinacional286

Causa del Problema	286
Soluciones Propuestas.....	286
1) Mapa de competencias 5D por rol y rutas de aprendizaje con evaluación inicial	286
2) Programa formativo modular (40 h/rol) + “coaching on the job” (8 semanas) en tres obras piloto	287
3) Estandarización del BEP económico e IDS 5D corporativo con validador automático	287
4) Cadencias operativas y tableros de control por rol enlazados a BI	287
5) Kit de arranque de obra 5D y checklist operativo por rol (rutinas diarias/semanales)	287
6) Circuito “VO/claims exprés” y micro-formación jurídica aplicada al 5D.....	288
7) Medición del ROI y escalado por oleadas (90–180–360 días)	288
Consecuencias Previstas.....	288
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	288
Lecciones Aprendidas	289

Caso práctico 19. "BIM 5D: COSTE, PLAZO Y CAJA EN OBRA." Estandarización de formularios 5D de mediciones y certificación en un contrato público multipaquete290

Causa del Problema	290
Soluciones Propuestas.....	290
1) Catálogo corporativo de formularios 5D “listos para usar” con bloqueo IDS en CDE	290
2) Hoja de medición por partida vinculada a modelo (IFC/BC3) con reglas de huecos y solapes	291
3) Acta de validación de avance físico y Certificación mensual con “book of evidence” automático ...	291
4) Registro de rendimientos/productividades y panel de alertas SPI/CPI tempranas	291
5) Bitácora de cambios de mediciones (control de versiones) y VO/claims integrados	291
6) Plantilla de cierre de hito técnico y calendario de cobros	292
7) Formación exprés y “hardening” del dato económico	292
Consecuencias Previstas.....	292
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	292
Lecciones Aprendidas	293

Caso práctico 20. "BIM 5D: COSTE, PLAZO Y CAJA EN OBRA." Sistema de facturación por hitos y control de cobros integrado con 5D en contrato FIDIC294

Causa del Problema	294
Soluciones Propuestas.....	294
1) Definición contractual operativa del hito facturable y taxonomía única	294
2) Orden de facturación por hito con evidencias 5D y firma digital en CDE (ISO 19650)	295
3) Registro de facturas y estados con trazabilidad (emitida/aceptada/devuelta/pagada) y aging	295
4) Motor de cálculo automático de importes por hito y conciliación con ERP	295

5) Circuito de corrección exprés para devoluciones de factura.....	296
6) Calendarización de cobros y “war room de caja” semanal integrado con 4D/5D	296
7) Formación y “hardening” del dato de facturación por hitos	296
Consecuencias Previstas.....	296
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	297
Lecciones Aprendidas.....	298
Caso práctico 21. "BIM 5D: COSTE, PLAZO Y CAJA EN OBRA." Implantación de checklists 5D para ISO 19650, CDE, EVM, riesgos y calidad del dato en un portfolio multipaís	299
Causa del Problema.....	299
Soluciones Propuestas.....	300
1) Checklist ISO 19650 orientado a 5D: EIR/AIR, BEP económico y calendario	300
2) Checklist CDE y permisos: estados, aprobaciones y segregación de datos sensibles	300
3) Checklist de calidad de datos 5D: completitud, consistencia y outliers	300
4) Checklist EVM práctico: PV/EV/AC, SPI/CPI/EAC/ETC/VAC y ritmos de publicación	301
5) Checklist de riesgos coste-plazo-caja: registro, triggers y revisión periódica	301
6) Checklist de auditoría 5D: evidencias mínimas, muestreo y cierre de hallazgos.....	301
7) Formación exprés por rol y “hardening” del dato	301
Consecuencias Previstas.....	302
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	302
Lecciones Aprendidas.....	303
Caso práctico 22. "BIM 5D: COSTE, PLAZO Y CAJA EN OBRA." Paquete corporativo de matrices CBS/WBS y reporting EVM-caja para un portfolio EPC multinacional	304
Causa del Problema.....	304
Soluciones Propuestas.....	304
1) Matriz CBS/WBS y mapeo 3D-coste unificada (plantilla corporativa nivel 3)	304
2) Plantillas de reporting EVM y curvas S (proyecto/paquete/portfolio)	304
3) Modelos de cash-flow semanal/mensual integrados (entradas/salidas y escenarios).....	305
4) Anexos económicos a EIR/BEP (reglas de medición y criterios 5D-hitos)	305
5) Paquetes de integración CDE-ERP-Planificación-BI (ETL y validación).....	305
6) Guía de publicación y control de versiones (naming, baselines y snapshots)	305
Consecuencias Previstas.....	306
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	306
Lecciones Aprendidas.....	307
Caso práctico 23. "BIM 5D: COSTE, PLAZO Y CAJA EN OBRA." War room de caja semanal con escenarios 4D/5D y financiación táctica (confirming/avales) en un EPC multinacional	308
Causa del Problema.....	308
Soluciones Propuestas.....	308
1) Matriz de “hitos de liquidez” conectada a 4D/5D y al ERP	308
2) War room semanal de caja (12 semanas rodantes) con tablero único PV/EV/AC y aging	309
3) Escenarios y sensibilidad de caja ligados a 4D: retraso de cobros y shocks de coste	309
4) Circuito exprés de certificación por subhitos y “book of evidence” automatizado.....	309
5) Palancas financieras tácticas: confirming selectivo, avales y política de anticipos	309
6) Gestión de VO/claims acelerada y cláusulas de revisión de precios	310
7) Cobertura cambiaria operativa y reglas de priorización de cobros LATAM→EUR	310
Consecuencias Previstas.....	310
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	310
Lecciones Aprendidas.....	311
Caso práctico 24. "BIM 5D: COSTE, PLAZO Y CAJA EN OBRA." Parque eólico marino con jackets, cables inter-array y conexión a red: 5D, ventanas meteorológicas y caja por hitos marítimos	312
Causa del Problema.....	312

