



CURSO/GUÍA PRÁCTICA SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS APLICADAS A NAVES INDUSTRIALES



Índice

¿QUÉ APRENDERÁ?	33
Introducción.	34
PARTE PRIMERA.	36
FUNDAMENTOS Y ESTRATEGIA DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS APLICADAS A NAVES INDUSTRIALES	36
Capítulo 1: Marco conceptual y tipologías funcionales de naves industriales	36
1. Objetivos de rendimiento técnico y operativo en naves industriales	36
a. Disponibilidad, seguridad y continuidad de negocio	36
b. Flexibilidad, escalabilidad y adaptabilidad de procesos	37
c. Coste total del ciclo de vida (LCC/TCO) vs CAPEX/OPEX.....	37
2. Tipologías de naves y condicionantes de diseño	38
a. Logística (cross-dock, high-bay, fulfilment)	38
b. Producción ligera y pesada, con/ sin puente grúa	38
c. Frío industrial, salas blancas, agroalimentario, farma	39
3. Parámetros geométricos críticos	39
a. Luz estructural, altura libre y modulación de pórticos	39
b. Tramas para estanterías, automatización y mezzanines.....	40
c. Huella, retranqueos, patios y anejos técnicos	40
4. Requisitos normativos y de cumplimiento (enfoque internacional)	41
a. Seguridad estructural y contra incendios	41
b. Seguridad de uso, accesibilidad y higiene industrial	41
c. Medio ambiente, ruido y emisiones	42
5. Metodologías de diseño y gestión de la información	42
a. BIM/IFC, requisitos de intercambio (EIR/AIR)	42
b. Gestión documental y trazabilidad de decisiones	42
c. Integración con PLM/CMMS/ERP	43
6. Gobernanza del proyecto y agentes clave	43
a. Promotor, EPC/DB, fabricantes e integradores	43
b. Dirección facultativa y commissioning authority	44
c. Proveedores críticos y repuestos estratégicos	44
Capítulo 2: Planificación, viabilidad y economía de las soluciones aplicadas a naves industriales	45
1. Análisis de demanda y programa funcional	45
a. Flujos, cuellos de botella y layout preliminar	45
b. Requisitos MEP y utilidades por proceso	46
c. Fases de crecimiento y escenarios.....	46
2. Estimación de costes y presupuesto objetivo	47
a. Ratios de referencia y paramétricos.....	47
b. Coste por sistemas (estructura, envolvente, MEP)	48
c. Contingencias, riesgos y sensibilidad	48

3. Planificación y control de plazos	49
a. Ruta crítica, buffers y milestones	49
b. 4D planning y control de producción en obra	49
c. Hitos de pruebas, energización y arranque	50
4. Evaluación CAPEX/OPEX y TCO	50
a. Energía, mantenimiento y reposiciones	50
b. Vida útil, residual y revalorización del activo	51
c. Análisis de opciones y valor	51
5. Contratación y modelos de entrega	52
a. EPC, DB, CM at Risk, lotes por especialidad	52
b. Riesgos, garantías y penalizaciones/incentivos.....	52
c. Criterios de adjudicación y evaluación de ofertas	53
6. Gestión de riesgos y aseguramiento	53
a. Matriz de riesgos técnico-constructivos	53
b. Seguros de obra y de explotación	54
c. Plan de continuidad y resiliencia	54
PARTE SEGUNDA.....	55
SUELO, CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS INDUSTRIALES EN NAVES	55
Capítulo 3: Geotecnia aplicada y cimentaciones para naves industriales.....	55
1. Investigación del terreno y parámetros clave.....	55
a. Campaña geotécnica y modelización	55
b. Asientos, licuación, expansividad	56
c. Hidrogeología y drenajes	57
2. Soluciones de cimentación	57
a. Zapatas, encepados y losas	57
b. Pilotes y micropilotes	58
c. Mejora de terreno (compactación, columnas)	59
3. Interacción suelo–estructura y cargas industriales	59
a. Cargas de racks, estanterías y automatismos.....	59
b. Puentes grúa, vibraciones y fatiga.....	60
c. Dilataciones y juntas	60
4. Drenajes y protección frente al agua	61
a. Drenaje profundo y superficial	61
b. Barreras capilares y cortasuelos.....	61
c. Bombas y pozos de achique.....	62
5. Control de calidad y instrumentación	62
a. Ensayos y pruebas de carga	62
b. Monitorización de asientos	63
c. Trazabilidad y conformidad	63
6. Sostenibilidad y ACV en cimentaciones.....	64
a. Cementos bajos en CO ₂ y áridos reciclados	64
b. Optimización de volumen de hormigón	64
c. Reutilización y desmontaje futuro	65
Capítulo 4: Pavimentos industriales de alto rendimiento	66

1. Diseño por uso y solicitudes	66
a. Tráfico de carretillas y AGV/AMR	66
b. Puntos de carga de racks y estanterías	67
c. Impacto, abrasión y químicos	67
2. Soluciones constructivas	68
a. Losas armadas y postensadas.....	68
b. Fibras metálicas/sintéticas y juntas inducidas	68
c. Suelos sin juntas y tolerancias FM/FF	69
3. Acabados y tratamientos.....	69
a. Cuarteos, endurecedores y selladores	69
b. Revestimientos epoxi/PU y antideslizantes	70
c. Marcas viales y señalización	70
4. Patologías y rehabilitación	71
a. Fisuración y curling	71
b. Desgaste y delaminación	71
c. Reparaciones, inyección y resinas	72
5. Control y verificación	72
a. Planosidad, nivelación y cargas de prueba	72
b. Termografía y ultrasonidos	73
c. Entrega y aceptación	73
6. Operación y mantenimiento del pavimento	74
a. Limpieza y protección	74
b. Reglas para tránsito y racking	74
c. Plan de inspecciones.....	74
PARTE TERCERA.....	76
ESTRUCTURA Y ENVOLVENTE TÉRMICA EN SOLUCIONES PARA NAVES	76
Capítulo 5: Estructuras metálicas, de hormigón y mixtas	76
1. Selección tipológica.....	76
a. Pórticos y cerchas, luces largas	76
b. Sistemas prefabricados y mixtos	77
c. Integración de puentes grúa y pasarelas	77
2. Conexiones y uniones	78
a. Tornillería, soldadura y anclajes	78
b. Placas de anclaje y rigidizadores	78
c. Detalles ante fuego y corrosión	79
3. Estabilidad y deformaciones.....	79
a. Viento, sismo y pandeo	79
b. Flechas y vibraciones.....	80
c. Amortiguamiento y rigidización.....	80
4. Protección frente a corrosión y fuego	81
a. Galvanizado, pinturas y recubrimientos	81
b. Protección pasiva y requisitos de R	81
c. Mantenimiento predictivo	82
5. Industrialización y montaje	82
a. Prefabricación, logística y izados	82

