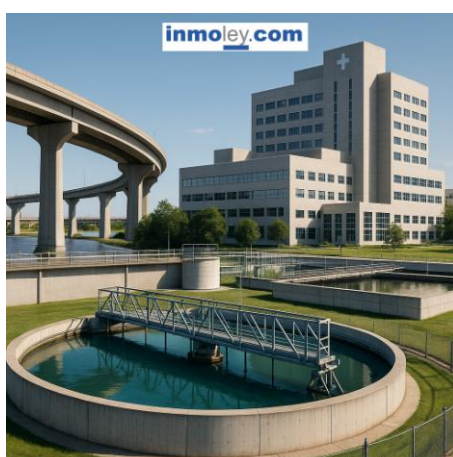




# **CURSO/GUÍA PRÁCTICA GESTIÓN DE ACTIVOS E INFRAESTRUCTURAS (ISO 55001) PARA INGENIERÍA Y CONSTRUCTORAS**



## Índice

|                                                                                             |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>¿QUÉ APRENDERÁ?</b> .....                                                                | <b>33</b> |
| <b>Introducción.</b> .....                                                                  | <b>34</b> |
| <b>PARTE PRIMERA.</b> .....                                                                 | <b>36</b> |
| <b>PROPÓSITO, ALCANCE Y VALOR DE LA GESTIÓN DE ACTIVOS (DEL CAPEX AL OPEX)</b> .....        | <b>36</b> |
| <b>Capítulo 1: Fundamentos ISO 55000/55001/55002 aplicados a ingeniería y constructoras</b> | <b>36</b> |
| <b>1. Concepto de activo e infraestructura en el marco ISO 55001</b> .....                  | <b>36</b> |
| a. Definiciones clave y taxonomía de activos .....                                          | 36        |
| b. Valor del activo vs. coste del ciclo de vida (LCC/TCO) .....                             | 37        |
| c. Alineamiento con objetivos del promotor y del operador .....                             | 38        |
| <b>2. Principios de gestión de activos y creación de valor</b> .....                        | <b>39</b> |
| a. Line of sight: estrategia → cartera → activos → trabajo .....                            | 39        |
| b. Gestión basada en riesgo y desempeño .....                                               | 39        |
| c. Pensamiento de ciclo de vida del CAPEX al OPEX .....                                     | 40        |
| <b>3. Contexto de la organización y partes interesadas</b> .....                            | <b>40</b> |
| a. Expectativas, requisitos y niveles de servicio .....                                     | 40        |
| b. Mapa de interesados (ingeniería, constructora, concesionaria) .....                      | 41        |
| c. Integración con programas de inversión pública/privada .....                             | 41        |
| <b>4. Política y objetivos de gestión de activos</b> .....                                  | <b>42</b> |
| a. Redacción, alcance y gobernanza .....                                                    | 42        |
| b. Metas medibles y KPIs ligados a valor .....                                              | 42        |
| c. Comunicación y revisión periódica .....                                                  | 42        |
| <b>5. Sistema de gestión conforme a ISO 55001</b> .....                                     | <b>43</b> |
| a. Estructura de alto nivel (HLS) y cláusulas .....                                         | 43        |
| b. Documentación y control operacional .....                                                | 44        |
| c. Ciclo PDCA planificación, ejecución, verificación, mejora .....                          | 44        |
| <b>6. Sinergias con otros sistemas y normas</b> .....                                       | <b>45</b> |
| a. ISO 9001, 14001, 45001, 50001, 31000, 22301 .....                                        | 45        |
| b. BIM/IFC/COBie como soporte informativo .....                                             | 45        |
| c. Auditorías integradas y reducción de silos .....                                         | 46        |
| <b>Capítulo 2: SAMP y alineamiento estratégico (del plan maestro a carteras CAPEX/OPEX)</b> | <b>47</b> |
| <b>1. Plan Estratégico de Gestión de Activos (SAMP)</b> .....                               | <b>47</b> |
| a. Propósito, alcance, horizonte temporal .....                                             | 47        |
| b. Hipótesis, restricciones y escenarios .....                                              | 48        |
| c. Vinculación con la política y con planes maestros .....                                  | 48        |
| <b>2. Objetivos estratégicos y niveles de servicio (SLA)</b> .....                          | <b>49</b> |
| a. Disponibilidad, fiabilidad, seguridad y sostenibilidad .....                             | 49        |
| b. Indicadores de riesgo y desempeño .....                                                  | 49        |
| c. Tolerancias, umbrales y triggers de actuación .....                                      | 50        |
| <b>3. Cartera de inversiones: del CAPEX al OPEX</b> .....                                   | <b>50</b> |
| a. Priorización de intervenciones y sustituciones .....                                     | 50        |

|                                                                                     |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| b. Balance CAPEX/OPEX y optimización del coste total .....                          | 51        |
| c. Enfoque por valor presente y vida residual .....                                 | 51        |
| <b>4. Gobernanza y roles (ingeniería, constructora, operador) .....</b>             | <b>52</b> |
| a. Patrocinio, comités y responsabilidades .....                                    | 52        |
| b. RACI y segregación de funciones .....                                            | 52        |
| c. Gestión del cambio y cultura organizativa .....                                  | 53        |
| <b>5. Hoja de ruta de implantación (12–24–36 meses) .....</b>                       | <b>53</b> |
| a. Fases, hitos y entregables clave .....                                           | 53        |
| b. Quick wins vs. iniciativas estructurales .....                                   | 54        |
| c. Plan de comunicación y formación .....                                           | 54        |
| <b>6. Gestión de riesgos estratégicos del SAMP .....</b>                            | <b>55</b> |
| a. Riesgos de financiación y demanda .....                                          | 55        |
| b. Riesgos tecnológicos y de obsolescencia .....                                    | 55        |
| c. Riesgos regulatorios y reputacionales .....                                      | 56        |
| <b>PARTE SEGUNDA .....</b>                                                          | <b>57</b> |
| <b>DATOS MAESTROS, REGISTRO DE ACTIVOS Y GEMELO DIGITAL .....</b>                   | <b>57</b> |
| <b>Capítulo 3: Inventario, jerarquía y codificación para infraestructuras .....</b> | <b>57</b> |
| <b>1. Registro de activos y jerarquía funcional .....</b>                           | <b>57</b> |
| a. Estructura padre–hijo y ubicaciones .....                                        | 57        |
| b. Activo, componente, repuesto, herramienta .....                                  | 58        |
| c. Trazabilidad de versiones y serialización .....                                  | 58        |
| <b>2. Estándares de datos maestros .....</b>                                        | <b>59</b> |
| a. Atributos mínimos y opcionales .....                                             | 59        |
| b. Calidad de datos completitud y exactitud .....                                   | 59        |
| c. Gobernanza de datos y propietarios de dato .....                                 | 60        |
| <b>3. Clasificación y codificación .....</b>                                        | <b>60</b> |
| a. Esquemas de codificación funcional y espacial .....                              | 60        |
| b. Catálogos y taxonomías sectoriales .....                                         | 61        |
| c. Integración con compras y almacenes .....                                        | 61        |
| <b>4. Integración EAM/CMMS y ERP .....</b>                                          | <b>62</b> |
| a. Interfaces y sincronización .....                                                | 62        |
| b. Órdenes de trabajo y listas de materiales .....                                  | 62        |
| c. Costes y centros de coste vinculados .....                                       | 63        |
| <b>5. Gestión documental y trazabilidad .....</b>                                   | <b>63</b> |
| a. Planos, manuales, certificados y O&M .....                                       | 63        |
| b. Versionado y auditoría .....                                                     | 63        |
| c. Controles de acceso y retención .....                                            | 64        |
| <b>6. Indicadores de salud de datos de activos .....</b>                            | <b>64</b> |
| a. Data completeness score .....                                                    | 64        |
| b. Defectos por 1.000 registros .....                                               | 65        |
| c. Impacto en la toma de decisiones .....                                           | 65        |
| <b>Capítulo 4: BIM, COBie/IFC y gemelo digital orientados al OPEX .....</b>         | <b>66</b> |
| <b>1. Entrega de información al cierre de obra (handover) .....</b>                 | <b>66</b> |
| a. Requisitos de información del activo (AIR/OIR) .....                             | 66        |

|                                                                                                |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| b. COBie como paquete mínimo O&M .....                                                         | 67        |
| c. Verificación y validación de datos .....                                                    | 67        |
| <b>2. BIM 4D/5D y planificación de ciclo de vida .....</b>                                     | <b>68</b> |
| a. Vinculación tiempo–coste–mantenimiento .....                                                | 68        |
| b. Secuencias de sustitución y shut-downs .....                                                | 68        |
| c. Simulación de escenarios CAPEX/OPEX .....                                                   | 69        |
| <b>3. Gemelo digital y sensorización .....</b>                                                 | <b>69</b> |
| a. Casos de uso en operación y mantenimiento .....                                             | 69        |
| b. Integración IoT/SCADA/BMS/DCIM .....                                                        | 70        |
| c. Modelos de estado y degradación .....                                                       | 70        |
| <b>4. Interoperabilidad y APIs .....</b>                                                       | <b>71</b> |
| a. IFC, IDS y esquemas abiertos .....                                                          | 71        |
| b. Estrategia de integración por capas .....                                                   | 71        |
| c. Contratos de datos y SLAs de integración .....                                              | 72        |
| <b>5. Ciberseguridad del dato operativo .....</b>                                              | <b>72</b> |
| a. Segmentación y control de acceso .....                                                      | 72        |
| b. Registro de eventos y auditoría .....                                                       | 73        |
| c. Respuesta a incidentes .....                                                                | 73        |
| <b>6. Métricas de adopción digital .....</b>                                                   | <b>74</b> |
| a. % activos con gemelo digital explotable .....                                               | 74        |
| b. Latencia y frescura de datos .....                                                          | 74        |
| c. Ahorros OPEX atribuibles .....                                                              | 74        |
| <b>PARTE TERCERA .....</b>                                                                     | <b>76</b> |
| <b>RIESGOS Y CRITICIDAD (PRIORIZACIÓN BASADA EN RIESGO) .....</b>                              | <b>76</b> |
| <b>Capítulo 5: Modelos de criticidad (RCM, FMECA, RBI) para priorizar intervenciones .....</b> | <b>76</b> |
| <b>1. Marco de criticidad: probabilidad × consecuencia .....</b>                               | <b>76</b> |
| a. Matrices y escalas .....                                                                    | 76        |
| b. Consecuencias múltiples (seguridad, servicio, coste) .....                                  | 77        |
| c. Límites de aceptabilidad .....                                                              | 77        |
| <b>2. RCM y FMECA .....</b>                                                                    | <b>78</b> |
| a. Funciones, fallos y modos de fallo .....                                                    | 78        |
| b. Efectos y detección .....                                                                   | 78        |
| c. Decisiones de mantenimiento .....                                                           | 79        |
| <b>3. Inspección basada en riesgo (RBI) y condición .....</b>                                  | <b>79</b> |
| a. Intervalos dinámicos por riesgo .....                                                       | 79        |
| b. Ensayos, NDT y monitorización .....                                                         | 80        |
| c. Gestión de anomalías .....                                                                  | 80        |
| <b>4. Árboles de fallo y eventos .....</b>                                                     | <b>81</b> |
| a. Lógica AND/OR y barreras .....                                                              | 81        |
| b. Probabilística y sensibilidad .....                                                         | 81        |
| c. Integración con incidentes reales .....                                                     | 82        |
| <b>5. Registro de riesgos a nivel activo/cartera .....</b>                                     | <b>82</b> |
| a. Identificación, evaluación y tratamiento .....                                              | 82        |
| b. Dueños del riesgo y planes de acción .....                                                  | 83        |
| c. Seguimiento y escalado .....                                                                | 83        |

|                                                                                    |            |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>6. KPIs de criticidad y riesgo .....</b>                                        | <b>84</b>  |
| a. Riesgo residual agregado.....                                                   | 84         |
| b. % OPEX/CAPEX por criticidad .....                                               | 84         |
| c. Backlog de riesgos .....                                                        | 84         |
| <b>Capítulo 6: Resiliencia y continuidad de servicio en infraestructuras .....</b> | <b>86</b>  |
| <b>1. Análisis de impacto (BIA) y niveles de servicio .....</b>                    | <b>86</b>  |
| a. Funciones críticas y tiempos objetivo.....                                      | 86         |
| b. Dependencias y cuellos de botella .....                                         | 87         |
| c. Estrategias de continuidad .....                                                | 88         |
| <b>2. Redundancia y tolerancia a fallos .....</b>                                  | <b>88</b>  |
| a. N, N+1, N+2, geometrías resilientes .....                                       | 88         |
| b. Rutas alternativas y bypass .....                                               | 89         |
| c. Stocks críticos y proveedores .....                                             | 89         |
| <b>3. Planes de contingencia y respuesta .....</b>                                 | <b>90</b>  |
| a. Procedimientos y checklists.....                                                | 90         |
| b. Simulacros y lecciones aprendidas.....                                          | 91         |
| c. Comunicación con stakeholders .....                                             | 91         |
| <b>4. Gestión de eventos extremos .....</b>                                        | <b>92</b>  |
| a. Clima, sismos, incendios, inundaciones.....                                     | 92         |
| b. Fallos de red y ciberincidentes .....                                           | 92         |
| c. Recuperación y retorno a operación .....                                        | 93         |
| <b>5. Seguros y transferencia de riesgo .....</b>                                  | <b>93</b>  |
| a. Coberturas y exclusiones .....                                                  | 93         |
| b. Pérdida de beneficio y SLA .....                                                | 94         |
| c. Evidencias y peritaciones .....                                                 | 94         |
| <b>6. Métricas de resiliencia .....</b>                                            | <b>95</b>  |
| a. MTTR/MTBF/MTTF y disponibilidad.....                                            | 95         |
| b. Índice de criticidad resiliente .....                                           | 95         |
| c. Coste evitado por incidentes .....                                              | 95         |
| <b>PARTE CUARTA. ....</b>                                                          | <b>97</b>  |
| <b>CICLO DE VIDA: PLANES DE VIDA ÚTIL Y TRANSICIÓN CAPEX→OPEX.....</b>             | <b>97</b>  |
| <b>Capítulo 7: Estrategias de vida útil, reemplazo y extensión de vida .....</b>   | <b>97</b>  |
| <b>1. Curvas de degradación y estados.....</b>                                     | <b>97</b>  |
| a. Modelos edad-condición-uso .....                                                | 97         |
| b. Curva “bañera” y modos dominantes .....                                         | 98         |
| c. Umbrales de intervención .....                                                  | 98         |
| <b>2. Planes de reemplazo y rehabilitación.....</b>                                | <b>99</b>  |
| a. Enfoques por estado/edad/riesgo .....                                           | 99         |
| b. Sustitución óptima vs. run-to-failure.....                                      | 99         |
| c. Gestión de obsolescencia tecnológica .....                                      | 100        |
| <b>3. Extensión de vida y retrofits .....</b>                                      | <b>101</b> |
| a. Evaluaciones técnicas y económicas .....                                        | 101        |
| b. Refuerzos estructurales y upgrades .....                                        | 101        |
| c. Impacto en LCC/TCO y ESG .....                                                  | 102        |