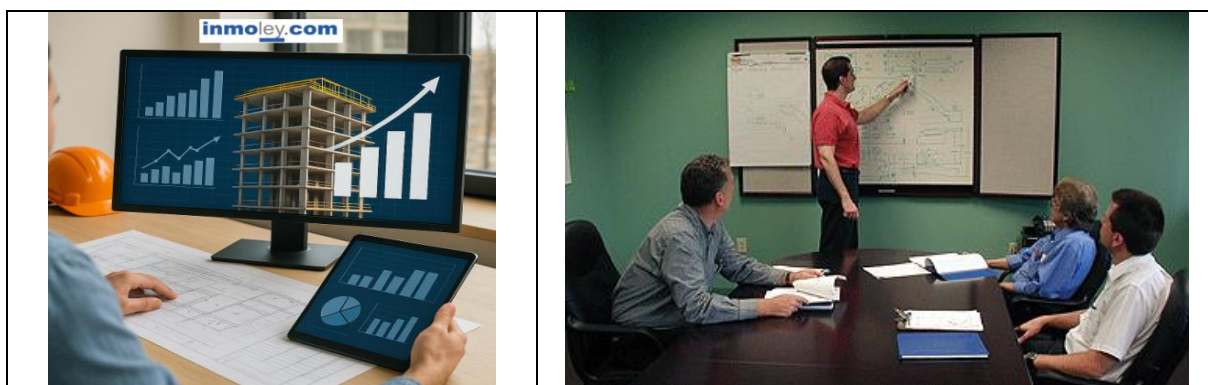


Soluciones Propuestas.....	312
1) Baseline 5D con “kits marítimos” y matriz 3D–WBS–CBS–ERP por campañas (piling, jackets, WTG, inter-array, export, OSS, onshore).....	312
2) Planificación 4D con líneas de balance marítimas por “campaña-buque” y ventanas meteorológicas.....	313
3) Rediseño de facturación por subhitos marítimos y “book of evidence” obligatorio.....	313
4) Gobierno EVM semanal integrado (ERP–5D) con curvas S por campaña y por cuadrante.....	313
5) Gestión de VO/claims con evidencia 4D/5D (batimetrías, desvíos de traza, meteo) y revisión de precios.....	314
6) Estrategia financiera marítima: “confirming inteligente” y póliza condicionada a ventanas.....	314
7) Calidad, seguridad y compliance del dato 5D (mar y tierra).....	314
Consecuencias Previstas.....	314
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	315
Lecciones Aprendidas.....	315

Caso práctico 25. "BIM 5D: COSTE, PLAZO Y CAJA EN OBRA." Túnel urbano con TBM y estaciones en mina: kits 5D por anillo, ventanas urbanas y facturación por tramos y pruebas de puesta en servicio

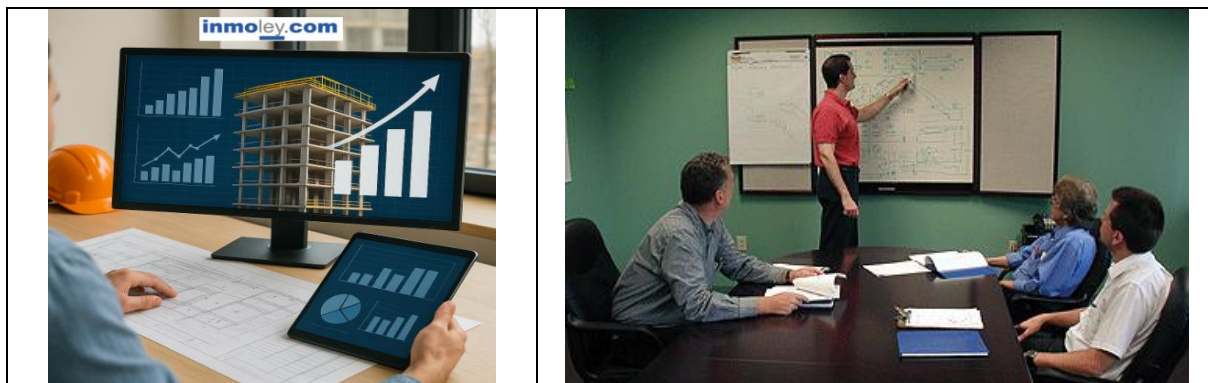
.....	316
Causa del Problema.....	316
Soluciones Propuestas.....	317
1) Baseline 5D con “kits TBM/anillo” y matriz 3D–WBS–CBS–ERP por tramo y estación.....	317
2) Planificación 4D con líneas de balance por TBM/estaciones y ventanas urbanas/ambientales.....	317
3) Certificación por subhitos: anillo trazable, tramo liberado, estación por fase y pruebas dinámicas.....	317
4) Integración ERP–5D–4D y gobierno EVM semanal por tramo/estación.....	318
5) Gestión de VO/claims con evidencia 4D/5D frente a GBR y ventanas urbanas.....	318
6) Logística y contratos: “slotting” de dovelas y mucking, KPIs de productividad por turno.....	318
7) Estrategia financiera y de caja: confirming selectivo y póliza ligada a subhitos liberables.....	318
Consecuencias Previstas.....	319
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	319
Lecciones Aprendidas.....	320