b. Tolerancias y control dimensional.....	83
c. Secuencia y seguridad en montaje	83
6. Verificación y pruebas.....	84
a. Inspección de soldaduras y pares	84
b. Ensayos de carga	84
c. Documentación As-Built	84
Capítulo 6: Cubiertas y fachadas de alta eficiencia	86
1. Soluciones de cubierta	86
a. Deck, panel sándwich y cubierta ligera	86
b. Impermeabilización, pendientes y sumideros.....	87
c. Seguridad en altura y líneas de vida	88
2. Fachadas y cerramientos	88
a. Paneles sándwich, panel metálico y GRC	88
b. Trasdosados, lucernarios y huecos técnicos	89
c. Puentes térmicos y estanqueidad al aire.....	89
3. Físicas de la construcción	90
a. Aislamiento térmico e higratérmica	90
b. Control solar y desestratificación	90
c. Condensaciones y barreras de vapor.....	91
4. Integración de captación y BIPV	91
a. Fotovoltaica en cubierta y fachada	91
b. Soportes, lastres y paso de cableado	92
c. Mantenimiento y accesos.....	92
5. Acústica y vibraciones	93
a. Aislamiento y absorción	93
b. Ruido de equipos en cubierta.....	93
c. Tratamientos y silenciadores	93
6. Durabilidad y ciclo de vida.....	94
a. Materiales y garantías	94
b. Inspecciones periódicas.....	94
c. Reposición y retrofit	95
PARTE CUARTA.	96
INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y ESPECIALES EN NAVES INDUSTRIALES	96
Capítulo 7: Media y baja tensión, iluminación y calidad de energía	96
1. Acometidas y subestaciones.....	96
a. MT/BT, transformadores y celdas	96
b. Grupos electrógenos y respaldo.....	97
c. Selectividad y protecciones	98
2. Distribución y cuadros.....	98
a. Barras, canalizaciones y bandejas	98
b. Tomas industriales y cargas especiales	99
c. Mallas de tierra y equipotencialidad	99
3. Iluminación eficiente.....	100
a. LED, UGR y uniformidad	100

b. Controles y sensores	100
c. Fotometría y deslumbramiento.....	101
4. Calidad de suministro.....	101
a. Armónicos, flicker y factor de potencia.....	101
b. UPS y estabilización	101
c. Monitorización energética.....	102
5. Seguridad eléctrica.....	102
a. Bloqueo-etiquetado (LOTO)	102
b. Trabajos en tensión y distancias	103
c. Auditorías y conformidad	103
6. Documentación y pruebas.....	103
a. Protocolos de medida y verificación	103
b. Puesta en servicio y actas.....	104
c. Mantenimiento eléctrico	104
Capítulo 8: Instalaciones especiales y utilidades de proceso.....	105
1. Aire comprimido y vacío.....	105
a. Cálculo de redes y caídas de presión	105
b. Tratamiento de condensados.....	106
c. Eficiencia y recuperación de calor	106
2. Gases industriales y combustibles	107
a. Almacenamiento y distribución.....	107
b. Seguridad y ventilación	107
c. Detección y corte	108
3. Vapor y agua caliente industrial	108
a. Calderas y intercambiadores	108
b. Trampas y purgas	109
c. Aislamiento y pérdidas	109
4. Data e IT rooms de planta	110
a. CPDs ligeros, redundancias.....	110
b. Cableado estructurado y fibra	110
c. Control de clima y seguridad	111
5. Control y supervisión	111
a. SCADA/BMS y PLCs	111
b. Instrumentación y sensores IIoT	112
c. Integración con MES/WMS.....	112
6. Seguridad de máquinas	113
a. EN ISO 13849/62061 (enfoque internacional).....	113
b. Paradas de emergencia y resguardos.....	113
c. Validación funcional.....	114
PARTE QUINTA.	115
HVAC, VENTILACIÓN, AGUA Y PCI EN NAVES	115
Capítulo 9: HVAC y calidad de aire en grandes volúmenes	115
1. Estrategias de climatización	115
a. Todo aire, evaporativos y mixtos.....	115

b. Radiantes y destratificadores	116
c. Free-cooling y economizadores	116
2. Cálculo de cargas y zonificación	117
a. Ganancias internas y externas	117
b. Renovaciones y presurizaciones	117
c. Control por ocupación/proceso	118
3. Calidad de aire interior	118
a. Filtración y partículas	118
b. Compuestos y olores	119
c. Monitoreo en continuo	119
4. Eficiencia energética	120
a. Recuperación de calor	120
b. Variadores y control avanzado	120
c. Mantenimiento predictivo	121
5. Ruido y vibraciones	121
a. Silenciadores y antivibratorios	121
b. Aislamiento de equipos	121
c. Medición y límites	122
6. Pruebas y puesta en marcha	122
a. Balances y equilibrado	122
b. Pruebas funcionales	123
c. Protocolos y actas	123
Capítulo 10: Redes de agua, saneamiento y drenaje pluvial	124
1. Abastecimiento y almacenamiento	124
a. Acometidas, depósitos y grupos de presión	124
b. Control de legionela (enfoque higiénico)	125
c. Sectorización y telemetría	125
2. Saneamiento y pretratamientos	126
a. Separadores de hidrocarburos y grasas	126
b. Vertido y normativa ambiental (enfoque internacional)	126
c. Mantenimiento de redes	127
3. Pluviales y cubiertas	127
a. Sumideros sifónicos y convencionales	127
b. Bajantes y colectores	128
c. Sistemas anticlapso	128
4. Drenaje perimetral y de solera	129
a. Zanjones, drenes y bombeos	129
b. Balsas y laminación	129
c. Control de infiltraciones	130
5. Medición y control	130
a. Caudalímetros y contadores	130
b. Alarmas y telecontrol	131
c. Gestión de fugas	131
6. Pruebas y certificación	132
a. Estanqueidad y presión	132
b. Inspección CCTV	132

c. Documentación de conformidad	132
Capítulo 11: Protección contra incendios (PCI) y seguridad de humos.....	134
1. Estrategia PCI en naves	134
a. Sectorización y resistencia al fuego	134
b. Riesgos especiales y almacenamiento alto	135
c. Coordinación con operación	135
2. Sistemas de extinción.....	136
a. Rociadores ESFR/CMDA y diluvio	136
b. BIE, hidrantes y espuma	136
c. Agentes limpios en salas técnicas	137
3. Detección y alarma	137
a. Óptica, aspiración y lineales	137
b. Integración con BMS/SCADA	138
c. Mantenimiento y pruebas	138
4. Control de humos y calor	139
a. Exutorios y ventilación mecánica	139
b. Cálculo de capas de humo	139
c. Ensayos y escenarios	140
5. Accesibilidad y medios de intervención	140
a. Viales, cortafuegos y abastecimiento	140
b. Señalización y sistemas de aviso	141
c. Planes de emergencia	141
6. Verificación y certificación.....	142
a. Criterios de aceptación y pruebas integradas	142
b. Periodicidades de inspección	142
c. Registros y trazabilidad	143
PARTE SEXTA.	144
LOGÍSTICA INTERIOR, AUTOMATIZACIÓN Y GEMELO DIGITAL EN NAVES	144
Capítulo 12: Muelles de carga, tráfico interno y seguridad operacional	144
1. Diseño de muelles y abrigo (shelter)	144
a. Niveladores, shelters y compuertas	144
b. Sellado y puentes móviles	145
c. Colisiones y protecciones	145
2. Flujo de vehículos y personas	146
a. Viales internos y señalización	146
b. Segregación peatonal	146
c. Estacionamientos y recarga	147
3. Puertas y cerramientos operativos	147
a. Rápidas, seccionales y cortafuegos	147
b. Automatismos y controles.....	148
c. Mantenimiento y repuestos	148
4. Ergonomía y seguridad.....	149
a. Iluminación y confort.....	149
b. Zonas de picking y preparación	149