|                                                                                     |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>4. Ventanas operativas y shut-downs .....</b>                                    | <b>102</b> |
| a. Planificación por restricciones.....                                             | 102        |
| b. Coordinación multi-activos .....                                                 | 102        |
| c. Minimización de pérdida de servicio .....                                        | 103        |
| <b>5. Evidencias y trazabilidad .....</b>                                           | <b>103</b> |
| a. Inspecciones, ensayos y baseline .....                                           | 103        |
| b. Registros fotográficos y digitales.....                                          | 103        |
| c. Actualización del registro de activos .....                                      | 104        |
| <b>6. KPIs de ciclo de vida .....</b>                                               | <b>104</b> |
| a. Edad media ponderada vs. vida remanente.....                                     | 104        |
| b. % activos en estado aceptable .....                                              | 104        |
| c. Coste de renovación vs. valor de reposición .....                                | 105        |
| <b>Capítulo 8: Comisionamiento (Cx), IST y handover enfocado al OPEX .....</b>      | <b>106</b> |
| <b>1. Plan de Cx desde diseño .....</b>                                             | <b>106</b> |
| a. Requisitos del propietario (OIR) .....                                           | 106        |
| b. Estrategia de pruebas y aceptación .....                                         | 107        |
| c. Roles y responsabilidades.....                                                   | 107        |
| <b>2. Integrated Systems Testing (IST) .....</b>                                    | <b>108</b> |
| a. Pruebas integradas por escenarios .....                                          | 108        |
| b. Fallos deliberados y resiliencia .....                                           | 108        |
| c. Evidencias y liberación por fases .....                                          | 109        |
| <b>3. Handover de información y O&amp;M .....</b>                                   | <b>110</b> |
| a. Paquete de entrega COBie/O&M .....                                               | 110        |
| b. Formación de operadores .....                                                    | 110        |
| c. Garantías y periodo de ajuste .....                                              | 111        |
| <b>4. Cierre financiero vs. cierre operativo .....</b>                              | <b>111</b> |
| a. Hit milestones y condicionantes.....                                             | 111        |
| b. Punch list y defect liability.....                                               | 112        |
| c. KPIs de arranque.....                                                            | 112        |
| <b>5. Lecciones aprendidas del proyecto .....</b>                                   | <b>113</b> |
| a. Causas raíz y mejoras de diseño .....                                            | 113        |
| b. Cambios de especificación .....                                                  | 113        |
| c. Retroalimentación a estándares internos .....                                    | 114        |
| <b>6. Métricas de transición CAPEX→OPEX .....</b>                                   | <b>114</b> |
| a. % gaps de datos cerrados .....                                                   | 114        |
| b. Incidencias post-arranque .....                                                  | 114        |
| c. Coste de puesta en servicio vs. plan .....                                       | 115        |
| <b>PARTE QUINTA. ....</b>                                                           | <b>116</b> |
| <b>OPERACIÓN, FIABILIDAD Y MANTENIMIENTO (ESTRATEGIAS OPEX) .....</b>               | <b>116</b> |
| <b>Capítulo 9: Mantenimiento preventivo, predictivo y basado en condición .....</b> | <b>116</b> |
| <b>1. PM programado y optimización.....</b>                                         | <b>116</b> |
| a. Frecuencias y tareas estándar .....                                              | 116        |
| b. Riesgo de sobre/infra-mantenimiento .....                                        | 117        |
| c. Ajustes por evidencia.....                                                       | 118        |

|                                                                                  |            |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>2. PdM y analítica de condición .....</b>                                     | <b>118</b> |
| a. Vibración, térmica, ultrasonidos, aceite .....                                | 118        |
| b. Umbrales dinámicos y modelos .....                                            | 119        |
| c. Alarmas y falsas señales.....                                                 | 119        |
| <b>3. Estrategias mixtas por criticidad .....</b>                                | <b>120</b> |
| a. Preventivo, correctivo, CBM, RBM .....                                        | 120        |
| b. Spares críticos y lead times .....                                            | 121        |
| c. Contratos de servicio y SLAs .....                                            | 121        |
| <b>4. Planificación y programación del trabajo .....</b>                         | <b>122</b> |
| a. Backlog y ventanas operativas .....                                           | 122        |
| b. Capacidad y nivelación de recursos.....                                       | 122        |
| c. Permisos y seguridad .....                                                    | 123        |
| <b>5. Ejecución y cierre de OT .....</b>                                         | <b>123</b> |
| a. Checklists, fotos y medidas.....                                              | 123        |
| b. Códigos de causa y tiempos .....                                              | 124        |
| c. Captura de costes y materiales.....                                           | 124        |
| <b>6. KPIs O&amp;M .....</b>                                                     | <b>125</b> |
| a. Disponibilidad, MTBF, MTTR .....                                              | 125        |
| b. Cumplimiento de PM y backlog.....                                             | 125        |
| c. Coste O&M por unidad de servicio.....                                         | 126        |
| <b>Capítulo 10: Confiabilidad (RAM), integridad y seguridad operacional.....</b> | <b>127</b> |
| <b>1. Análisis RAM y mantenibilidad .....</b>                                    | <b>127</b> |
| a. Bloques de fiabilidad y series/paralelo .....                                 | 127        |
| b. Estrategias de diseño para O&M.....                                           | 128        |
| c. Mantenibilidad y accesibilidad .....                                          | 129        |
| <b>2. Integridad de activos.....</b>                                             | <b>129</b> |
| a. Integridad mecánica y estructural .....                                       | 129        |
| b. Integridad eléctrica y de control .....                                       | 130        |
| c. Programas de integridad verificados .....                                     | 130        |
| <b>3. Seguridad operacional .....</b>                                            | <b>131</b> |
| a. Permisos, LOTO y PTW .....                                                    | 131        |
| b. Gestión de cambios (MOC).....                                                 | 132        |
| c. Investigaciones de incidentes (RCA) .....                                     | 132        |
| <b>4. Competencias y formación .....</b>                                         | <b>133</b> |
| a. Matrices de competencias .....                                                | 133        |
| b. Reciclajes y certificaciones .....                                            | 133        |
| c. Evaluación de desempeño técnico .....                                         | 133        |
| <b>5. Gestión de repuestos y logística .....</b>                                 | <b>134</b> |
| a. Criticidad de repuestos.....                                                  | 134        |
| b. Políticas de stock y riesgo.....                                              | 135        |
| c. Obsolescencia y equivalencias.....                                            | 135        |
| <b>6. Indicadores RAM e integridad .....</b>                                     | <b>136</b> |
| a. OEE/Disponibilidad inherente/operativa .....                                  | 136        |
| b. Fallos repetitivos y Pareto .....                                             | 136        |
| c. Coste de fallos evitables .....                                               | 137        |

**PARTE SEXTA. ....138**
**ECONOMÍA DEL CICLO DE VIDA Y PRESUPUESTOS PLURIANUALES.....138**
**Capítulo 11: LCC/TCO, VAN/TIR y priorización de carteras .....138**
**1. Modelos financieros de ciclo de vida .....138**

- a. Entradas: CAPEX, OPEX, vida útil, residuales ..... 138
- b. Escenarios y sensibilidad ..... 139
- c. Riesgos y costes contingentes ..... 140

**2. Decisión económica de reemplazo .....140**

- a. Punto óptimo de sustitución ..... 140
- b. Coste de indisponibilidad y penalizaciones ..... 141
- c. Externalidades (ESG, carbono)..... 142

**3. Priorización multi-criterio.....142**

- a. Riesgo, desempeño, coste, impacto social ..... 142
- b. Puntuación y ranking..... 143
- c. Transparencia y trazabilidad ..... 143

**4. Planificación plurianual 3–5–10–30 años .....144**

- a. Horizonte, ciclos y ventanas ..... 144
- b. Cartera base vs. ajustada al riesgo ..... 144
- c. Pipeline y readiness ..... 144

**5. Financiación y modelos OPEX .....145**

- a. Contratos de desempeño y ahorro..... 145
- b. Arrendamientos y pay-per-use..... 145
- c. Mecanismos público-privados ..... 145

**6. KPIs financieros de cartera .....146**

- a. Capex-intensidad vs. Opex-intensidad ..... 146
- b. % financiación asegurada ..... 146
- c. Desviación coste-plazo ..... 146

**Capítulo 12: Presupuestación, cash-flow operativo y control de coste O&M.....148**
**1. Presupuesto O&M por activo y función .....148**

- a. Mano de obra, materiales, servicios ..... 148
- b. Energía y consumibles ..... 149
- c. Costes indirectos..... 149

**2. Forecasting y control mensual .....150**

- a. Curvas de gasto y S-curve ..... 150
- b. Desviaciones y medidas correctoras ..... 150
- c. Reforecast trimestral ..... 151

**3. Coste por unidad de servicio .....151**

- a. €/km, €/m<sup>3</sup>, €/MWh, €/m<sup>2</sup> ..... 151
- b. Benchmarks y bandas objetivo..... 152
- c. Ajustes por criticidad y edad ..... 152

**4. Gestión del ahorro y eficiencia .....153**

- a. Proyectos de reducción OPEX..... 153
- b. Medición y verificación ..... 153
- c. Reasignación a backlog crítico ..... 154

|                                                                               |            |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>5. Contratos y costes vinculados a SLA.....</b>                            | <b>154</b> |
| a. Pagos por desempeño .....                                                  | 154        |
| b. Penalizaciones/bonificaciones .....                                        | 154        |
| c. Auditoría de facturación .....                                             | 155        |
| <b>6. Cuadros de mando financieros .....</b>                                  | <b>155</b> |
| a. KPIs y umbrales.....                                                       | 155        |
| b. Alertas tempranas .....                                                    | 156        |
| c. Reportes a dirección .....                                                 | 156        |
| <b>PARTE SÉPTIMA. ....</b>                                                    | <b>157</b> |
| <b>CONTRATACIÓN, MODELOS DE ENTREGA Y ALINEACIÓN A VALOR .....</b>            | <b>157</b> |
| <b>Capítulo 13: SLAs, KPIs y contratos de desempeño (incl. energía).....</b>  | <b>157</b> |
| <b>1. Diseño de niveles de servicio .....</b>                                 | <b>157</b> |
| a. Disponibilidad/tiempos de respuesta.....                                   | 157        |
| b. Calidad, seguridad y sostenibilidad .....                                  | 158        |
| c. Métricas objetivas y verificables .....                                    | 158        |
| <b>2. KPIs y régimen de incentivos .....</b>                                  | <b>159</b> |
| a. Bonos/penalizaciones .....                                                 | 159        |
| b. Sharing de ahorros .....                                                   | 160        |
| c. Revisión y rebalanceo .....                                                | 160        |
| <b>3. Contratos orientados al ciclo de vida .....</b>                         | <b>161</b> |
| a. Mantenimiento integral y outcome-based.....                                | 161        |
| b. Performance contracts y ESCO .....                                         | 161        |
| c. Handover de datos y obligaciones O&M .....                                 | 162        |
| <b>4. Riesgos contractuales.....</b>                                          | <b>162</b> |
| a. Riesgo de desempeño y fuerza mayor.....                                    | 162        |
| b. Propiedad de datos y ciber.....                                            | 162        |
| c. Planes de salida y transición .....                                        | 163        |
| <b>5. Supervisión y auditoría .....</b>                                       | <b>163</b> |
| a. Indicadores de cumplimiento .....                                          | 163        |
| b. Evidencias y trazabilidad .....                                            | 163        |
| c. Disputas y resolución .....                                                | 164        |
| <b>6. Lecciones aprendidas y estandarización .....</b>                        | <b>164</b> |
| a. Cláusulas tipo y anexos.....                                               | 164        |
| b. Plantillas de SLA/KPI .....                                                | 164        |
| c. Biblioteca de contratos .....                                              | 165        |
| <b>Capítulo 14: Modelos colaborativos (EPC, DB, IPD, alianzas, PPP) .....</b> | <b>166</b> |
| <b>1. Asignación de riesgos por modelo .....</b>                              | <b>166</b> |
| a. Diseño–construcción–operación .....                                        | 166        |
| b. Incentivos y objetivos compartidos.....                                    | 167        |
| c. Gobernanza del modelo .....                                                | 167        |
| <b>2. Requisitos de información y entregables .....</b>                       | <b>168</b> |
| a. EIR/AIR y handover .....                                                   | 168        |
| b. Puntos de control y gateways .....                                         | 168        |
| c. Calidad y aceptación .....                                                 | 169        |