¿QUÉ APRENDERÁ?



- Integrar 3D/4D/5D para alinear coste, plazo y caja en obra.
- Configurar ISO 19650 y un CDE operativo con foco económico 5D.
- Definir EIR/AIR, BEP e IDS con requisitos de medición y datos de coste.
- Extraer mediciones del modelo (IFC/nativo), depurarlas y valorarlas con BC3.
- Diseñar la CBS y mapearla con WBS/OBS/ERP para trazabilidad financiera.
- Planificar en 4D con Takt Planning, líneas de balance y vinculación a 5D.
- Implantar EVM (PV, EV, AC) y leer KPIs SPI/CPI/EAC/ETC/VAC para decidir.
- Gestionar cambios, VO y claims y su impacto en presupuesto, plazo y caja.
- Diseñar facturación por hitos, certificaciones y evidencias listadas en CDE.
- Construir y gobernar el cash-flow de obra con escenarios y semanas de caja.
- Integrar CDE-ERP-Planificación-BI y asegurar calidad, seguridad y compliance del dato 5D.
- Aplicar plantillas, formularios y checklists listos para usar y replicar en España y LATAM.

Introducción.



BIM 5D para ganar el partido de la obra: coste, plazo y caja bajo control

En un mercado cada vez más competitivo, donde los márgenes se estrechan y el riesgo financiero se traslada a la cadena de suministro, diferenciarse no es una opción: es una urgencia. Las constructoras que gobiernan el dato —desde el modelo 3D hasta la certificación y el cash-flow— cierran obras con mayor previsibilidad y convierten cada proyecto en un escaparate de solvencia técnica ante promotores, inversores y clientes públicos. Esta guía nace para responder a una necesidad concreta: transformar el BIM en resultados tangibles de negocio, con impacto directo en coste, plazo y caja.

La guía práctica que tiene en sus manos ofrece un recorrido completo y accionable por el 5D: cómo estructurar las mediciones desde el modelo (IFC/nativo) y valorarlas con precisión; cómo alinear la planificación 4D con el presupuesto 5D; cómo implantar Earned Value (PV, EV, AC) y leer SPI/CPI/EAC/ETC/VAC sin ambigüedades; cómo diseñar una facturación por hitos que acelere el cobro y reduzca el DSO; cómo integrar CDE-ERP-Planificación-BI bajo ISO 19650 con gobierno del dato y seguridad; y cómo desplegar checklists, plantillas y formularios listos para usar, validados en casos reales de España y LATAM.

¿Qué encontrará el lector? Fundamentos para integrar 3D/4D/5D con foco económico; mediciones 5D y presupuesto alineado a una CBS sólida; control de producción y certificación en obra; EVM práctico con curvas S y pronósticos fiables; gestión de cambios, VO y claims con trazabilidad en CDE; facturación por hitos y planificación de cobros; modelos de cash-flow y financiación operativa; integraciones técnicas CDE-ERP y calidad del dato; anexos económicos a EIR/BEP y criterios de aceptación 5D; y, sobre todo, un banco de plantillas y casos prácticos para implantar mañana mismo.

Beneficios para el profesional: mejorar su propuesta de valor ante el promotor y la dirección facultativa al demostrar control real de coste, plazo y caja; construir paneles ejecutivos que convierten datos en decisiones; reducir retrabajo y disputas gracias a reglas de medición y evidencias objetivas; acelerar



certificaciones y cobros con circuitos claros y documentación impecable; y elevar la reputación de su organización al estandarizar procesos, gobernar el dato y reducir riesgos operativos y financieros.

Si busca una ventaja competitiva sostenible, esta guía es una inversión en conocimiento que se amortiza en la primera obra: menos desviaciones, menos incertidumbre, más liquidez y mejor posicionamiento para ganar nuevos contratos. Adquiérala y utilice sus herramientas para convertir el BIM 5D en resultados medibles: previsibilidad, productividad y caja.

El sector cambia rápido. Quien domina el dato hoy lidera la obra mañana. Dé el paso: impulse su gestión con prácticas contrastadas, métricas claras y un sistema de trabajo replicable que sitúa a su equipo en la vanguardia de la construcción.