c. Barandillas y rodapiés	149
5. Gestión de layouts	150
a. Slotting y optimización	150
b. Reconfiguración rápida	150
c. 5S y visual management	151
6. KPIs de operación	151
a. Throughput y SLA	151
b. Accidentabilidad y near-miss.....	152
c. Coste logístico por unidad	152
Capítulo 13: Automatización intralogística, robótica y sistemas digitales.....	153
1. Sistemas de movimiento y almacenamiento	153
a. Conveyors, sorters y shuttle	153
b. AS/RS, miniload y autoportantes	154
c. AGV/AMR y picking automatizado	154
2. Control y software	155
a. WMS/WCS y MES	155
b. Integraciones API/OPC-UA	155
c. Ciberseguridad OT/IT.....	156
3. Instrumentación IIoT.....	156
a. Sensores, gateways y redes	156
b. Edge vs cloud.....	157
c. Analítica y alarmística	157
4. Gemelo digital y simulación.....	158
a. Modelos de flujo y eventos discretos	158
b. 5D (coste/plazo) y mantenimiento predictivo	158
c. Casos de uso en retrofit y ramp-up	158
5. Interfaz con personas.....	159
a. HMI, wearables y RF	159
b. Realidad aumentada y formación	159
c. Seguridad funcional	159
6. Ciclo de vida y repuestos	160
a. Obsolescencia y upgrades	160
b. Estrategia de repuestos críticos	160
c. SLAs con integradores.....	161
PARTE SÉPTIMA.	162
ENERGÍA, SOSTENIBILIDAD Y ECONOMÍA CIRCULAR EN NAVES	162
Capítulo 14: Generación distribuida, almacenamiento y gestión energética.....	162
1. Fotovoltaica y BESS	162
a. Dimensionado y protecciones	162
b. Vertido cero y autoconsumo	163
c. Operación y mantenimiento.....	164
2. Carga de vehículos eléctricos.....	164
a. Potencias y esquemas eléctricos	164
b. Operación inteligente y picos.....	165

c. Seguridad y señalización	165
3. Gestión de la demanda	166
a. Tarificación y picos de potencia	166
b. Control por EMS	166
c. Integración con procesos.....	166
4. Eficiencia en MEP y envolvente	167
a. Motores IE y VFD	167
b. Recuperaciones y free-cooling	167
c. Iluminación y controles.....	168
5. Métricas y reporting.....	168
a. kWh/m ² , kWh/unidad y PUE-like	168
b. Dashboards y alarmas	168
c. Auditorías energéticas	169
6. Modelos de contratación energética.....	169
a. PPA onsite, leasing y ESCO	169
b. Garantías de origen	170
c. Riesgos y garantías.....	170
Capítulo 15: Sostenibilidad, ACV y circularidad aplicada	171
1. ACV y huella de carbono	171
a. Alcances y límites	171
b. Materiales y módulos A–D	172
c. Declaraciones ambientales.....	172
2. Diseño para desmontaje (DfD) y DfMA	173
a. Modularidad y reversibilidad.....	173
b. Pasaportes de materiales	173
c. Logística inversa.....	174
3. Certificaciones ambientales.....	174
a. LEED/BREEAM/VERDE (enfoque comparado)	174
b. Energía y agua	175
c. Salud y bienestar	175
4. Gestión de residuos de obra y explotación.....	176
a. Segregación y valorización	176
b. Residuos peligrosos y trazabilidad	176
c. Indicadores y metas.....	177
5. Biodiversidad y criterios de emplazamiento.....	177
a. Suelos, fauna y paisaje	177
b. Efecto isla de calor	178
c. Soluciones basadas en la naturaleza	178
6. Gobernanza ESG	179
a. Políticas y objetivos	179
b. Auditorías y verificación	179
c. Comunicación y partes interesadas	179
PARTE OCTAVA.....	181
CALIDAD, COMISIONADO Y PUESTA EN MARCHA EN NAVES	181



Capítulo 16: Aseguramiento de la calidad (QA/QC) en obra industrial181

1. Plan de calidad por sistemas	181
a. Estructura y envolvente.....	181
b. MEP y automatización.....	182
c. Documentos y registros	183
2. Inspecciones y ensayos	183
a. Protocolos ITP.....	183
b. Conformidad y no conformidades.....	184
c. Acciones correctivas	184
3. Trazabilidad y control documental.....	185
a. Submittals y RFI	185
b. As-Built y O&M manuals	185
c. Entrega digital (CDE)	186
4. Seguridad y salud en obra	186
a. Riesgos críticos	186
b. Permisos de trabajo.....	187
c. Auditorías HSE	187
5. Coordinación técnica.....	188
a. Reuniones e hitos	188
b. Gestión de cambios	188
c. Lecciones aprendidas.....	189
6. Cierre de obra y handover	189
a. Punch list y snagging.....	189
b. Criterios de aceptación.....	190
c. Handover a operación	190

Capítulo 17: Commissioning (Cx), pruebas integradas y arranque191

1. Plan de commissioning.....	191
a. Alcance y responsabilidades.....	191
b. Prefuncionales y funcionales.....	192
c. Matriz de verificación	192
2. Pruebas de rendimiento.....	193
a. HVAC, eléctricos y PCI.....	193
b. Automatización y SCADA.....	194
c. Stress tests y blackout	194
3. Integración de procesos	195
a. FAT/SAT e IST.....	195
b. Ramp-up y validación	195
c. KPIs de arranque.....	196
4. Formación y transferencia.....	196
a. Operadores y mantenimiento	196
b. Manuales y SOP	196
c. Simuladores y RA	197
5. Post-ocupación y ajuste fino.....	197
a. Medición y verificación (M&V)	197
b. Recalibraciones	198

c. Optimización energética	198
6. Documentación de cierre Cx.....	199
a. Informes y actas	199
b. Registro de incidencias.....	199
c. Plan de estacionalidad	199
PARTE NOVENA.	201
OPERACIÓN, MANTENIMIENTO, RETROFIT Y RIESGOS EN NAVES	201
Capítulo 18: Operación y mantenimiento (O&M) de naves industriales.....	201
1. Estrategia O&M	201
a. Preventivo, predictivo y condicional	201
b. CMMS y GMAO.....	202
c. Planes por criticidad	203
2. Mantenimiento por sistemas.....	203
a. Estructura y envolvente.....	203
b. MEP y automatización.....	204
c. PCI y seguridad	204
3. Repuestos y logística	205
a. Inventario crítico	205
b. Contratos de servicio.....	205
c. SLA y penalizaciones	206
4. Integridad y fiabilidad	206
a. RCM y FMECA	206
b. Indicadores MTBF/MTTR.....	206
c. Root cause analysis.....	207
5. Seguridad operacional	207
a. ATEX y polvo combustible	207
b. Permisos y consignaciones	208
c. Simulacros y formación	208
6. Mejora continua	208
a. Auditorías y benchmarking.....	208
b. Ahorro energético	209
c. Planes de inversión	209
Capítulo 19: Retrofit, ampliaciones y cambio de uso	210
1. Diagnóstico técnico.....	210
a. Inspecciones y escaneado 3D	210
b. Capacidad estructural y suelos.....	211
c. Capacidad eléctrica y térmica	211
2. Ampliaciones y altura.....	212
a. Refuerzos y pórticos	212
b. Elevación de cubierta	212
c. Mezzanines y oficinas	213
3. Mejora de envolvente y MEP.....	213
a. Aislamientos y carpinterías	213
b. FV y BESS	214