|                                                                          |            |
|--------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>3. Coordinación CAPEX–OPEX en la entrega</b>                          | <b>169</b> |
| a. Requisitos de mantenibilidad                                          | 169        |
| b. Accesibilidad y repuestos                                             | 169        |
| c. Coste total y garantías                                               | 170        |
| <b>4. Gestión colaborativa y disputas</b>                                | <b>170</b> |
| a. Matrices de riesgo y logs                                             | 170        |
| b. Early warning y resolución temprana                                   | 170        |
| c. Mediación/arbitraje                                                   | 171        |
| <b>5. Desempeño y aprendizaje</b>                                        | <b>171</b> |
| a. KPIs de colaboración                                                  | 171        |
| b. Auditorías compartidas                                                | 171        |
| c. Mejora continua del modelo                                            | 172        |
| <b>6. Transición a operación estable</b>                                 | <b>172</b> |
| a. Periodo de ajuste y KPIs                                              | 172        |
| b. Prórrogas y reequilibrios                                             | 172        |
| c. Cierre y transferencia                                                | 173        |
| <b>PARTE OCTAVA</b>                                                      | <b>174</b> |
| <b>MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO, AUDITORÍA Y MEJORA CONTINUA</b>               | <b>174</b> |
| <b>Capítulo 15: Indicadores, cuadros de mando y evaluación ISO 55001</b> | <b>174</b> |
| <b>1. Diseño de indicadores</b>                                          | <b>174</b> |
| a. Leading/lagging y jerarquía KPI                                       | 174        |
| b. Integración riesgo–coste–servicio                                     | 175        |
| c. Metas y bandas de control                                             | 176        |
| <b>2. Cuadros de mando ejecutivos y técnicos</b>                         | <b>176</b> |
| a. Visión por cartera/activo/OT                                          | 176        |
| b. Storytelling y decisiones                                             | 177        |
| c. Automatización y datos en tiempo real                                 | 177        |
| <b>3. Evaluación de desempeño</b>                                        | <b>178</b> |
| a. Benchmarks y percentiles                                              | 178        |
| b. Revisión de objetivos                                                 | 178        |
| c. Acciones correctivas                                                  | 179        |
| <b>4. Auditorías internas y externas</b>                                 | <b>179</b> |
| a. Planes, listas de verificación                                        | 179        |
| b. No conformidades y causas raíz                                        | 180        |
| c. Cierre y verificación de eficacia                                     | 180        |
| <b>5. Lecciones aprendidas y knowledge management</b>                    | <b>181</b> |
| a. Captura y curación de conocimiento                                    | 181        |
| b. Comunidades de práctica                                               | 181        |
| c. Estándares internos                                                   | 182        |
| <b>6. Roadmap de mejora continua</b>                                     | <b>182</b> |
| a. Prioridades y quick wins                                              | 182        |
| b. Inversiones y capacidades                                             | 183        |
| c. Seguimiento trimestral                                                | 183        |
| <b>Capítulo 16: Madurez organizativa y plan de implantación</b>          | <b>184</b> |

|                                                                                        |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>1. Modelos de madurez (IAM, propios).....</b>                                       | <b>184</b> |
| a. Dimensiones y escalas .....                                                         | 184        |
| b. Assessment inicial .....                                                            | 185        |
| c. Target de madurez.....                                                              | 185        |
| <b>2. Brechas y plan de cierre .....</b>                                               | <b>186</b> |
| a. Capacidades, procesos, tecnología.....                                              | 186        |
| b. Priorización por valor/riesgo .....                                                 | 186        |
| c. Plan por oleadas .....                                                              | 187        |
| <b>3. Gestión del cambio .....</b>                                                     | <b>187</b> |
| a. Patrocinio y liderazgo .....                                                        | 187        |
| b. Formación y coaching.....                                                           | 188        |
| c. Comunicación y adopción.....                                                        | 188        |
| <b>4. Estructura organizativa .....</b>                                                | <b>189</b> |
| a. Roles, RACI y dotación .....                                                        | 189        |
| b. Centros de excelencia .....                                                         | 189        |
| c. Gobierno de datos .....                                                             | 190        |
| <b>5. Presupuesto y business case.....</b>                                             | <b>190</b> |
| a. Costes e inversiones .....                                                          | 190        |
| b. Beneficios cuantificados.....                                                       | 191        |
| c. Indicadores de retorno .....                                                        | 191        |
| <b>6. Métricas de implantación.....</b>                                                | <b>191</b> |
| a. Hitos y % completado .....                                                          | 191        |
| b. Beneficios capturados .....                                                         | 192        |
| c. Riesgos residuales.....                                                             | 192        |
| <b>PARTE NOVENA. ....</b>                                                              | <b>193</b> |
| <b>DIGITALIZACIÓN, ANALÍTICA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL .....</b>                       | <b>193</b> |
| <b>Capítulo 17: Gobierno del dato, analítica y priorización basada en riesgo .....</b> | <b>193</b> |
| <b>1. Data strategy para activos.....</b>                                              | <b>193</b> |
| a. Catálogo y linaje de datos.....                                                     | 193        |
| b. Calidad, seguridad y acceso.....                                                    | 194        |
| c. Ética y privacidad .....                                                            | 194        |
| <b>2. Analítica descriptiva y diagnóstica .....</b>                                    | <b>195</b> |
| a. Dashboards y alertas .....                                                          | 195        |
| b. RCA asistido por datos.....                                                         | 195        |
| c. Scripts reutilizables .....                                                         | 196        |
| <b>3. Analítica predictiva y prescriptiva.....</b>                                     | <b>196</b> |
| a. Modelos de fallo y degradación .....                                                | 196        |
| b. Recomendaciones de intervención .....                                               | 197        |
| c. Optimización multi-objetivo .....                                                   | 197        |
| <b>4. Priorización basada en riesgo .....</b>                                          | <b>198</b> |
| a. Scoring por activo/cartera .....                                                    | 198        |
| b. Value-at-Risk de servicio .....                                                     | 198        |
| c. Planes dinámicos .....                                                              | 199        |
| <b>5. Integración tiempo real (IoT/SCADA/BMS) .....</b>                                | <b>199</b> |
| a. Streaming y almacenamiento.....                                                     | 199        |

|                                                                         |            |
|-------------------------------------------------------------------------|------------|
| b. Latencia y edge .....                                                | 200        |
| c. Mantenimiento basado en condición .....                              | 200        |
| <b>6. KPIs de valor analítico .....</b>                                 | <b>201</b> |
| a. Ahorro OPEX atribuible .....                                         | 201        |
| b. Fallos evitados .....                                                | 201        |
| c. Mejora de disponibilidad .....                                       | 201        |
| <b>Capítulo 18: Ciberseguridad OT/ICS e interoperabilidad .....</b>     | <b>203</b> |
| <b>1. Gobierno de ciber OT .....</b>                                    | <b>203</b> |
| a. Políticas y roles .....                                              | 203        |
| b. Riesgo ciber integrado .....                                         | 204        |
| c. Cumplimiento y auditoría .....                                       | 204        |
| <b>2. Arquitectura segura .....</b>                                     | <b>205</b> |
| a. Segmentación y DMZ .....                                             | 205        |
| b. Gestión de identidades .....                                         | 205        |
| c. Parcheo y hardening .....                                            | 206        |
| <b>3. Monitorización y respuesta .....</b>                              | <b>206</b> |
| a. Detección de anomalías .....                                         | 206        |
| b. Playbooks de respuesta .....                                         | 207        |
| c. Recuperación y lecciones .....                                       | 207        |
| <b>4. Interoperabilidad y estándares abiertos .....</b>                 | <b>208</b> |
| a. APIs y contratos de datos .....                                      | 208        |
| b. Formatos abiertos (IFC, IDS) .....                                   | 208        |
| c. Pruebas de integración .....                                         | 208        |
| <b>5. Resiliencia ciberfísica .....</b>                                 | <b>209</b> |
| a. Escenarios combinados .....                                          | 209        |
| b. Pruebas de estrés .....                                              | 209        |
| c. Continuidad de servicio .....                                        | 209        |
| <b>6. Métricas de ciber OT .....</b>                                    | <b>210</b> |
| a. MTTC/MTTR ciber .....                                                | 210        |
| b. Incidentes por crítico .....                                         | 210        |
| c. Cobertura de controles .....                                         | 210        |
| <b>PARTE DÉCIMA. ....</b>                                               | <b>211</b> |
| <b>SOSTENIBILIDAD, ESG Y RIESGO CLIMÁTICO EN EL CICLO DE VIDA .....</b> | <b>211</b> |
| <b>Capítulo 19: Carbono en ciclo de vida y economía circular .....</b>  | <b>211</b> |
| <b>1. Alcances y huellas (A1–A5/B/C/D) .....</b>                        | <b>211</b> |
| a. Inventarios y factores .....                                         | 211        |
| b. Materiales y componentes .....                                       | 212        |
| c. Reutilización y reciclabilidad .....                                 | 212        |
| <b>2. Diseño para O&amp;M eficiente .....</b>                           | <b>213</b> |
| a. Eficiencia energética y hídrica .....                                | 213        |
| b. Mantenibilidad y limpieza .....                                      | 213        |
| c. Sustituciones de bajo impacto .....                                  | 214        |
| <b>3. Compras y contratación sostenible .....</b>                       | <b>214</b> |
| a. Criterios y cláusulas .....                                          | 214        |

|                                                                                                                               |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| b. Pasaportes de materiales .....                                                                                             | 215        |
| c. Trazabilidad.....                                                                                                          | 215        |
| <b>4. Operación baja en carbono .....</b>                                                                                     | <b>216</b> |
| a. Optimización energética.....                                                                                               | 216        |
| b. Renovables y almacenamiento .....                                                                                          | 216        |
| c. Monitorización continuo .....                                                                                              | 217        |
| <b>5. Indicadores y reporting ESG .....</b>                                                                                   | <b>217</b> |
| a. KPIs y cuadros de mando.....                                                                                               | 217        |
| b. Verificación externa .....                                                                                                 | 218        |
| c. Comunicación a stakeholders .....                                                                                          | 218        |
| <b>6. Business case verde .....</b>                                                                                           | <b>219</b> |
| a. Ahorros y financiación verde.....                                                                                          | 219        |
| b. Riesgos evitados .....                                                                                                     | 219        |
| c. Incentivos.....                                                                                                            | 219        |
| <b>Capítulo 20: Adaptación, resiliencia y presupuestos climáticos .....</b>                                                   | <b>221</b> |
| <b>1. Mapas de riesgo climático .....</b>                                                                                     | <b>221</b> |
| a. Escenarios e impactos .....                                                                                                | 221        |
| b. Vulnerabilidad por activo .....                                                                                            | 222        |
| c. Priorización de medidas.....                                                                                               | 222        |
| <b>2. Soluciones de adaptación .....</b>                                                                                      | <b>223</b> |
| a. Infraestructura gris/verde/azul .....                                                                                      | 223        |
| b. Redundancias y protección .....                                                                                            | 223        |
| c. Operación adaptativa .....                                                                                                 | 224        |
| <b>3. Presupuestos de resiliencia .....</b>                                                                                   | <b>224</b> |
| a. Cartera dedicada y triggers .....                                                                                          | 224        |
| b. Criterios de elegibilidad.....                                                                                             | 225        |
| c. Seguimiento y auditoría.....                                                                                               | 225        |
| <b>4. Continuidad de negocio climática .....</b>                                                                              | <b>225</b> |
| a. BIA y planes de contingencia .....                                                                                         | 225        |
| b. Simulacros y ejercicios .....                                                                                              | 226        |
| c. Coordinación inter-agencial.....                                                                                           | 226        |
| <b>5. Seguros y transferencia de riesgo climático.....</b>                                                                    | <b>226</b> |
| a. Coberturas paramétricas .....                                                                                              | 226        |
| b. Requisitos de datos .....                                                                                                  | 227        |
| c. Reclamaciones y peritaje .....                                                                                             | 227        |
| <b>6. KPIs de adaptación.....</b>                                                                                             | <b>227</b> |
| a. Riesgo residual.....                                                                                                       | 227        |
| b. Tiempo de recuperación .....                                                                                               | 228        |
| c. Coste evitado .....                                                                                                        | 228        |
| <b>PARTE UNDÉCIMA. ....</b>                                                                                                   | <b>229</b> |
| <b>APLICACIONES SECTORIALES (PATRONES REUTILIZABLES) .....</b>                                                                | <b>229</b> |
| <b>Capítulo 21: Patrones por sector (vías, agua, energía, edificios, hospitales, puertos/aeropuertos, data centers) .....</b> | <b>229</b> |
| <b>1. Vías y puentes .....</b>                                                                                                | <b>229</b> |