c. HVAC y ventilación	214
4. Automatización y digital.....	214
a. WMS/WCS y AGV/AMR	214
b. Sensórica y data	215
c. Ciberseguridad.....	215
5. Tramitación y continuidad.....	216
a. Fases sin parar producción	216
b. Seguridad y accesos.....	216
c. Hitos y pruebas	216
6. Caso económico del retrofit	217
a. CAPEX vs OPEX.....	217
b. Payback, VAN y TIR.....	217
c. Riesgos y sensibilidad	218
Capítulo 20: Gestión de riesgos, resiliencia y seguros.....	219
1. Amenazas naturales y antrópicas	219
a. Inundación, viento y sismo	219
b. Incendio y explosiones	220
c. Fallos energéticos	220
2. Evaluación y mitigación.....	220
a. Mapas de riesgo y criticidad	220
b. Medidas pasivas y activas.....	221
c. Planes de contingencia	221
3. Continuidad de negocio	222
a. Estrategias N+1 y N+N	222
b. Procedimientos de conmutación	222
c. Recuperación tras incidente	223
4. Seguros y peritación.....	223
a. Daños materiales y lucro cesante	223
b. Condiciones y exclusiones	223
c. Evidencias y registros.....	224
5. Ensayos de resiliencia	224
a. Pruebas periódicas	224
b. Simulacros multiagente.....	224
c. Revisión post-evento	224
6. Comunicación y stakeholders	225
a. Autoridades y clientes	225
b. Comunidad local.....	225
c. Transparencia y mejoras.....	225
PARTE DÉCIMA.	226
CONTRATACIÓN, DUE DILIGENCE Y ENTORNO EXTERIOR DE LA NAVE	226
Capítulo 21: Contratación y modelos de relación para naves industriales.....	226
1. Estrategias de compra.....	226
a. Lotes vs EPC/DB	226
b. Precalificación y homologación	227



c. Evaluación técnica y económica	227
2. Documentos contractuales.....	228
a. Especificaciones y planos.....	228
b. Matriz de alcance y límites	228
c. Garantías y EHS.....	229
3. Riesgos y cambios	229
a. Claims y órdenes de cambio	229
b. Reprogramaciones	229
c. Resolución de conflictos	230
4. Pagos y certificaciones	230
a. Hitos y mediciones	230
b. Retenciones y bonus/malus	230
c. Cierre económico.....	231
5. Compliance y ética	231
a. Anticorrupción y fraude.....	231
b. Protección de datos.....	231
c. Competencia y confidencialidad.....	231
6. Desempeño del proveedor	232
a. KPIs y auditorías	232
b. Evaluaciones 360º	232
c. Mejora continua	232
Capítulo 22: Due diligence técnica y auditorías de naves industriales.....	233
1. Alcance de la revisión.....	233
a. Estructura y suelos	233
b. Envoltente y estanqueidad	234
c. MEP, PCI y digital	234
2. Metodología e instrumentos	235
a. Checklists y pruebas	235
b. Termografía, escáner y ensayos	235
c. Revisión documental	236
3. Riesgos y CAPEX de corrección	236
a. Priorización por criticidad.....	236
b. Estimación de importes.....	237
c. Plan de acción	237
4. Conformidad normativa	238
a. Seguridad y medio ambiente.....	238
b. Accesibilidad y operativa.....	238
c. Evidencias y trazabilidad.....	238
5. Valoración del activo.....	239
a. Estado y obsolescencia	239
b. Riesgos latentes.....	239
c. Oportunidades de mejora.....	239
6. Informe y negociación.....	240
a. Hallazgos y anexos.....	240
b. Cláusulas técnico-económicas.....	240
c. Condiciones de handover	241



Capítulo 23: Interfaces y acometidas exteriores vinculadas a la nave.....242

1. Viales y explanaciones de carga.....242	
a. Radios y firmes	242
b. Drenaje y señalización	243
c. Accesos y control	243
2. Acometidas de servicios	244
a. Eléctrica, agua y saneamiento	244
b. Telecomunicaciones y gas	244
c. Red contra incendios exterior	245
3. Aparcamientos y movilidad	245
a. Vehículos ligeros y pesados	245
b. Recarga eléctrica	246
c. Itinerarios peatonales	246
4. Cerramientos y seguridad perimetral.....247	
a. Vallados y control de accesos	247
b. CCTV y detección	247
c. Iluminación exterior	248
5. Gestión de pluviales y vertidos	248
a. Balsas y laminación	248
b. Separadores.....	248
c. Monitorización.....	249
6. Coordinación con el polígono/parque	249
a. Servidumbres y permisos	249
b. Capacidades y restricciones	250
c. Mantenimiento y controles	250

PARTE UNDÉCIMA.251

HERRAMIENTAS DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS APLICADAS A NAVES INDUSTRIALES. CHECKLISTS Y FORMULARIOS	251
---	------------

Capítulo 24: Checklists de diseño y preconstrucción251

CHECKLIST Nº 24.01 — Programa funcional y layout de nave industrial (diseño y preconstrucción)	251
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	252
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	252
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	252
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	253
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	253
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	254
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	254
Sección 8. Evidencias y referencias	254
Módulo Técnico—Construcción.....	254
Módulo Urbanismo—Planeamiento	254
Módulo Ambiental—Sostenibilidad	255
Módulo Datos e Interoperabilidad	255

CHECKLIST Nº 24.02 — Cumplimiento normativo (seguridad, accesibilidad, medio ambiente, PCI)255	
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	256
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)	257
Sección 8. Evidencias y referencias	257
Módulo Jurídico-Contractual	257
Módulo Riesgos y Seguridad (PRL/operativa)	257

FORMULARIO Nº 24.03 — Ingeniería conceptual por sistemas (estructura, envolvente, MEP y digital)

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	258
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	258
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	258
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	259
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	259
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	259
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	259
Sección 8. Evidencias y referencias	260
Módulo Técnico-Construcción.....	260
Módulo Datos e Interoperabilidad	260

FORMULARIO Nº 24.04 — Presupuesto y planificación (estimaciones, contingencias, hitos y riesgos)

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	261
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	261
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	261
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	261
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	261
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	262
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	262
Sección 8. Evidencias y referencias	262
Módulo Inmobiliario-Financiero	262

CHECKLIST Nº 24.05 — Contratación y especificaciones (matriz de alcance, criterios de aceptación, garantías)

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	263
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	263
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	263
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	264
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	264
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	264
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	264
Sección 8. Evidencias y referencias	264
Módulo Jurídico-Contractual	264

FORMULARIO Nº 24.06 — Entregables BIM/IFC y CDE (niveles de información, validación QA y formatos)

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	265
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	266
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	266

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	266

Capítulo 25: Checklists de obra, QA/QC y seguridad268

CHECKLIST Nº 25.01 — Recepción de materiales y montaje (estructura, envolvente, MEP)268

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	268
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	269
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	269
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	270
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	270
Sección 8. Evidencias y referencias	270
Módulo Técnico–Construcción.....	270