|                                                                                                                                          |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| a. Inventario, condición y vida útil .....                                                                                               | 229        |
| b. Riesgos y retrofits .....                                                                                                             | 230        |
| c. Presupuestos plurianuales .....                                                                                                       | 230        |
| <b>2. Agua y saneamiento.....</b>                                                                                                        | <b>231</b> |
| a. Activos lineales y estaciones .....                                                                                                   | 231        |
| b. Pérdidas y fiabilidad .....                                                                                                           | 231        |
| c. Energía y costes .....                                                                                                                | 232        |
| <b>3. Energía y redes .....</b>                                                                                                          | <b>232</b> |
| a. Subestaciones y líneas .....                                                                                                          | 232        |
| b. Integridad y ciber .....                                                                                                              | 232        |
| c. Regulación de servicio .....                                                                                                          | 233        |
| <b>4. Edificios e instalaciones complejas .....</b>                                                                                      | <b>233</b> |
| a. MEP crítico y BMS/DCIM .....                                                                                                          | 233        |
| b. Experiencia del usuario .....                                                                                                         | 233        |
| c. Contratos por desempeño .....                                                                                                         | 234        |
| <b>5. Puertos y aeropuertos.....</b>                                                                                                     | <b>234</b> |
| a. Pavimentos y terminales .....                                                                                                         | 234        |
| b. Equipos y disponibilidad .....                                                                                                        | 234        |
| c. Seguridad y flujos.....                                                                                                               | 235        |
| <b>6. Centros de datos y hospitales.....</b>                                                                                             | <b>235</b> |
| a. N, N+1, continuidad 24/7 .....                                                                                                        | 235        |
| b. IST e incidentes críticos .....                                                                                                       | 235        |
| c. KPIs y SLAs específicos .....                                                                                                         | 236        |
| <b>PARTE DUODÉCIMA. ....</b>                                                                                                             | <b>237</b> |
| <b>HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DE ACTIVOS E INFRAESTRUCTURAS (ISO 55001) PARA INGENIERÍA Y CONSTRUCTORAS. CHECKLISTS Y FORMULARIOS .....</b> | <b>237</b> |
| <b>Capítulo 22: Diagnóstico ISO 55001 y política/SAMP (listas completas).....</b>                                                        | <b>237</b> |
| <b>CHECKLIST Nº 22.01 — Conformidad ISO 55001 (cláusulas) .....</b>                                                                      | <b>237</b> |
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....                                                                        | 237        |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) .....                                                           | 238        |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras .....                                                           | 238        |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                                                                             | 239        |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                                                                           | 239        |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                                                                                | 239        |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                                                                            | 239        |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                                                                                | 239        |
| <b>CHECKLIST Nº 22.02 — Política y objetivos de gestión de activos (aprobación y despliegue) ....</b>                                    | <b>240</b> |
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....                                                                        | 240        |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) .....                                                           | 240        |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras .....                                                           | 241        |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                                                                             | 241        |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                                                                           | 241        |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                                                                                | 241        |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                                                                            | 241        |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                                                                                | 241        |
| — Módulo Jurídico-Contractual .....                                                                                                      | 242        |

**FORMULARIO Nº 22.03 — Matriz de partes interesadas (identificación, requisitos y plan).....242**

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....              | 242 |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) ..... | 242 |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras ..... | 242 |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                   | 243 |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                 | 243 |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                      | 243 |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                  | 243 |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                      | 243 |

**FORMULARIO Nº 22.04 — Plantilla SAMP (Plan Estratégico de Gestión de Activos) .....244**

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....              | 244 |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) ..... | 244 |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras ..... | 244 |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                   | 244 |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                 | 245 |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                      | 245 |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                  | 245 |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                      | 245 |
| — Módulo Datos e Interoperabilidad (opcional) .....                            | 245 |

**FORMULARIO Nº 22.05 — Registro de riesgos estratégicos (ISO 55001).....245**

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....              | 246 |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) ..... | 246 |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras ..... | 246 |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                   | 246 |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                 | 246 |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                      | 247 |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                  | 247 |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                      | 247 |
| — Módulo Riesgos y Seguridad (PRL/operativa) .....                             | 247 |

**CHECKLIST Nº 22.06 — Gobernanza y roles (comités, RACI e indicadores).....247**

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....              | 247 |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) ..... | 248 |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras ..... | 248 |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                   | 248 |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                 | 248 |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                      | 248 |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                  | 248 |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                      | 249 |
| — Módulo Datos e Interoperabilidad (opcional) .....                            | 249 |

**Capítulo 23: Registro de activos y calidad de datos (modelos listos para usar) .....250**

**FORMULARIO Nº 23.01 — Inventario y jerarquía de activos (campos, codificación e importación)250**

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....              | 250 |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) ..... | 251 |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras ..... | 251 |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                   | 251 |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                 | 252 |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                      | 252 |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                  | 252 |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                      | 252 |

|                                                                                                    |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| — Módulo Datos e Interoperabilidad (opcional) .....                                                | 252        |
| <b>FORMULARIO Nº 23.02 — Matriz de criticidad por activo (escalas, ejemplo y guía) .....</b>       | <b>253</b> |
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....                                  | 253        |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) .....                     | 253        |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras .....                     | 253        |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                                       | 254        |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                                     | 254        |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                                          | 254        |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                                      | 254        |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                                          | 254        |
| — Módulo Datos e Interoperabilidad (opcional) .....                                                | 255        |
| <b>FORMULARIO Nº 23.03 — Alta/Cambio/Baja de activo (workflow, evidencias y versiones) .....</b>   | <b>255</b> |
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....                                  | 255        |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) .....                     | 255        |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras .....                     | 255        |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                                       | 256        |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                                     | 256        |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                                          | 256        |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                                      | 256        |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                                          | 256        |
| — Módulo Jurídico-Contractual .....                                                                | 257        |
| — Módulo Operación y Mantenimiento .....                                                           | 257        |
| <b>CHECKLIST Nº 23.04 — Handover BIM-COBie (tablas, validación e informe de calidad) .....</b>     | <b>257</b> |
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....                                  | 257        |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) .....                     | 257        |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras .....                     | 258        |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                                       | 258        |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                                     | 258        |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                                          | 258        |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                                      | 258        |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                                          | 259        |
| — Módulo Datos e Interoperabilidad (opcional) .....                                                | 259        |
| <b>FORMULARIO Nº 23.05 — Indicadores de salud de datos (definición, cálculo y dashboard) .....</b> | <b>259</b> |
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....                                  | 259        |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) .....                     | 260        |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras .....                     | 260        |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                                       | 260        |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                                     | 260        |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                                          | 260        |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                                      | 261        |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                                          | 261        |
| — Módulo Datos e Interoperabilidad (opcional) .....                                                | 261        |
| <b>FORMULARIO Nº 23.06 — Plan de mejora del dato (brechas, acciones y cronograma) .....</b>        | <b>261</b> |
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....                                  | 261        |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) .....                     | 262        |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras .....                     | 262        |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                                       | 262        |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                                     | 262        |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                                          | 263        |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                                      | 263        |

|                                                                                                                |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                                                      | 263        |
| — Módulo Datos e Interoperabilidad (opcional) .....                                                            | 263        |
| <b>Capítulo 24: Planes de vida útil y mantenimiento (paquetes completos) .....</b>                             | <b>264</b> |
| <b>FORMULARIO Nº 24.01 — Plan de reemplazo a 30 años (supuestos, triggers y exportables) ....</b>              | <b>264</b> |
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....                                              | 264        |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) .....                                 | 265        |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras .....                                 | 265        |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                                                   | 265        |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                                                 | 265        |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                                                      | 266        |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                                                  | 266        |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                                                      | 266        |
| — Módulo Datos e Interoperabilidad (opcional) .....                                                            | 266        |
| <b>FORMULARIO Nº 24.02 — Programa de mantenimiento por criticidad (tareas, recursos y revisión anual).....</b> | <b>266</b> |
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....                                              | 267        |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) .....                                 | 267        |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras .....                                 | 267        |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                                                   | 267        |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                                                 | 268        |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                                                      | 268        |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                                                  | 268        |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                                                      | 268        |
| — Módulo Operación y Mantenimiento .....                                                                       | 268        |
| <b>FORMULARIO Nº 24.03 — Hoja de ruta CBM/PdM (sensores, umbrales, integración y alertas) 269</b>              | <b>269</b> |
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....                                              | 269        |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) .....                                 | 269        |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras .....                                 | 269        |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                                                   | 270        |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                                                 | 270        |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                                                      | 270        |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                                                  | 270        |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                                                      | 270        |
| — Módulo Datos e Interoperabilidad .....                                                                       | 271        |
| <b>FORMULARIO Nº 24.04 — Shut-down y permisos (LOTO/PTW, riesgos y aprobaciones).....</b>                      | <b>271</b> |
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....                                              | 271        |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) .....                                 | 271        |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras .....                                 | 271        |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                                                   | 272        |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                                                 | 272        |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                                                      | 272        |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                                                  | 272        |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                                                      | 273        |
| <b>CHECKLIST Nº 24.05 — RCA y lecciones aprendidas (pasos, evidencias y difusión) .....</b>                    | <b>273</b> |
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....                                              | 273        |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) .....                                 | 273        |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras .....                                 | 274        |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                                                   | 274        |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                                                 | 274        |

|                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------|-----|
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) ..... | 274 |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....             | 274 |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                 | 275 |
| — Módulo Lecciones aprendidas y difusión .....            | 275 |

#### **FORMULARIO Nº 24.06 — Kit de repuestos críticos (criterios, stocks, lead times y auditoría) ...275**

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....              | 275 |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) ..... | 275 |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras ..... | 276 |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                   | 276 |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes .....                                | 276 |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                      | 276 |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                  | 277 |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                      | 277 |
| — Módulo Datos e Interoperabilidad .....                                       | 277 |

### **Capítulo 25: Gestión de riesgos, continuidad y resiliencia .....278**

#### **FORMULARIO Nº 25.01 — Matriz de riesgos operacional (campos, scoring, tratamiento y seguimiento) .....278**

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....              | 278 |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) ..... | 279 |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras ..... | 279 |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                   | 279 |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes .....                                | 280 |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                      | 280 |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                  | 280 |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                      | 280 |
| — Módulo Datos e Interoperabilidad (opcional) .....                            | 280 |

#### **FORMULARIO Nº 25.02 — BIA y plan de continuidad (formatos, procedimientos, pruebas y evidencias) .....281**

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....              | 281 |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) ..... | 281 |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras ..... | 281 |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                   | 282 |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes .....                                | 282 |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                      | 282 |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                  | 282 |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                      | 282 |
| — Módulo Riesgos y Seguridad (PRL/operativa) .....                             | 282 |

#### **FORMULARIO Nº 25.03 — Plan de contingencia climática (escenarios, medidas, roles y registro)283**

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....              | 283 |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) ..... | 283 |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras ..... | 283 |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                   | 284 |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes .....                                | 284 |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                      | 284 |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                  | 284 |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                      | 284 |
| — Módulo Ambiental-Sostenibilidad .....                                        | 285 |

#### **FORMULARIO Nº 25.04 — Registro de incidentes y near-miss (campos, clasificación, RCA rápido, cierre y verificación) .....285**

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....              | 285 |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) ..... | 285 |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras ..... | 285 |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                   | 286 |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                 | 286 |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                      | 286 |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                  | 286 |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                      | 287 |
| — Módulo Riesgos y Seguridad (PRL/operativa) .....                             | 287 |

#### **CHECKLIST Nº 25.05 — Seguros de activos (coberturas, límites, exclusiones y requisitos de prueba)**

.....287

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....              | 287 |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) ..... | 287 |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras ..... | 288 |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                   | 288 |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                 | 288 |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                      | 288 |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                  | 288 |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                      | 289 |
| — Módulo Jurídico-Contractual .....                                            | 289 |

#### **FORMULARIO Nº 25.06 — Informe post-evento (estructura, métricas, coste evitado y acciones)**

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....              | 289 |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) ..... | 289 |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras ..... | 290 |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                   | 290 |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                 | 290 |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                      | 290 |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                  | 290 |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                      | 291 |

### **Capítulo 26: Presupuestos plurianuales, LCC y priorización .....292**

#### **FORMULARIO Nº 26.01 — Cartera 3–5–10–30 años (campos, filtros, priorización y export a comité)**

.....292

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....              | 292 |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) ..... | 293 |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras ..... | 293 |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                   | 293 |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                 | 293 |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                      | 293 |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                  | 294 |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                      | 294 |
| — Módulo Datos e Interoperabilidad (opcional) .....                            | 294 |

#### **FORMULARIO Nº 26.02 — Modelo LCC/TCO con escenarios (entradas, salidas, sensibilidades y gráficos) .....**

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....              | 294 |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) ..... | 295 |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras ..... | 295 |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                   | 295 |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                 | 295 |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                      | 295 |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                  | 296 |

|                                           |     |
|-------------------------------------------|-----|
| Sección 8. Evidencias y referencias ..... | 296 |
| — Módulo Inmobiliario–Financiero .....    | 296 |

**FORMULARIO Nº 26.03 — Informe ejecutivo de inversión (business case, riesgos, mitigaciones, decisión y condiciones) .....296**

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....              | 296 |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) ..... | 297 |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras ..... | 297 |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                   | 297 |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                 | 297 |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                      | 297 |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                  | 297 |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                      | 298 |

**FORMULARIO Nº 26.04 — Cuadro de indicadores financieros (KPIs, umbrales, alertas y comentarios) .....298**

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....              | 298 |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) ..... | 298 |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras ..... | 298 |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                   | 299 |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                 | 299 |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                      | 299 |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                  | 299 |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                      | 299 |
| — Módulo Datos e Interoperabilidad .....                                       | 300 |

**FORMULARIO Nº 26.05 — Plan anual O&M (presupuesto vs. real, backlog, riesgos y reforecast)301**

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....              | 301 |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) ..... | 301 |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras ..... | 301 |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                   | 302 |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                 | 302 |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                      | 302 |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                  | 302 |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                      | 302 |
| — Módulo Operación y Mantenimiento .....                                       | 302 |

**CHECKLIST Nº 26.06 — Revisión de cartera (criterios de entrada/salida, alineamiento SAMP y aprobaciones).....303**

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....              | 303 |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) ..... | 303 |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras ..... | 303 |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                   | 304 |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                 | 304 |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                      | 304 |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                  | 304 |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                      | 304 |
| — Módulo Datos e Interoperabilidad .....                                       | 304 |