FORMULARIO Nº 25.02 — Ensayos e inspecciones (ITP, registros, no conformidades y acciones)271

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	272
Módulo Riesgos y Seguridad (PRL/operativa)	273
Módulo Jurídico–Contractual	273

CHECKLIST Nº 25.03 — Seguridad y permisos de trabajo (riesgos críticos, LOTO, confinados y elevación).....273

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)	275
Sección 8. Evidencias y referencias	275
Módulo Riesgos y Seguridad (PRL/operativa)	275

FORMULARIO Nº 25.04 — Coordinación y cambios (RFI, órdenes de cambio, As-Built y redlines)275

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	275
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	276
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 Jurídico–Contractual	277
Módulo Datos e Interoperabilidad	277

CHECKLIST Nº 25.05 — Limpiezas técnicas y cierre de lotes (precomisionado, punch list y entregas

parciales).....	277
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	278
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	278
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	278
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	278
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	278
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	279
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	279
Sección 8. Evidencias y referencias	279
Módulo Técnico–Construcción.....	279

FORMULARIO Nº 25.06 — Documentación de obra (actas, fotografías, certificaciones y archivo en CDE)

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	280
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	280
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	280
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	281
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	281
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	281
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	281
Sección 8. Evidencias y referencias	281
Módulo Jurídico–Contractual	282
Módulo Datos e Interoperabilidad	282

Capítulo 26: Formularios de commissioning, pruebas y aceptación283

FORMULARIO Nº 26.01 — Plan de Commissioning (Cx) y responsabilidades283

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	283
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	284
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	284
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)	285
Sección 8. Evidencias y referencias	285
Módulo Datos e Interoperabilidad	285

CHECKLIST Nº 26.02 — Verificaciones prefuncionales y funcionales Eléctricos e Iluminación....285

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

CHECKLIST Nº 26.03 — Verificaciones HVAC y ventilación287

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	288
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	288
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)	289
Sección 8. Evidencias y referencias	289
Módulo Técnico–Construcción	289
CHECKLIST Nº 26.04 — Verificaciones PCI y utilidades de proceso	289
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	289
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	290
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
Módulo Riesgos y Seguridad (PRL/operativa)	291
FORMULARIO Nº 26.05 — Pruebas integradas e indicadores de rendimiento	291
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	291
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	291
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	292
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	292
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes	292
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	292
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	292
Sección 8. Evidencias y referencias	293
Módulo Medición y Verificación	293
FORMULARIO Nº 26.06 — Aceptación y handover (criterios, reservas y acta)	293
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	293
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	293
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	294
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	294
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes	294
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	294
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	294
Sección 8. Evidencias y referencias	294
Módulo Jurídico–Contractual	295
FORMULARIO Nº 26.07 — Formación y manuales (contenidos, asistencia a arranque y registro)	295
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	295
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	296
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes	296
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	296
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	296
Sección 8. Evidencias y referencias	296
Módulo Operación y Mantenimiento	296
FORMULARIO Nº 26.08 — Plan de estacionalidad y ajuste fino	297
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	297
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	298
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	298

Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	298
Sección 8. Evidencias y referencias	298
Módulo Medición y Verificación	298

Capítulo 27: Checklists de operación, mantenimiento y auditorías299

CHECKLIST Nº 27.01 — Puesta en marcha operativa (SOP, integraciones IT/OT y contingencias)299

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	299
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	300
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	300
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	300
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	300
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	301
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	301
Sección 8. Evidencias y referencias	301
Módulo Operación y Mantenimiento.....	301
Módulo Datos e Interoperabilidad	301

FORMULARIO Nº 27.02 — Mantenimiento por sistemas (preventivo, predictivo e inventario de repuestos)302

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	302
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	302
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	302
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	303
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	303
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	303
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	303
Sección 8. Evidencias y referencias	303
Módulo Operación y Mantenimiento.....	304
Módulo Datos e Interoperabilidad	304

CHECKLIST Nº 27.03 — Seguridad operacional (ATEX, PCI en explotación, consignaciones y bloqueos)304

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	304
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	304
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	305
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	305
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	305
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	305
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	305
Sección 8. Evidencias y referencias	306
Módulo Riesgos y Seguridad (PRL/operativa)	306

FORMULARIO Nº 27.04 — Energía y sostenibilidad (KPIs, auditoría energética y plan de mejora)306

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	306
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	306
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	307
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	307
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	307
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	307
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	307
Sección 8. Evidencias y referencias	308
Módulo Ambiental-Sostenibilidad	308

CHECKLIST Nº 27.05 — Auditoría técnica periódica (estructura, suelos, envolvente, MEP y digital)308

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	309
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	310
Módulo Jurídico-Contractual	310
Módulo Datos e Interoperabilidad	310
FORMULARIO Nº 27.06 — Informes y reporting (indicadores, hallazgos, acciones y cierre)	310
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	310
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	311
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	311
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	312
Módulo Datos e Interoperabilidad	312
Capítulo 28: Formularios económico-contractuales y de gestión	313
FORMULARIO Nº 28.01 — Estimaciones y comparativos (técnico/económico y riesgos)	313
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	313
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	314
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
FORMULARIO Nº 28.02 — Certificaciones y pagos (hitos, retenciones y bonus/malus).....	316
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 Jurídico-Contractual	317
FORMULARIO Nº 28.03 — Cambios y claims (registro, aprobación, impactos y evidencias)	318
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	318
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	318
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	318
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	319
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	319
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	319
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	319
Sección 8. Evidencias y referencias	319

Módulo Jurídico–Contractual	319
FORMULARIO Nº 28.04 — Garantías y repuestos (listas, SLA y criticidad)	320
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	320
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	320
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	320
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	321
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes	321
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	321
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	321
Sección 8. Evidencias y referencias	321
Módulo Operación y Mantenimiento	321
CHECKLIST Nº 28.05 — Matrices de cumplimiento (normativo/EHS, PCI/ATEX y ambiental/residuos)	322
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	322
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	322
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	322
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	323
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes	323
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	323
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	323
Sección 8. Evidencias y referencias	323
Módulo Ambiental–Sostenibilidad	323
FORMULARIO Nº 28.06 — Handover documental (As-Built/O&M, licencias y acta final)	324
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	324
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	324
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	324
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	325
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes	325
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	325
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	325
Sección 8. Evidencias y referencias	325
Módulo Datos e Interoperabilidad	325
Capítulo 29: Plantillas BIM/IFC y matrices de requisitos de información	326
FORMULARIO Nº 29.01 — EIR/AIR y LOI/LOD (contenidos por disciplina, reglas de validación y entregas por hito)	326
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	326
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	327
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	327
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	327
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes	327
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	328
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	328
Sección 8. Evidencias y referencias	328
Módulo Datos e Interoperabilidad	328
CHECKLIST Nº 29.02 — Nomenclaturas y clasificaciones (sistemas/espacios, etiquetado y vistas/planos)	329
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	329
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	329
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	329

Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	330
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	330
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	330
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	330
Sección 8. Evidencias y referencias	330
Módulo Datos e Interoperabilidad	330

FORMULARIO Nº 29.03 — CDE y flujos de trabajo (roles/permisos, estados/revisiones y auditorías de calidad).....331

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	331
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	331
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	331
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	332
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	332
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	332
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	332
Sección 8. Evidencias y referencias	332
Módulo Jurídico-Contractual	332