**Capítulo 27: SLAs, KPIs y anexos contractuales orientados al OPEX .....305**

**FORMULARIO Nº 27.01 — SLA por servicio (métricas, métodos de medida y penalizaciones/bonos) .....305**

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....              | 305 |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) ..... | 306 |

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras ..... | 306 |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                   | 306 |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                 | 306 |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                      | 307 |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                  | 307 |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                      | 307 |
| — Módulo Jurídico-Contractual .....                                            | 307 |
| — Módulo Datos e Interoperabilidad .....                                       | 307 |

#### **FORMULARIO Nº 27.02 — Anexo de datos y handover (especificación, formatos, plazos y validación)**

|                                                                                |            |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------|
| .....                                                                          | <b>308</b> |
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....              | 308        |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) ..... | 308        |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras ..... | 308        |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                   | 309        |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                 | 309        |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                      | 309        |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                  | 309        |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                      | 309        |
| — Módulo Datos e Interoperabilidad .....                                       | 310        |

#### **FORMULARIO Nº 27.03 — KPI book contractual (definiciones, fórmulas, fuentes y auditoría) ..310**

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....              | 310 |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) ..... | 310 |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras ..... | 310 |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                   | 311 |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                 | 311 |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                      | 311 |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                  | 311 |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                      | 311 |
| — Módulo Auditoría.....                                                        | 311 |

#### **FORMULARIO Nº 27.04 — RACI contractual (responsables, escalado, reuniones y cambios) ....312**

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....              | 312 |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) ..... | 312 |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras ..... | 312 |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                   | 313 |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                 | 313 |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                      | 313 |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                  | 313 |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                      | 313 |
| — Módulo Jurídico-Contractual .....                                            | 313 |

#### **FORMULARIO Nº 27.05 — Plan de transición y salida (entregables, plazos, formación, soporte y verificación) .....314**

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....              | 314 |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) ..... | 314 |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras ..... | 314 |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                   | 315 |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                 | 315 |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                      | 315 |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                  | 315 |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                      | 315 |
| — Módulo Jurídico-Contractual .....                                            | 315 |

|                                                                                                     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>CHECKLIST Nº 27.06 — Cumplimiento contractual (evidencias, no conformidades y acciones) .316</b> |     |
| Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto .....                                   | 316 |
| Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia) .....                      | 316 |
| Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras .....                      | 316 |
| Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo .....                                        | 317 |
| Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....                                                      | 317 |
| Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica) .....                                           | 317 |
| Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI) .....                                                       | 317 |
| Sección 8. Evidencias y referencias .....                                                           | 317 |
| — Módulo Datos e Interoperabilidad .....                                                            | 318 |

## **PARTE DECIMOTERCERA. ....319**

### **PRÁCTICA DE GESTIÓN DE ACTIVOS E INFRAESTRUCTURAS (ISO 55001) PARA INGENIERÍA Y CONSTRUCTORAS .....319**

## **Capítulo 28: Casos España — del CAPEX al OPEX con presupuestos plurianuales .....319**

|                                                    |            |
|----------------------------------------------------|------------|
| <b>1. Carretera autonómica: plan 10 años .....</b> | <b>319</b> |
| a. Inventario y estado .....                       | 319        |
| b. Riesgo y priorización.....                      | 320        |
| c. Presupuesto y resultados .....                  | 320        |
| <b>2. Hospital regional: fiabilidad MEP.....</b>   | <b>321</b> |
| a. Críticos y redundancias.....                    | 321        |
| b. SLA y contratos .....                           | 321        |
| c. Ahorros OPEX.....                               | 321        |
| <b>3. Red de agua: pérdidas y energía .....</b>    | <b>322</b> |
| a. Monitorización y PdM .....                      | 322        |
| b. Intervenciones.....                             | 322        |
| c. KPIs de servicio .....                          | 323        |
| <b>4. Puente urbano: extensión de vida .....</b>   | <b>323</b> |
| a. Ensayos y retrofits .....                       | 323        |
| b. Cierre y tráfico .....                          | 323        |
| c. LCC/TCO .....                                   | 324        |
| <b>5. Edificios públicos: cartera.....</b>         | <b>324</b> |
| a. Handover BIM-COBie.....                         | 324        |
| b. O&M y cuadros de mando .....                    | 324        |
| c. Mejora continua .....                           | 325        |
| <b>6. Data center privado: N+1 .....</b>           | <b>325</b> |
| a. IST y arranque.....                             | 325        |
| b. Incidente y RCA .....                           | 325        |
| c. Mejora y ahorro .....                           | 326        |

## **Capítulo 29: Casos Latinoamérica — criticidad, riesgos y OPEX eficiente .....327**

|                                        |            |
|----------------------------------------|------------|
| <b>1. Autopista concesionada .....</b> | <b>327</b> |
| a. SLA y peajes .....                  | 327        |
| b. Rehabilitaciones .....              | 328        |
| c. Riesgos climáticos .....            | 328        |
| <b>2. Planta de agua potable .....</b> | <b>329</b> |
| a. Fallo crítico y PdM .....           | 329        |

|                                                                                                                                                                                                                         |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| b. Respuesta y continuidad .....                                                                                                                                                                                        | 329        |
| c. KPIs post-evento .....                                                                                                                                                                                               | 330        |
| <b>3. Red eléctrica urbana .....</b>                                                                                                                                                                                    | <b>330</b> |
| a. Integridad y ciber OT .....                                                                                                                                                                                          | 330        |
| b. Actuaciones .....                                                                                                                                                                                                    | 330        |
| c. Pérdidas técnicas .....                                                                                                                                                                                              | 331        |
| <b>4. Aeropuerto regional.....</b>                                                                                                                                                                                      | <b>331</b> |
| a. Pavimentos y ayudas .....                                                                                                                                                                                            | 331        |
| b. Ventanas y seguridad .....                                                                                                                                                                                           | 331        |
| c. Coste evitado .....                                                                                                                                                                                                  | 332        |
| <b>5. Hospital universitario.....</b>                                                                                                                                                                                   | <b>332</b> |
| a. EnerTIC y ESCO .....                                                                                                                                                                                                 | 332        |
| b. Contrato desempeño .....                                                                                                                                                                                             | 332        |
| c. Ahorro verificado .....                                                                                                                                                                                              | 333        |
| <b>6. Edificios educativos.....</b>                                                                                                                                                                                     | <b>333</b> |
| a. Cartera y LCC .....                                                                                                                                                                                                  | 333        |
| b. Presupuesto 5–10 años .....                                                                                                                                                                                          | 333        |
| c. Resultados .....                                                                                                                                                                                                     | 334        |
| <b>Capítulo 30: Casos prácticos de gestión de activos e infraestructuras (ISO 55001) para ingeniería y constructoras.....</b>                                                                                           | <b>335</b> |
| <b>Caso práctico 1. "GESTIÓN DE ACTIVOS E INFRAESTRUCTURAS (ISO 55001) PARA INGENIERÍA Y CONSTRUCTORAS." Implantación avanzada de un sistema de gestión de activos municipal orientado al OPEX .....</b>                | <b>335</b> |
| Causa del Problema .....                                                                                                                                                                                                | 335        |
| Soluciones Propuestas.....                                                                                                                                                                                              | 336        |
| 1) Política de Gestión de Activos y SAMP 24–36 meses (alineamiento a valor) .....                                                                                                                                       | 336        |
| 2) Registro maestro de activos, jerarquía funcional y calidad de datos (COBie mínimo O&M) .....                                                                                                                         | 336        |
| 3) EAM/CMMS integrado con ERP y estandarización de procesos O&M (PTW/LOTO) .....                                                                                                                                        | 336        |
| 4) Modelo de criticidad PxC y RCM/FMECA ligero con PdM selectivo .....                                                                                                                                                  | 337        |
| 5) Cartera plurianual CAPEX/OPEX con análisis LCC/TCO, VAN/TIR y sensibilidad .....                                                                                                                                     | 337        |
| 6) Reconfiguración contractual a SLAs y KPIs con incentivos y control .....                                                                                                                                             | 337        |
| 7) Programa de cultura y competencias (gestión del cambio) .....                                                                                                                                                        | 337        |
| Consecuencias Previstas.....                                                                                                                                                                                            | 338        |
| Resultados de las Medidas Adoptadas.....                                                                                                                                                                                | 339        |
| Lecciones Aprendidas.....                                                                                                                                                                                               | 340        |
| <b>Caso práctico 2. "GESTIÓN DE ACTIVOS E INFRAESTRUCTURAS (ISO 55001) PARA INGENIERÍA Y CONSTRUCTORAS." Integración BIM-COBie y gemelo digital para un handover orientado al OPEX en instalaciones complejas .....</b> | <b>342</b> |
| Causa del Problema .....                                                                                                                                                                                                | 342        |
| Soluciones Propuestas.....                                                                                                                                                                                              | 342        |
| 1) Definición retroactiva de OIR/AIR/EIR y “contrato de datos” con IDS/IFC/COBie .....                                                                                                                                  | 342        |
| 2) Programa de verificación y validación (V&V) de datos y creación del Registro Maestro de Activos .....                                                                                                                | 342        |
| 3) Integración EAM/CMMS-BIM-BMS/SCADA y trazabilidad ERP.....                                                                                                                                                           | 343        |
| 4) Estrategia de PdM y condición en “pocos vitales” .....                                                                                                                                                               | 343        |
| 5) Plan de IST (Integrated Systems Testing) y handover por escenarios .....                                                                                                                                             | 343        |
| 6) Gobierno de ciberseguridad OT/ICS y arquitectura segura .....                                                                                                                                                        | 343        |
| 7) Capacidades y cambio cultural (personas, roles y competencias).....                                                                                                                                                  | 344        |
| Consecuencias Previstas.....                                                                                                                                                                                            | 344        |

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| Resultados de las Medidas Adoptadas..... | 345 |
| Lecciones Aprendidas.....                | 346 |

### **Caso práctico 3. "GESTIÓN DE ACTIVOS E INFRAESTRUCTURAS (ISO 55001) PARA INGENIERÍA Y CONSTRUCTORAS." Priorización basada en riesgo (RCM/FMECA y RBI) en una planta de tratamiento de agua con turbidez estacional .....**

|                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Causa del Problema .....                                                                          | 348 |
| Soluciones Propuestas.....                                                                        | 348 |
| 1) Marco de criticidad multicriterio PxC con registro de riesgos operativo .....                  | 348 |
| 2) RCM/FMECA por familias críticas (bombeo, floculación/decantación, filtración y potencia) ..... | 348 |
| 3) Programa de Inspección Basada en Riesgo (RBI) para equipos estáticos y líneas de proceso ..... | 349 |
| 4) PdM y condición selectiva en "pocos vitales" .....                                             | 349 |
| 5) Gestión de repuestos críticos y logística (lead times).....                                    | 349 |
| 6) Paquete de mitigación CAPEX: eficiencia hidráulica y protección de integridad .....            | 349 |
| 7) Gobierno de seguridad operacional y PTW/LOTO .....                                             | 350 |
| 8) Reconfiguración de cuadros de mando y SLAs internos .....                                      | 350 |
| Consecuencias Previstas.....                                                                      | 350 |
| Resultados de las Medidas Adoptadas.....                                                          | 351 |
| Lecciones Aprendidas.....                                                                         | 352 |

### **Caso práctico 4. "GESTIÓN DE ACTIVOS E INFRAESTRUCTURAS (ISO 55001) PARA INGENIERÍA Y CONSTRUCTORAS." Extensión de vida útil de un puente urbano con SHM, RBI y refuerzo por fases sin corte total .....**

|                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Causa del Problema .....                                                                             | 354 |
| Soluciones Propuestas.....                                                                           | 354 |
| 1) Evaluación integral de integridad estructural (inspección especial + NDT + ensayos de carga)..... | 354 |
| 2) SHM (Structural Health Monitoring) y gemelo digital estructural.....                              | 354 |
| 3) RBI (Inspección Basada en Riesgo) para elementos estructurales y sistemas funcionales.....        | 355 |
| 4) Plan de refuerzo por fases sin corte total .....                                                  | 355 |
| 5) Protección anticorrosiva integral y sellado.....                                                  | 355 |
| 6) Gestión de dilataciones y drenajes .....                                                          | 355 |
| 7) Gobernanza ISO 55001, registro y CMMS.....                                                        | 356 |
| 8) Contratación por desempeño con SLAs/KPIs y "contrato de datos" .....                              | 356 |
| 9) Plan de contingencia, BIA y comunicación ciudadana .....                                          | 356 |
| 10) LCC/TCO y cartera CAPEX-OPEX .....                                                               | 356 |
| Consecuencias Previstas.....                                                                         | 357 |
| Resultados de las Medidas Adoptadas.....                                                             | 358 |
| Lecciones Aprendidas.....                                                                            | 359 |

### **Caso práctico 5. "GESTIÓN DE ACTIVOS E INFRAESTRUCTURAS (ISO 55001) PARA INGENIERÍA Y CONSTRUCTORAS." Reducción de interrupciones y pérdidas en una red eléctrica urbana mediante integridad de activos y ciberseguridad OT integrada .....**

|                                                                                                     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Causa del Problema .....                                                                            | 361 |
| Soluciones Propuestas.....                                                                          | 361 |
| 1) Política, SAMP y objetivos de continuidad y seguridad (SAIDI/SAIFI, riesgo y ciber OT) .....     | 361 |
| 2) Registro maestro, jerarquía funcional y calidad de datos (COBie/Asset-ID) .....                  | 362 |
| 3) Modelo de criticidad PxC y plan de integridad de activos (transformadores, celdas, cables) ..... | 362 |
| 4) Automatización FLISR y reconfiguración operativa (reducción SAIDI).....                          | 362 |
| 5) Ciberseguridad OT/ICS (IEC 62443) y "contrato de datos" .....                                    | 362 |
| 6) PdM y sensorización selectiva (pocos vitales) .....                                              | 363 |
| 7) Gestión de repuestos críticos, normalización y logística .....                                   | 363 |
| 8) Reducción de pérdidas técnicas y no técnicas (AMI focal y balance de energía) .....              | 363 |
| 9) Contratos de desempeño (SLAs/KPIs) y auditoría .....                                             | 363 |
| 10) Cartera CAPEX/OPEX y LCC/TCO (3–5–10 años) .....                                                | 364 |