FORMULARIO Nº 29.04 — Plantillas de datos de activos (atributos mínimos, CMMS/ERP y pasaporte de materiales)333

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	333
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	333
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	333
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	334
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	334
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	334
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	334
Sección 8. Evidencias y referencias	334
Módulo Ambiental-Sostenibilidad	335

CHECKLIST Nº 29.05 — Libros de espacio y racks (reservas/capacidades, cambios/trazabilidad e informes automáticos).....335

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	335
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	335
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	335
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	336
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	336
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	336
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	336
Sección 8. Evidencias y referencias	336

FORMULARIO Nº 29.06 — Integraciones y APIs (SCADA/BMS↔BIM, IIoT↔Data Lake y ciberseguridad/backups)337

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	337
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	337
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	337
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	338
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	338
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	338
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	338
Sección 8. Evidencias y referencias	338
Módulo Datos e Interoperabilidad	339

PARTE DUODÉCIMA.340

**PRÁCTICA DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS APLICADAS A NAVES INDUSTRIALES
.....340**

Capítulo 30: Casos prácticos comparados340

1. Nave logística high-bay con automatización intensiva	340
a. Requisitos y soluciones	340
b. Costes y plazos	341
c. Resultados y KPIs	341
2. Planta agroalimentaria con salas frías.....	342
a. Envoltente e higrotérmica	342
b. MEP y PCI específicos	342
c. Certificación sanitaria	342
3. Producción pesada con puentes grúa.....	343
a. Estructura y pavimento	343
b. Electricidad y seguridad	343
c. Operación y mantenimiento.....	343
4. Retrofit energético con FV+BESS.....	344
a. Integración estructural	344
b. EMS y autoconsumo.....	344
c. Retorno y riesgos	344
5. Nave farma con salas limpias.....	345
a. HVAC y filtración.....	345
b. Validaciones y Cx	345
c. Cumplimiento GMP (enfoque general).....	345
6. Cross-dock de alto throughput	346
a. Muelles y flujos.....	346
b. Automatización ligera	346
c. SLA y desempeño.....	346

**Capítulo 31: Casos prácticos de soluciones constructivas y tecnológicas aplicadas a naves
industriales.....347**

Caso práctico 1. "SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS APLICADAS A NAVES INDUSTRIALES." Implantación de un pavimento sin juntas y verificación de planicidad FM/FF en zona de picking con operación en fases.	347
Causa del Problema	347
Soluciones Propuestas.....	348
1) Diagnóstico técnico y definición de objetivos de desempeño	348
2) Alternativas constructivas de rehabilitación (con análisis de método y justificación)	348
3) Tratamiento superficial, señalización, ergonomía y limpieza técnica	350
4) Faseado, QA/QC, HSE y continuidad de negocio	350
Consecuencias Previstas.....	351
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	352
Lecciones Aprendidas	352
Caso práctico 2. "SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS APLICADAS A NAVES INDUSTRIALES." Rehabilitación integral de cubierta con panel sándwich, BIPV y sistema sifónico de pluviales en nave con limitación estructural.	354

Causa del Problema	354
Soluciones Propuestas	354
1) Diagnóstico técnico estructural, higrotérmico y de drenaje	354
2) Alternativas técnico-constructivas (con método y justificación)	355
3) Integración energética y control (aplicable a B y C)	356
4) Plan de obra, QA/QC, HSE y continuidad	357
Consecuencias Previstas	357
Resultados de las Medidas Adoptadas	358
Lecciones Aprendidas	359

Caso práctico 3. "SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS APLICADAS A NAVES

INDUSTRIALES." Integración de un puente grúa de 20 t en nave existente mediante estructura

autoportante y control de vibraciones.....361

Causa del Problema	361
Soluciones Propuestas	361
1) Diagnóstico y modelización estructural-dinámica	361
2) Alternativas técnico-constructivas	362
3) Cimentaciones y tratamiento de la solera	363
4) Integración del sistema grúa (eléctrica, seguridad y operación)	363
5) QA/QC, HSE y pruebas de recepción	364
Consecuencias Previstas	364
Resultados de las Medidas Adoptadas	365
Lecciones Aprendidas	366

Caso práctico 4. "SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS APLICADAS A NAVES

INDUSTRIALES." Rediseño integral de muelles de carga con niveladores, shelters, anclaje automático

del vehículo y gestión digital del patio (YMS).....368

Causa del Problema	368
Soluciones Propuestas	368
1) Reingeniería civil y de aproximación de camiones	368
2) Sustitución de puertas y niveladores	369
3) Shelters de alto rendimiento y estanqueidad perimetral	369
4) Sistema de anclaje automático del vehículo (vehicle restraint)	370
5) Gestión digital del patio y muelles (YMS) con integración SCADA/BMS	370
6) Seguridad peatonal, iluminación y señalización	370
7) QA/QC, HSE y faseado sin parar operación	371
Consecuencias Previstas	371
Resultados de las Medidas Adoptadas	372
Lecciones Aprendidas	373

Caso práctico 5. "SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS APLICADAS A NAVES

INDUSTRIALES." Optimización de la calidad de energía con filtros activos de armónicos, banco

desintonizado y UPS para cargas sensibles.375

Causa del Problema	375
Soluciones Propuestas	375
1) Campaña de medida clase A y modelización armónica de la red	375
2) Filtros activos de armónicos (AHF) centralizados y distribuidos	376
3) Banco de condensadores desintonizado (antirresonancia) para corrección de factor de potencia	376
4) Continuidad para cargas de control: UPS online doble conversión	377
5) Selectividad y protecciones, puesta a tierra y neutro	377
6) Monitorización permanente de calidad de energía (PQ) y KPIs	377
Consecuencias Previstas	378
Resultados de las Medidas Adoptadas	379
Lecciones Aprendidas	380

Caso práctico 6. "SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS APLICADAS A NAVES INDUSTRIALES." Climatización de gran volumen con free-cooling indirecto, enfriamiento adiabático, destratificación inteligente y control de IAQ.382

Causa del Problema	382
Soluciones Propuestas.....	382
1) Auditoría energética–higrotérmica, campaña IAQ y modelización CFD	382
2) Ventilación mecánica con recuperadores (free-cooling indirecto) y UTAs sectorizadas	383
3) Enfriamiento adiabático indirecto y enfriadoras “dry cooler adiabático” para picos.....	383
4) Destratificación inteligente y cortinas de aire en puertas	384
5) Control de IAQ, BMS/EMS y KPIs	384
6) Faseado, QA/QC, HSE y puesta en marcha (Cx)	384
Consecuencias Previstas.....	385
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	386
Lecciones Aprendidas	386

Caso práctico 7. "SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS APLICADAS A NAVES INDUSTRIALES." Migración a rociadores ESFR de techo y control de humos en almacén high-bay con estanterías de 16 m.388

Causa del Problema	388
Soluciones Propuestas.....	388
1) Evaluación de riesgo, clasificación de mercancías y modelización hidráulica	388
2) Alternativas de protección principal.....	389
3) Control de humos y calor compatible con ESFR	390
4) Detección temprana y gobierno (panel, aspiración y beam)	390
5) Pasiva, sectorización y abastecimientos	391
6) QA/QC, HSE y pruebas integradas	391
Consecuencias Previstas.....	392
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	393
Lecciones Aprendidas	393