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| Consecuencias Previstas.....             | 364 |
| Resultados de las Medidas Adoptadas..... | 364 |
| Lecciones Aprendidas.....                | 366 |

#### **Caso práctico 6. "GESTIÓN DE ACTIVOS E INFRAESTRUCTURAS (ISO 55001) PARA INGENIERÍA Y CONSTRUCTORAS." Arranque N+1 de un centro de datos con IST integral, SAMP y contratos por desempeño orientados al OPEX .....368**

|                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Causa del Problema.....                                                                         | 368 |
| Soluciones Propuestas.....                                                                      | 368 |
| 1) Política de Gestión de Activos y SAMP 24–36 meses (alineamiento a valor).....                | 368 |
| 2) OIR/AIR/EIR retroactivos y “contrato de datos” (COBie + IDS/IFC para O&M).....               | 368 |
| 3) IST (Integrated Systems Testing) por escenarios con fallo deliberado y “black building”..... | 369 |
| 4) Integración DCIM/BMS–CMMS–ERP y normalización de MOP/EOP.....                                | 369 |
| 5) PdM selectivo en “pocos vitales” (eléctrica y térmica).....                                  | 369 |
| 6) Optimización energética (PUE) y retrofits de alto retorno.....                               | 369 |
| 7) Ciberseguridad OT/ICS para BMS/DCIM y tren eléctrico.....                                    | 370 |
| 8) Contratos por desempeño (SLAs/KPIs) y repuestos críticos.....                                | 370 |
| 9) Continuidad de servicio, BIA y coordinación con clientes.....                                | 370 |
| 10) LCC/TCO y cartera CAPEX–OPEX (3–5–10 años).....                                             | 370 |
| Consecuencias Previstas.....                                                                    | 370 |
| Resultados de las Medidas Adoptadas.....                                                        | 371 |

#### **Caso práctico 7. "GESTIÓN DE ACTIVOS E INFRAESTRUCTURAS (ISO 55001) PARA INGENIERÍA Y CONSTRUCTORAS." Gestión integral de pavimentos y ayudas visuales en un aeropuerto regional con ventanas operativas y contratos por desempeño.....374**

|                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Causa del Problema.....                                                               | 374 |
| Soluciones Propuestas.....                                                            | 374 |
| 1) Política de Gestión de Activos y SAMP aeronáutico (24–36 meses).....               | 374 |
| 2) Registro maestro y jerarquía funcional con GIS/CMMS.....                           | 375 |
| 3) Evaluación y diseño de ciclo de vida de pavimentos (PCI, FWD, GPR y fricción)..... | 375 |
| 4) Plan de obra por ventanas operativas sin corte total.....                          | 375 |
| 5) Modernización AGL a LED con CCR digitales y monitorización.....                    | 375 |
| 6) Programa de mantenimiento basado en condición (CBM) y PdM para AGL y CCR.....      | 376 |
| 7) Drenaje y franjas laterales: RBI y correcciones.....                               | 376 |
| 8) Contratos por desempeño (SLAs/KPIs) y “contrato de datos”.....                     | 376 |
| 9) Coordinación operativa: BIA, NOTAM planificados y A-CDM.....                       | 376 |
| 10) Cartera CAPEX/OPEX y evaluación LCC/TCO (3–5–10 años).....                        | 376 |
| Consecuencias Previstas.....                                                          | 377 |
| Resultados de las Medidas Adoptadas.....                                              | 377 |
| Lecciones Aprendidas.....                                                             | 378 |

#### **Caso práctico 8. "GESTIÓN DE ACTIVOS E INFRAESTRUCTURAS (ISO 55001) PARA INGENIERÍA Y CONSTRUCTORAS." Aseguramiento de la fiabilidad MEP 24/7 en un hospital regional mediante RAM, Cx continuo y contratos por desempeño .....380**

|                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Causa del Problema.....                                                                    | 380 |
| Soluciones Propuestas.....                                                                 | 380 |
| 1) Política de Gestión de Activos y SAMP sanitario con niveles de servicio por área.....   | 380 |
| 2) Registro maestro de activos, jerarquía funcional y criticidad clínico-operativa.....    | 381 |
| 3) Análisis RAM y rediseño de configuraciones N/N+1/N+2 (fiabilidad y mantenibilidad)..... | 381 |
| 4) Comisionamiento continuo (Cx) e IST por escenarios con fallos deliberados.....          | 381 |
| 5) Mantenimiento preventivo y predictivo (PdM) basado en condición y riesgo.....           | 381 |
| 6) Programa de reemplazo/retrofits con enfoque LCC/TCO y ventanas clínicas.....            | 382 |
| 7) Ciberseguridad OT/ICS en BMS, gases, potencia y equipos críticos.....                   | 382 |
| 8) Gestión de repuestos críticos y logística 24/7 (kits y equivalencias).....              | 382 |

|                                                                                                                                                                                                                                                          |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 9) Contratos por desempeño (SLAs/KPIs) para O&M y contrato energético estilo ESCO.....                                                                                                                                                                   | 382        |
| 10) Cuadros de mando, PDCA y auditoría ISO 55001 .....                                                                                                                                                                                                   | 383        |
| Consecuencias Previstas.....                                                                                                                                                                                                                             | 383        |
| Resultados de las Medidas Adoptadas.....                                                                                                                                                                                                                 | 384        |
| Lecciones Aprendidas.....                                                                                                                                                                                                                                | 385        |
| <b>Caso práctico 9. "GESTIÓN DE ACTIVOS E INFRAESTRUCTURAS (ISO 55001) PARA INGENIERÍA Y CONSTRUCTORAS." Optimización del mantenimiento preventivo–predictivo y de la planificación del trabajo en una autopista con túneles e ITS .....</b>             | <b>387</b> |
| Causa del Problema .....                                                                                                                                                                                                                                 | 387        |
| Soluciones Propuestas.....                                                                                                                                                                                                                               | 387        |
| 1) Política de Gestión de Activos y SAMP con SLAs por subsistema .....                                                                                                                                                                                   | 387        |
| 2) Registro maestro y jerarquía funcional con criticidad PxC .....                                                                                                                                                                                       | 388        |
| 3) Rediseño del programa de mantenimiento (PMO) y despliegue de PdM selectivo .....                                                                                                                                                                      | 388        |
| 4) Planificación y programación del trabajo (semana congelada + horizonte 12 semanas) .....                                                                                                                                                              | 388        |
| 5) Integración SCADA/ITS–CMMS–ERP y limpieza de alarmas .....                                                                                                                                                                                            | 388        |
| 6) Gestión de repuestos críticos y logística (kits y equivalencias) .....                                                                                                                                                                                | 389        |
| 7) Ahorro energético en túneles y estaciones (control adaptativo) .....                                                                                                                                                                                  | 389        |
| 8) Contratos por desempeño (SLAs/KPIs) y “contrato de datos” .....                                                                                                                                                                                       | 389        |
| 9) Competencias, seguridad operacional y cultura (PTW/LOTO + RCA) .....                                                                                                                                                                                  | 389        |
| 10) Cartera CAPEX–OPEX con enfoque LCC/TCO (3–5–10 años) .....                                                                                                                                                                                           | 389        |
| Consecuencias Previstas.....                                                                                                                                                                                                                             | 390        |
| Resultados de las Medidas Adoptadas.....                                                                                                                                                                                                                 | 390        |
| Lecciones Aprendidas.....                                                                                                                                                                                                                                | 391        |
| <b>Caso práctico 10. "GESTIÓN DE ACTIVOS E INFRAESTRUCTURAS (ISO 55001) PARA INGENIERÍA Y CONSTRUCTORAS." Confiabilidad RAM e integridad de grúas STS/RTG y sistemas eléctricos en una terminal de contenedores con electrificación progresiva .....</b> | <b>394</b> |
| Causa del Problema .....                                                                                                                                                                                                                                 | 394        |
| Soluciones Propuestas.....                                                                                                                                                                                                                               | 394        |
| 1) Política de Gestión de Activos y SAMP portuario con niveles de servicio operativos (24–36 meses).....                                                                                                                                                 | 394        |
| 2) Registro maestro, jerarquía funcional y gobierno del dato (COBie + Asset-ID) .....                                                                                                                                                                    | 395        |
| 3) Análisis RAM de la cadena “muelle–patio” y rediseño de redundancias operativas.....                                                                                                                                                                   | 395        |
| 4) PdM y condición selectiva en “pocos vitales” .....                                                                                                                                                                                                    | 395        |
| 5) Programa de integridad estructural y RBI en STS/RTG y vías de traslación.....                                                                                                                                                                         | 396        |
| 6) Electrificación progresiva del patio y eficiencia energética .....                                                                                                                                                                                    | 396        |
| 7) Ciberseguridad OT/ICS para grúas, subestaciones y SCADA .....                                                                                                                                                                                         | 396        |
| 8) Repuestos críticos, normalización y logística (kits y pool de spreaders) .....                                                                                                                                                                        | 396        |
| 9) Planificación y programación del trabajo (“semana congelada + horizonte 12 semanas”) .....                                                                                                                                                            | 397        |
| 10) Contratos por desempeño (SLAs/KPIs) con OEM y mantenedores .....                                                                                                                                                                                     | 397        |
| 11) Seguridad operacional y MOC (gestión de cambios) .....                                                                                                                                                                                               | 397        |
| 12) Cartera CAPEX–OPEX y priorización LCC/TCO (3–5–10 años).....                                                                                                                                                                                         | 397        |
| Consecuencias Previstas.....                                                                                                                                                                                                                             | 397        |
| Resultados de las Medidas Adoptadas.....                                                                                                                                                                                                                 | 399        |
| Lecciones Aprendidas.....                                                                                                                                                                                                                                | 400        |
| <b>Caso práctico 11. "GESTIÓN DE ACTIVOS E INFRAESTRUCTURAS (ISO 55001) PARA INGENIERÍA Y CONSTRUCTORAS." Priorización LCC/TCO y cartera plurianual 3–5–10–30 años en una red viaria con puentes y túneles .....</b>                                     | <b>403</b> |
| Causa del Problema .....                                                                                                                                                                                                                                 | 403        |
| Soluciones Propuestas.....                                                                                                                                                                                                                               | 403        |
| 1) Política y SAMP financiero–técnico (del CAPEX al OPEX) .....                                                                                                                                                                                          | 403        |
| 2) Modelo LCC/TCO por familia de activos y curvas de degradación .....                                                                                                                                                                                   | 404        |
| 3) Evaluación económica (VAN/TIR) con sensibilidad y costes de indisponibilidad .....                                                                                                                                                                    | 404        |

|                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4) Priorización multicriterio transparente (riesgo–desempeño–coste–impacto) ..... | 404 |
| 5) Cartera y pipeline 3–5–10–30 años con optimización y triggers .....            | 404 |
| 6) Mecanismos de financiación y modelos de entrega orientados al OPEX.....        | 405 |
| 7) Gobernanza, gates y control de cambios (PMO de cartera) .....                  | 405 |
| 8) Plan de calidad de datos y registro maestro (GIS/CMMS) .....                   | 405 |
| 9) Gestión de riesgos y reservas (contingencias) .....                            | 405 |
| 10) Cuadros de mando financieros y de servicio con PDCA .....                     | 406 |
| 11) Contratación por desempeño y KPI book.....                                    | 406 |
| 12) Plan de comunicación y partes interesadas .....                               | 406 |
| Consecuencias Previstas.....                                                      | 406 |
| Resultados de las Medidas Adoptadas.....                                          | 408 |
| Lecciones Aprendidas.....                                                         | 409 |

#### **Caso práctico 12. "GESTIÓN DE ACTIVOS E INFRAESTRUCTURAS (ISO 55001) PARA INGENIERÍA Y CONSTRUCTORAS." Presupuestación O&M por unidad de servicio y control mensual en una red de metro con integración CMMS–ERP .....**

|                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Causa del Problema.....                                                                    | 411 |
| Soluciones Propuestas.....                                                                 | 411 |
| 1) Marco de presupuestación O&M por unidad de servicio (tren-km y estación-abierta-h)..... | 411 |
| 2) Integración CMMS–ERP–SCADA/BMS y captura de coste en OT .....                           | 412 |
| 3) Forecasting y control mensual (curvas S, variaciones, reforecast trimestral) .....      | 412 |
| 4) Coste por unidad de servicio y benchmarks con bandas objetivo .....                     | 412 |
| 5) Programa de eficiencia y ahorro OPEX (energía, mantenimiento, logística) .....          | 412 |
| 6) Contratos por desempeño con KPI book y “contrato de datos” .....                        | 412 |
| 7) Clasificador de costes y “zero-based review” en capítulos de gasto seleccionados.....   | 413 |
| 8) Gestión de riesgos de O&M (precios energía, repuestos, obsolescencia).....              | 413 |
| 9) Cuadros de mando financieros y operativos integrados .....                              | 413 |
| 10) Capacidades y cultura (formación, RACI y reglas de juego).....                         | 413 |
| Consecuencias Previstas.....                                                               | 414 |
| Resultados de las Medidas Adoptadas.....                                                   | 414 |
| Lecciones Aprendidas.....                                                                  | 415 |

#### **Caso práctico 13. "GESTIÓN DE ACTIVOS E INFRAESTRUCTURAS (ISO 55001) PARA INGENIERÍA Y CONSTRUCTORAS." SLAs, KPI book y contrato de desempeño (incl. energía) en alumbrado público y semaforización urbanos .....**

|                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Causa del Problema.....                                                           | 417 |
| Soluciones Propuestas.....                                                        | 417 |
| 1) Política de Gestión de Activos y SAMP (24–36 meses) alineados a valor .....    | 417 |
| 2) Registro maestro, jerarquía funcional y “contrato de datos” .....              | 418 |
| 3) Diagnóstico técnico y línea base (iluminancia, THD, estado y riesgo) .....     | 418 |
| 4) KPI book y SLAs medibles y verificables .....                                  | 418 |
| 5) Contrato de desempeño tipo ESCO + disponibilidad .....                         | 418 |
| 6) Renovación tecnológica LED + telegestión punto a punto y de cuadro.....        | 418 |
| 7) Programa de mantenimiento preventivo/predictivo y repuestos .....              | 419 |
| 8) Semaforización: controladores, UPS y prioridad a intersecciones críticas ..... | 419 |
| 9) Ciberseguridad OT/ICS para telegestión y semáforos .....                       | 419 |
| 10) M&V, auditoría independiente y conciliación CMMS–ERP–contadores .....         | 419 |
| 11) Gestión del cambio y comunicación ciudadana.....                              | 419 |
| 12) Cartera CAPEX–OPEX y LCC/TCO (10 años).....                                   | 420 |
| Consecuencias Previstas.....                                                      | 420 |
| Resultados de las Medidas Adoptadas.....                                          | 420 |
| Lecciones Aprendidas .....                                                        | 421 |

#### **Caso práctico 14. "GESTIÓN DE ACTIVOS E INFRAESTRUCTURAS (ISO 55001) PARA INGENIERÍA Y**

## **CONSTRUCTORAS." Alianza IPD con precio objetivo y "pain/gain share" para ampliar una planta potabilizadora y asegurar el OPEX mediante SLAs.....424**

|                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Causa del Problema .....                                                                                | 424 |
| Soluciones Propuestas.....                                                                              | 424 |
| 1) Cambio de modelo de entrega: Alianza/IPD con precio objetivo (Target Cost) y "pain/gain share" ..... | 424 |
| 2) Política de Gestión de Activos y SAMP (CAPEX→OPEX) .....                                             | 424 |
| 3) OIR/AIR/EIR y "contrato de datos" (BIM-COBie-IDS) .....                                              | 425 |
| 4) Estimación de precio objetivo y panel de valor (VE/LCC) .....                                        | 425 |
| 5) Gobernanza de riesgos y cambios (MOC) con reservas P50/P80 .....                                     | 425 |
| 6) Estrategia de continuidad de servicio y ventanas (BIA) .....                                         | 425 |
| 7) Comisionamiento (Cx) e IST integrales con fallos deliberados .....                                   | 425 |
| 8) Integración SCADA-CMMS-ERP y PdM selectivo .....                                                     | 426 |
| 9) Contrato O&M por desempeño (5 años) con KPI book .....                                               | 426 |
| 10) Ciberseguridad OT/ICS (IEC 62443).....                                                              | 426 |
| 11) Compras colaborativas y lotes (open-book) .....                                                     | 426 |
| 12) Hoja de ruta 12-24-36 meses (hitos y gates).....                                                    | 426 |
| Consecuencias Previstas.....                                                                            | 427 |
| Resultados de las Medidas Adoptadas.....                                                                | 427 |
| Lecciones Aprendidas .....                                                                              | 428 |

## **Caso práctico 15. "GESTIÓN DE ACTIVOS E INFRAESTRUCTURAS (ISO 55001) PARA INGENIERÍA Y CONSTRUCTORAS." Diseño e implantación de indicadores, cuadros de mando y evaluación ISO 55001 en una empresa constructora-operadora multicontrato.....431**

|                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Causa del Problema .....                                                                   | 431 |
| Soluciones Propuestas.....                                                                 | 431 |
| 1) Arquitectura de indicadores (jerarquía KPI y "line of sight") .....                     | 431 |
| 2) Catálogo y diccionario de datos (data model corporativo).....                           | 432 |
| 3) Integración de fuentes (CMMS/ERP/SCADA/BMS/DCIM/BIM-COBie) con Asset-ID único.....      | 432 |
| 4) KPI book corporativo y contractual (definiciones, fórmulas y métodos).....              | 432 |
| 5) Cuadros de mando ejecutivos y técnicos (storytelling orientado a decisiones) .....      | 432 |
| 6) Control estadístico de procesos (SPC) y alertas tempranas.....                          | 433 |
| 7) Evaluación de desempeño (benchmarks y percentiles) y revisión de objetivos.....         | 433 |
| 8) Auditorías internas ISO 55001 integradas con 9001/14001/45001 (auditoría cruzada) ..... | 433 |
| 9) Capacitación y cultura "data-driven" (roles y RACI) .....                               | 433 |
| 10) Revisión de contratos y anexos de datos (SLAs/KPIs/bonos-penalizaciones).....          | 433 |
| 11) M&V de energía y huella (Option B IPMVP) y KPIs ESG .....                              | 434 |
| 12) Roadmap de mejora continua (12-24-36 meses) con backlog priorizado.....                | 434 |
| Consecuencias Previstas.....                                                               | 434 |
| Resultados de las Medidas Adoptadas.....                                                   | 435 |
| Lecciones Aprendidas .....                                                                 | 436 |

## **Caso práctico 16. "GESTIÓN DE ACTIVOS E INFRAESTRUCTURAS (ISO 55001) PARA INGENIERÍA Y CONSTRUCTORAS." Programa de madurez organizativa y plan de implantación 12-24-36 meses en una empresa de infraestructuras.....438**

|                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Causa del Problema .....                                                          | 438 |
| Soluciones Propuestas.....                                                        | 438 |
| 1) Evaluación de madurez (baseline) y target por dominios IAM .....               | 438 |
| 2) Política de Gestión de Activos y SAMP corporativo (del CAPEX al OPEX) .....    | 438 |
| 3) Plan de implantación por oleadas 12-24-36 meses (Wave 1-2-3) .....             | 439 |
| 4) Gobierno del dato y registro maestro (Asset-ID único + COBie/IFC) .....        | 439 |
| 5) Integración tecnológica (CMMS-ERP-SCADA/BMS/DCIM) y automatización de OT ..... | 439 |
| 6) Gestión de riesgos integrada (ISO 31000) y criticidad PxC .....                | 439 |
| 7) Ciclo de vida: estrategias de vida útil, reemplazo y extensión (RCM/CBM) ..... | 439 |

|                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------|-----|
| 8) Contratos por desempeño y “contrato de datos” .....               | 440 |
| 9) Capacidades y cultura: academia interna y RACI .....              | 440 |
| 10) Cuadros de mando y PDCA (ejecutivo-táctico-operativo) .....      | 440 |
| 11) Auditorías integradas (55001/9001/14001/45001/50001) y MOC ..... | 440 |
| 12) Business case y financiación de la implantación .....            | 440 |
| Consecuencias Previstas .....                                        | 441 |
| Resultados de las Medidas Adoptadas .....                            | 441 |
| Lecciones Aprendidas .....                                           | 443 |

### **Caso práctico 17. "GESTIÓN DE ACTIVOS E INFRAESTRUCTURAS (ISO 55001) PARA INGENIERÍA Y CONSTRUCTORAS." Gobierno del dato, analítica predictiva y priorización basada en riesgo en una red metropolitana de agua potable .....**

|                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Causa del Problema .....                                                             | 445 |
| Soluciones Propuestas .....                                                          | 445 |
| 1) Política de Gestión de Activos y SAMP (36 meses) con foco en datos y riesgo ..... | 445 |
| 2) Gobierno del dato: modelo, catálogo, linaje y “dueños del dato” .....             | 446 |
| 3) Asset-ID único y reconciliación GIS-CMMS-ERP-SCADA-AMI .....                      | 446 |
| 4) Integración tiempo real y automatización de OT .....                              | 446 |
| 5) Analítica descriptiva y diagnóstica: limpieza de alarmas y RCA .....              | 446 |
| 6) Analítica predictiva de roturas y fallos (pipes & pumps) .....                    | 446 |
| 7) Priorización basada en riesgo y cartera 3-5-10 años (LCC/TCO) .....               | 447 |
| 8) Programa de sectorización dinámica, PRV y control de transitorios .....           | 447 |
| 9) PdM selectivo en bombeos y válvulas críticas .....                                | 447 |
| 10) Ética, privacidad y seguridad del dato (IT/OT & RGPD) .....                      | 447 |
| 11) KPI book y “contrato de datos” con proveedores y obra nueva .....                | 448 |
| 12) Cuadros de mando y PDCA, formación por rol y comunidad de práctica .....         | 448 |
| Consecuencias Previstas .....                                                        | 448 |
| Resultados de las Medidas Adoptadas .....                                            | 449 |
| Lecciones Aprendidas .....                                                           | 450 |

### **Caso práctico 18. "GESTIÓN DE ACTIVOS E INFRAESTRUCTURAS (ISO 55001) PARA INGENIERÍA Y CONSTRUCTORAS." Programa integral de ciberseguridad OT/ICS e interoperabilidad en estaciones de bombeo y depuradoras urbanas .....**

|                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Causa del Problema .....                                                            | 452 |
| Soluciones Propuestas .....                                                         | 452 |
| 1) Gobierno de ciberseguridad OT y Política integrada ISO 55001-IEC 62443 .....     | 452 |
| 2) Inventario y clasificación de activos OT (hardware/software/firmware/SBOM) ..... | 453 |
| 3) Arquitectura por zonas-conductos y DMZ OT (defensa en profundidad) .....         | 453 |
| 4) Gestión de identidades y accesos (RBAC, MFA, PAM) .....                          | 453 |
| 5) Hardening y gestión de parches/firmware con ventanas operativas .....            | 453 |
| 6) Monitorización y detección (IDS OT + SIEM + caso de uso) .....                   | 453 |
| 7) Respuesta a incidentes y continuidad (IR/BCP/DRP) con backups inmutables .....   | 454 |
| 8) Interoperabilidad segura y “contrato de datos” (OPC UA/API gateway/IDS) .....    | 454 |
| 9) Limpieza de alarmas OT y calidad de datos operativo .....                        | 454 |
| 10) Gestión de cambios (MOC) y trazabilidad .....                                   | 454 |
| 11) Capacitación y cultura (concienciación, roles y simulacros) .....               | 454 |
| 12) Caso económico y financiación (CAPEX/OPEX, seguros y bonos) .....               | 455 |
| Consecuencias Previstas .....                                                       | 455 |
| Resultados de las Medidas Adoptadas .....                                           | 455 |
| Lecciones Aprendidas .....                                                          | 457 |

### **Caso práctico 19. "GESTIÓN DE ACTIVOS E INFRAESTRUCTURAS (ISO 55001) PARA INGENIERÍA Y CONSTRUCTORAS." Descarbonización en ciclo de vida (A1-A5/B/C/D) y economía circular en la rehabilitación integral de un campus hospitalario .....**

|                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Causa del Problema .....                                                             | 459 |
| Soluciones Propuestas .....                                                          | 459 |
| 1) Política de Gestión de Activos y SAMP “cero neto” (CAPEX→OPEX) .....              | 459 |
| 2) OIR/AIR/EIR y “contrato de datos” de carbono y circularidad (COBie/IFC/EPD) ..... | 459 |
| 3) Línea base LCA y LCC por edificio y sistema .....                                 | 460 |
| 4) Diseño para bajo carbono y desmontaje (DfD) + selección de materiales .....       | 460 |
| 5) Plan de obra de bajas emisiones (A4–A5) .....                                     | 460 |
| 6) Electrificación y operación baja en carbono (B6) .....                            | 460 |
| 7) Mantenimiento por condición y extensión de vida (B2/B4) .....                     | 461 |
| 8) Fin de vida y valorización (C/D) .....                                            | 461 |
| 9) Contratación por desempeño (SLAs/KPIs) con cláusulas de carbono .....             | 461 |
| 10) Financiación verde y precio sombra del carbono .....                             | 461 |
| 11) Ciberseguridad, datos y reporting ESG integrados en ISO 55001 .....              | 461 |
| 12) Riesgo climático y adaptación (co-beneficios) .....                              | 461 |
| Consecuencias Previstas .....                                                        | 462 |
| Resultados de las Medidas Adoptadas .....                                            | 462 |
| Lecciones Aprendidas .....                                                           | 463 |

## **Caso práctico 20. "GESTIÓN DE ACTIVOS E INFRAESTRUCTURAS (ISO 55001) PARA INGENIERÍA Y CONSTRUCTORAS." Presupuesto de resiliencia y adaptación climática en una red urbana costera con lluvias extremas y subida del nivel del mar .....**

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Causa del Problema .....                                                           | 466 |
| Soluciones Propuestas .....                                                        | 466 |
| 1) Política de Gestión de Activos y SAMP con capítulo climático (CAPEX→OPEX) ..... | 466 |
| 2) Mapas de riesgo climático y escenarios (pluviometría, surge y SLR) .....        | 467 |
| 3) Inventario maestro e integración GIS–SCADA–CMMS–ERP (“contrato de datos”) ..... | 467 |
| 4) Programa de “presupuesto de resiliencia” y triggers .....                       | 467 |
| 5) Soluciones grises/azules y verdes (portafolio integrado) .....                  | 467 |
| 6) Rejuntado estructural y válvulas antirretorno en puntos de retorno .....        | 468 |
| 7) Operación adaptativa y “pre-emptive drawdown” .....                             | 468 |
| 8) Continuidad de servicio (BIA, planes y simulacros 22301) .....                  | 468 |
| 9) Póliza paramétrica y seguros tradicionales reequilibrados .....                 | 468 |
| 10) Gobernanza de riesgos y reservas P50/P80 (Monte Carlo) .....                   | 468 |
| 11) Contratación orientada a desempeño (SLAs de resiliencia) .....                 | 468 |
| 12) Cuadros de mando, cultura y comunicación ciudadana .....                       | 469 |
| Consecuencias Previstas .....                                                      | 469 |
| Resultados de las Medidas Adoptadas .....                                          | 470 |
| Lecciones Aprendidas .....                                                         | 471 |