Caso práctico 8. "SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS APLICADAS A NAVES INDUSTRIALES." Optimización integral de aire comprimido y vacío con red en anillo, secado por punto de rocío bajo, recuperación de calor y programa de fugas.....395

Causa del Problema	395
Soluciones Propuestas.....	395
1) Diagnóstico de base: auditoría ISO 11011, balance energético y trazado hidráulico	395
2) Nueva sala de compresores con inteligencia de control y recuperación térmica	396
3) Red de distribución: anillo principal DN amplio, derivaciones cortas y caídas < 0,1 bar	397
4) Calidad de aire y segregación de calidades	397
5) Vacío eficiente: bombas de anillo líquido/scroll en sustitución de venturis	398
6) Programa sistemático de fugas y mantenimiento predictivo	398
7) Monitorización y EMS	398
Consecuencias Previstas.....	399
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	400
Lecciones Aprendidas	401

Caso práctico 9. "SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS APLICADAS A NAVES INDUSTRIALES." Modernización integral de redes de agua, saneamiento y drenaje pluvial con control de legionela y sectorización inteligente.403

Causa del Problema	403
Soluciones Propuestas.....	403
1) Auditoría hidráulica, CCTV y modelización hidrológica	403
2) Abastecimiento y sectorización en anillo con grupos de presión VFD	404

3) ACS higiénica: producción, recirculación y eliminación de “dead legs”	404
4) Saneamiento y pretratamientos	405
5) Pluviales: sistema sifónico en cubierta y laminación en balsa	405
6) Drenaje perimetral y de solera	405
7) Telemetría, SCADA y plan de control higiénico	406
8) QA/QC, pruebas y faseado	406
Consecuencias Previstas	406
Resultados de las Medidas Adoptadas	407
Lecciones Aprendidas	408

Caso práctico 10. "SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS APLICADAS A NAVES

INDUSTRIALES." Red de gases industriales (N₂, O₂ y CO₂) con almacenamiento exterior, detección, ventilación de seguridad y corte automático ATEX en nave de producción ligera.410

Causa del Problema	410
Soluciones Propuestas	410
1) Ingeniería de proceso y medición de demanda, con matriz de criticidad	410
2) Almacenamiento exterior y estanterías porta-botellas, con manifolds y vaporizadores	411
3) Red de distribución fija en acero inoxidable 316L (N ₂ /CO ₂) y cobre desoxidado OXY (O ₂), con trazabilidad	411
4) Detección fija de gas y control: O ₂ (defecto/exceso), CO ₂ y E-Stop con enclavamientos	412
5) Ventilación de seguridad: extracción mecánica y aportación por vía alta/baja, con control de presión	412
6) Zonificación ATEX y compatibilidades (cuando aplique)	413
7) QA/QC, limpieza O ₂ -clean, pruebas y documentación	413
8) Formación, permisos de trabajo y GMAO	413
Consecuencias Previstas	414
Resultados de las Medidas Adoptadas	415
Lecciones Aprendidas	416

Caso práctico 11. "SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS APLICADAS A NAVES

INDUSTRIALES." Repotenciación eléctrica MT/BT con doble acometida, selectividad avanzada e identificación y mitigación del riesgo de arco eléctrico.418

Causa del Problema	418
Soluciones Propuestas	418
1) Estudio de cargas, cortocircuito y coordinación de protecciones (MT/BT)	418
2) Nueva subestación con doble acometida y dos transformadores en paralelo (N+1)	419
3) Respaldo dinámico: grupos electrógenos en paralelo y esquema de shedding	419
4) Selectividad avanzada y mitigación de arco eléctrico (arc flash)	420
5) Mallas de tierra, equipotencialidad y SPD	420
6) PQ, metering, SCADA/EMS e integración IEC 61850	420
7) Faseado de obra, QA/QC y HSE	421
Consecuencias Previstas	421
Resultados de las Medidas Adoptadas	422
Lecciones Aprendidas	423

Caso práctico 12. "SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS APLICADAS A NAVES

INDUSTRIALES." Implantación escalable de AMR, sorter modular y estaciones “goods-to-person” con integración WMS/WCS y seguridad funcional.425

Causa del Problema	425
Soluciones Propuestas	425
1) Modelización de flujos, layout y simulación (gemelo digital)	425
2) Selección tecnológica y arquitectura de sistema (AMR + sorter + GTP)	426
3) Infraestructura física, pavimentos y comunicaciones industriales	426
4) Software y control: WMS/WCS/MES, APIs y orquestación	427
5) Seguridad funcional y operacional (EN ISO 13849/62061) y segregación de flujos	427

6) Plan de ramp-up, pruebas integradas (IST) y commissioning (Cx).....	427
7) Gestión del cambio, formación y KPIs	428
Consecuencias Previstas.....	428
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	429
Lecciones Aprendidas.....	430
Caso práctico 13. "SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS APLICADAS A NAVES INDUSTRIALES." Arquitectura IIoT de planta con edge computing, analítica predictiva y ciberseguridad OT/IT para mejorar OEE y reducir paradas.	431
Causa del Problema	431
Soluciones Propuestas.....	431
1) Descubrimiento de activos y arquitectura de referencia (ISA-95/IEC-62443)	431
2) Red OT segmentada, DMZ y acceso remoto seguro	432
3) Edge computing y normalización de datos (OPC-UA + MQTT)	432
4) Sensorización crítica y calidad de energía/aire	432
5) Capa de aplicaciones: OEE, Mantenimiento Predictivo y KPIs energéticos	433
6) HMI/Andon, movilidad y soporte al operador	433
7) Gobierno de ciberseguridad OT y continuidad	434
8) QA/QC, Cx digital y formación	434
Consecuencias Previstas.....	434
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	435
Lecciones Aprendidas.....	436
Caso práctico 14. "SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS APLICADAS A NAVES INDUSTRIALES." Hibridación fotovoltaica en cubierta con BESS y EMS para autoconsumo, control de picos y vertido cero.....	438
Causa del Problema	438
Soluciones Propuestas.....	438
1) Auditoría energética avanzada, curva de carga 1 s y pre-dimensionado	438
2) Ingeniería de cubierta, estructura y estanqueidad	439
3) Fovovoltaica en cubierta (AC-coupling) con control de vertido cero	439
4) BESS para "peak shaving" y "load shifting", con capacidad de "ride-through"	440
5) EMS con optimización predictiva y orquestación MEP/IT	440
6) Integración eléctrica MT/BT y calidad de energía	440
7) Seguridad PCI del BESS y compliance	441
8) Contratación: CAPEX vs PPA on-site y garantías	441
9) Faseado, QA/QC y commissioning	441
Consecuencias Previstas.....	442
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	443
Lecciones Aprendidas.....	444
Caso práctico 15. "SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS APLICADAS A NAVES INDUSTRIALES." Estrategia integral de ACV, DfMA/DfD y pasaportes de materiales para descarbonizar una nave logística de 30.000 m².	446
Causa del Problema	446
Soluciones Propuestas.....	446
1) ACV de referencia y gemelo de carbono (módulos A–D).....	446
2) Estructura optimizada: acero EAF con ≥ 80 % reciclado, pórticos S355 y nudos atornillados DfD....	447
3) Cimentaciones y losas de bajo CO ₂ : CEM III/B y árido reciclado + fibras metálicas	447
4) Envolvente térmica de alta eficiencia y estanqueidad: panel sándwich PIR con EPD y puentes térmicos minimizados	448
5) DfMA/DfD e industrialización: módulos de fachada/cubierta y piezas prefabricadas MEP "plug & play"	448
6) Gestión de RCD y logística inversa	448