## **Caso práctico 21. "GESTIÓN DE ACTIVOS E INFRAESTRUCTURAS (ISO 55001) PARA INGENIERÍA Y CONSTRUCTORAS." Programa de gestión por estado y riesgo en una red viaria con puentes y túneles .....**

|                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Causa del Problema .....                                                                   | 473 |
| Soluciones Propuestas .....                                                                | 473 |
| 1) Política de Gestión de Activos y SAMP sectorial (vías, puentes, túneles) .....          | 473 |
| 2) Registro maestro y jerarquía funcional GIS–CMMS–BIM (carretera↔tramo↔elemento) .....    | 474 |
| 3) Campaña de auscultación y evaluación de condición (PCI, IRI, SCRIM, GPR y visual) ..... | 474 |
| 4) Inspecciones de puentes y túneles: principal/detallada y rating de defectos .....       | 474 |
| 5) Modelo de criticidad y riesgo PxC por activo (seguridad, servicio, coste) .....         | 474 |
| 6) Cartera CAPEX–OPEX 3–5–10 años y optimización por valor presente .....                  | 475 |
| 7) Estrategias de intervención por familia (vida útil, reemplazo y extensión) .....        | 475 |
| 8) PdM/CBM selectivo y telemetría (túneles/puentes críticos) .....                         | 475 |
| 9) Contratación orientada a desempeño y “contrato de datos” .....                          | 475 |

|                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 10) Cuadros de mando ejecutivos/técnicos y SPC (alertas tempranas).....      | 476 |
| 11) Gobernanza de riesgos, continuidad (22301) y simulacros en túneles ..... | 476 |
| 12) Business case, financiación y comunicación .....                         | 476 |
| Consecuencias Previstas.....                                                 | 476 |
| Resultados de las Medidas Adoptadas.....                                     | 477 |
| Lecciones Aprendidas.....                                                    | 478 |

## **Caso práctico 22. "GESTIÓN DE ACTIVOS E INFRAESTRUCTURAS (ISO 55001) PARA INGENIERÍA Y CONSTRUCTORAS." Diagnóstico integral ISO 55001 y despliegue de Política y SAMP con checklists y formularios corporativos .....**

|                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Causa del Problema.....                                                                      | 480 |
| Soluciones Propuestas.....                                                                   | 480 |
| 1) Evaluación diagnóstica corporativa ISO 55001 (gap analysis 0–100) .....                   | 480 |
| 2) Redacción y aprobación de la Política de Gestión de Activos.....                          | 480 |
| 3) “Kits” de plantillas y formularios: Política–Objetivos–SAMP–Riesgos–RACI .....            | 481 |
| 4) Matriz de partes interesadas y niveles de servicio (SLA) por contrato .....               | 481 |
| 5) SAMP corporativo y SAMP por contrato (12–24–36 meses) .....                               | 481 |
| 6) Registro de riesgos y criterios de priorización (PxC) con escalas comunes .....           | 481 |
| 7) “Contrato de datos” y gobierno del dato (completitud, exactitud, frescura).....           | 482 |
| 8) KPI book corporativo y cuadros de mando por nivel (ejecutivo–táctico–operativo) .....     | 482 |
| 9) Checklists de auditoría (internas y proveedor) y listas de verificación de handover ..... | 482 |
| 10) Capacitación por rol y coaching “gemba” .....                                            | 482 |
| 11) Pilotos en 3 contratos “ancla” y despliegue en oleadas .....                             | 482 |
| 12) Oficina de Gestión de Activos (AMO) y PMO para seguimiento y valor .....                 | 483 |
| Consecuencias Previstas.....                                                                 | 483 |
| Resultados de las Medidas Adoptadas.....                                                     | 483 |
| Lecciones Aprendidas.....                                                                    | 485 |

## **Caso práctico 23. "GESTIÓN DE ACTIVOS E INFRAESTRUCTURAS (ISO 55001) PARA INGENIERÍA Y CONSTRUCTORAS." Registro maestro de activos y mejora de la calidad de datos para operaciones multi-país.....**

|                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Causa del Problema.....                                                          | 487 |
| Soluciones Propuestas.....                                                       | 487 |
| 1) Modelo de datos corporativo y diccionario (catálogos maestros) .....          | 487 |
| 2) Asset-ID único y esquema de codificación híbrido (funcional + espacial) ..... | 488 |
| 3) “Contrato de datos” corporativo y anexos de integración .....                 | 488 |
| 4) Gobierno del dato: roles, foros y KPIs de salud .....                         | 488 |
| 5) Inventario físico dirigido por riesgo y reconciliación masiva .....           | 488 |
| 6) Proceso de ACB (alta, cambio, baja) y workflow digital con SLA .....          | 488 |
| 7) Integración CMMS–ERP–SCADA/BMS/DCIM–BIM (data hub).....                       | 489 |
| 8) Calidad de datos: reglas, validadores e informes de no conformidad.....       | 489 |
| 9) Handover de obra nueva: COBie/IFC validado + “gates de datos” .....           | 489 |
| 10) Formación por rol y “clínicas de datos” en campo .....                       | 489 |
| 11) KPIs y cuadro de mando de activos y costes por activo.....                   | 489 |
| 12) Business case y VAN/TIR del programa (incluidos “ahorros blandos”).....      | 490 |
| Consecuencias Previstas.....                                                     | 490 |
| Resultados de las Medidas Adoptadas.....                                         | 490 |
| Lecciones Aprendidas.....                                                        | 491 |

## **Caso práctico 24. "GESTIÓN DE ACTIVOS E INFRAESTRUCTURAS (ISO 55001) PARA INGENIERÍA Y CONSTRUCTORAS." Estandarización de planes de vida útil (30 años) y mantenimiento por criticidad en una cartera internacional de edificios públicos.....**

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| Causa del Problema .....   | 494 |
| Soluciones Propuestas..... | 494 |

|                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1) Plantilla corporativa de plan de reemplazo a 30 años (LCC/LCA integrado) ..... | 494 |
| 2) Programa de mantenimiento por criticidad (Preventivo/CBM/RBM) .....            | 494 |
| 3) Hoja de ruta PdM (sensores/umbrales) para MEP crítico .....                    | 495 |
| 4) Ventanas operativas, shut-down y permisos (LOTO/PTW).....                      | 495 |
| 5) Kit de repuestos críticos y política min-max por familia .....                 | 495 |
| 6) Estandarización de gamas y tiempos (norma de trabajo) .....                    | 495 |
| 7) Gobernanza de datos y “contrato de datos” (COBie/IFC + IDS).....               | 495 |
| 8) Cartera CAPEX-OPEX 3–5–10–30 años optimizada por VAN y riesgo .....            | 496 |
| 9) Cuadros de mando (ejecutivo-técnico-operativo) y SPC.....                      | 496 |
| 10) Contratación por desempeño con SLAs y KPI book .....                          | 496 |
| 11) Programa de RCA y lecciones aprendidas (post-fallo) .....                     | 496 |
| 12) Capacitación por rol y PMO de implantación (12–24–36 meses).....              | 496 |
| Consecuencias Previstas.....                                                      | 497 |
| Resultados de las Medidas Adoptadas.....                                          | 497 |
| Lecciones Aprendidas.....                                                         | 498 |

## **Caso práctico 25. "GESTIÓN DE ACTIVOS E INFRAESTRUCTURAS (ISO 55001) PARA INGENIERÍA Y CONSTRUCTORAS." Sistema integral de riesgos, continuidad de negocio y resiliencia climática en una plataforma logística intermodal.....501**

|                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Causa del Problema .....                                                                           | 501 |
| Soluciones Propuestas.....                                                                         | 501 |
| 1) Marco y matriz de riesgos operacional (PxC) con taxonomía corporativa .....                     | 501 |
| 2) BIA (análisis de impacto en el negocio) y niveles de servicio con RTO/RPO .....                 | 502 |
| 3) Plan de continuidad 22301 y procedimientos de respuesta por escenario.....                      | 502 |
| 4) Plan de contingencia climática y presupuesto de resiliencia con triggers.....                   | 502 |
| 5) Arquitectura de redundancias, stocks críticos y contratos “stand-by” .....                      | 502 |
| 6) Registro de incidentes y near-miss con RCA rápido y lecciones .....                             | 503 |
| 7) Checklist de seguros y reequilibrio de pólizas (todo riesgo, lucro cesante y paramétrica) ..... | 503 |
| 8) Integración de datos y cuadros de mando (riesgo-continuidad-servicio) .....                     | 503 |
| 9) Simulacros y pruebas (mesa y campo) con multiagencia y clientes .....                           | 503 |
| 10) SLAs de resiliencia y “contrato de datos” en contratos de servicio.....                        | 503 |
| 11) Comunicación y cultura: app de emergencias y canales con clientes .....                        | 504 |
| 12) Caso económico, reservas P50/P80 y financiación del programa .....                             | 504 |
| Consecuencias Previstas.....                                                                       | 504 |
| Resultados de las Medidas Adoptadas.....                                                           | 505 |
| Lecciones Aprendidas.....                                                                          | 506 |

## ¿QUÉ APRENDERÁ?



- Diseñar la política de gestión de activos y el SAMP alineados con el propósito del promotor y los niveles de servicio.
- Construir el registro maestro de activos y la jerarquía funcional con datos maestros de calidad (BIM/COBie/IFC).
- Integrar EAM/CMMS con ERP y SCADA/BMS, estandarizar órdenes de trabajo y centros de coste.
- Evaluar criticidad y riesgo (RCM, FMECA, RBI) y priorizar intervenciones por valor y servicio.
- Definir planes de vida útil, reemplazo y extensión con paradas programadas y trazabilidad.
- Implantar mantenimiento preventivo, predictivo y basado en condición con PdM y gestión fiable de alarmas.
- Asegurar confiabilidad RAM, integridad de activos y seguridad operacional (LOTO/PTW, MOC, RCA).
- Modelizar LCC/TCO, calcular VAN/TIR y optimizar carteras CAPEX→OPEX plurianuales.
- Diseñar SLAs y KPI books, establecer métodos de medida, penalizaciones, bonos y verificación.
- Desplegar cuadros de mando, auditorías ISO 55001 y ciclos PDCA de mejora continua.
- Gobernar el dato, aplicar analítica avanzada, IA y ciberseguridad OT/ICS interoperable.
- Integrar sostenibilidad, ESG y adaptación climática con presupuestos de resiliencia y casos sectoriales.

## Introducción.



El CAPEX ya no basta: cómo convertir la gestión de activos ISO 55001 en ventaja competitiva

En ingeniería y construcción, competir solo por precio es cada vez menos sostenible. Los promotores y operadores exigen disponibilidad, seguridad, trazabilidad del dato y reducción del OPEX a lo largo de la vida útil. En este contexto, dominar la gestión de activos e infraestructuras conforme a ISO 55001 no es solo una cuestión técnica: es una auténtica estrategia de posicionamiento. Esta guía práctica nace para resolver una necesidad clara del sector: transformar capacidad técnica en propuestas de valor ganadoras, con métricas, evidencias y casos reales que faciliten la decisión del cliente.

La guía ofrece un recorrido completo, práctico y accionable. Encontrará desde los fundamentos de política y SAMP hasta el registro maestro de activos y la calidad del dato, pasando por criticidad y riesgo, planes de vida útil y estrategias de mantenimiento, economía del ciclo de vida y priorización de carteras, contratación por desempeño con SLAs y KPI books, digitalización (BIM/COBie/IFC, gemelo digital, IA y ciberseguridad OT) y sostenibilidad/ESG. Incluye además un bloque extenso de herramientas listas para usar — formularios y checklists— y una colección de casos documentados en España y Latinoamérica que permiten “ver” cómo se aplica cada concepto en licitaciones, ofertas técnicas y operación real.

Para el profesional, esta guía es un acelerador de estrategia comercial y técnica. Le ayudará a convertir requisitos difusos en propuestas claras y verificables, estructurar argumentarios de valor en torno a disponibilidad, riesgo y coste total, cuantificar beneficios mediante LCC/TCO y VAN/TIR, y diseñar SLAs medibles con métodos de verificación que transmiten confianza. Potenciará su capacidad para preparar respuestas a RFP con storytelling técnico convincente, cuadros de mando que hablan el idioma de dirección, plantillas de gobernanza y “contratos de datos” que acortan el ciclo de decisión, y casos prácticos que eliminan fricciones típicas en comité de inversiones. El resultado es tangible: mayor tasa de adjudicación, menores riesgos de ejecución, mejor control del OPEX y reputación técnica reforzada.



Si busca una ventaja real en un mercado exigente, invierta en conocimiento aplicable. Adquiera esta guía práctica y dote a su equipo de un sistema probado para ganar, ejecutar y mejorar contratos complejos: desde la primera reunión con el promotor hasta la auditoría de desempeño y la mejora continua.

Mantenerse al día ya no es opcional. Quien domina el ciclo de vida, el dato y los indicadores controla la conversación, gana la confianza del cliente y lidera la transformación del sector. Dé el paso: convierta su especialidad técnica en una propuesta de valor diferencial y lleve su gestión y operaciones al siguiente nivel.