7) MEP eficiente y preparación para FV futura (sin repetir caso FV+BESS)	449
8) Biodiversidad y SUDS	449
9) Certificación y gobernanza ESG	449
Consecuencias Previstas.....	450
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	451
Lecciones Aprendidas.....	451

Caso práctico 16. "SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS APLICADAS A NAVES INDUSTRIALES." Commissioning (Cx) integral con pruebas integradas IST, blackout test y optimización estacional en una nave high-bay automatizada.453

Causa del Problema	453
Soluciones Propuestas.....	453
1) Plan de Commissioning (Cx-Plan) y nombramiento de Commissioning Authority (CxA)	453
2) Pre-funcionales (PFC) por sistema: verificación de instalación, cableado, IO y parametría	454
3) Funcionales (FPT) y pruebas de rendimiento por subsistema	454
4) Pruebas integradas (IST): escenarios multi-sistema y blackout test	455
5) Ajuste fino, optimización y formación	455
6) Documentación, Handover y Plan de Estacionalidad (Seasonal Cx)	455
Consecuencias Previstas.....	456
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	456
Lecciones Aprendidas.....	457

Caso práctico 17. "SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS APLICADAS A NAVES INDUSTRIALES." Implantación de un programa RCM/FMECA con GMAO, monitorización predictiva y repuestos críticos para elevar la disponibilidad operativa.459

Causa del Problema	459
Soluciones Propuestas.....	459
1) Evaluación de criticidad y FMECA por sistemas.....	459
2) GMAO (GMAO/CMMS) con flujo de extremo a extremo y movilidad	460
3) Programa de mantenimiento predictivo (PdM) en activos críticos A.....	460
4) Rediseños de baja inversión (defect elimination).....	461
5) Repuestos críticos, niveles min-max y acuerdos con proveedores.....	461
6) Contratos de servicio con SLA y esquema bonus-malus.....	461
7) Seguridad operacional: LOTO, permisos y formación.....	462
8) Gobierno de datos y KPIs	462
9) Faseado y Cx del programa de O&M	462
Consecuencias Previstas.....	463
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	464
Lecciones Aprendidas.....	465

Caso práctico 18. "SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS APLICADAS A NAVES INDUSTRIALES." Retrofit integral con elevación de cubierta, refuerzo de pórticos, pavimento sin juntas y migración a almacenamiento alto con operación en marcha.467

Causa del Problema	467
Soluciones Propuestas.....	467
1) Diagnóstico técnico y captura de la realidad: escaneado 3D + auscultación estructural y del pavimento	467
2) Estrategia de elevación de cubierta + refuerzo de pórticos y arriostramientos.....	468
3) Pavimento industrial sin juntas para VNA/AGV (losas postensadas y superflat)	468
4) Envolvente térmica y estanqueidad: fachadas/pasamuros + lucernarios con control solar	468
5) Repotenciación eléctrica y distribución: nueva barra 3.200 A, busduct y LED DALI	469
6) PCI para almacenamiento alto: ESFR techo-solo, hidrantes y control de humos	469
7) Automatización intralogística y mezzanine de preparación	469
8) Plan de obra por fases y seguridad: operación al 70 % garantizada.....	470

9) Tramitación y legalización.....	470
Consecuencias Previstas.....	470
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	471
Lecciones Aprendidas.....	472

Caso práctico 19. "SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS APLICADAS A NAVES INDUSTRIALES." Plan maestro de resiliencia y seguros con microred y protocolos de continuidad de negocio.474

Causa del Problema	474
Soluciones Propuestas.....	474
1) Análisis de riesgos y AEL base, con mapa multiamenaza	474
2) Medidas pasivas anti-inundación: laminación, barreras y antirretornos	475
3) Microred N+1 con BESS y grupos en paralelo, con lógica de isla segura	475
4) Refuerzos de cubierta y anclajes anti-levantamiento por viento	475
5) Estanterías y elementos no estructurales: arriostramiento y anticolapso	476
6) PCI y control de humos coordinados con continuidad	476
7) BCP/DRP y ciberresiliencia OT/IT	476
8) Sensórica, alerta temprana y SCADA de resiliencia	477
9) Seguros: reconfiguración de pólizas y coberturas paramétricas	477
10) Simulacros multiagente, formación y QA/QC	477
Consecuencias Previstas.....	478
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	478
Lecciones Aprendidas.....	479

Caso práctico 20. "SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS APLICADAS A NAVES INDUSTRIALES." Mitigación integral de riesgo ATEX por polvo combustible en nave agroalimentaria con captación, supresión y gobernanza operativa.481

Causa del Problema	481
Soluciones Propuestas.....	481
1) Evaluación de riesgo y caracterización del polvo (Kst/Pmax) y mapa de ignición	481
2) Rediseño de captación de polvo y ventilación por focos, con filtros de mangas con protección integrada	482
3) Supresión/venteo y desacople en elevadores, silos y mezcladores	482
4) Puesta a tierra, equipotencialidad, control de cargas estáticas y selección de equipos eléctricos ...	483
5) Housekeeping, limpieza técnica y gestión de polvo sedimentado	483
6) Gobernanza ATEX: zonificación, Documento de Protección contra Explosiones (DPE), permisos y formación.....	483
7) Instrumentación de proceso y detección de chispas/atascos	484
8) Ciberseguridad OT y continuidad para sistemas de seguridad	484
9) Faseado de obra con producción en marcha y Cx ATEX	484
Consecuencias Previstas.....	485
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	485
Lecciones Aprendidas.....	486

Caso práctico 21. "SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS APLICADAS A NAVES INDUSTRIALES." Modelo de contratación híbrido EPC/DB con lotes críticos, matriz de alcance y bonus-malus para asegurar plazo y coste en una nave logística automatizada.488

Causa del Problema	488
Soluciones Propuestas.....	488
1) Redefinición del "paquete EPC núcleo" y "lotes críticos" con matriz de alcance y límites (battery limits)	488
2) Modelo económico con precio objetivo (Target Cost) y reparto de riesgo (pain/gain share) + bonus-malus por desempeño	489
3) Gobernanza contractual: RFP con doble sobre (técnico/económico), criterios ponderados y tablero de	

riesgos vinculante	490
4) Reglas de cambio y control documental (CDE) con workflow y derechos de auditoría	490
5) Garantías, seguros y solidez financiera	490
6) Early Contractor Involvement (ECI) y compras de largo plazo (long lead items)	491
7) Acceptance por KPIs y Commissioning integrado (Cx + IST) como condición de pago	491
8) Comité de resolución temprana de disputas (DRB) y calendario de coordinación	491
Consecuencias Previstas	492
Resultados de las Medidas Adoptadas	493
Lecciones Aprendidas	494

Caso práctico 22. "SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS APLICADAS A NAVES INDUSTRIALES." Due diligence técnica integral y auditoría de una nave multiusuario previa a compra y arrendamiento triple neto.496

Causa del Problema	496
Soluciones Propuestas	496
1) Alcance de la due diligence, plan y equipo (semana 0)	496
2) Revisión documental y CDE de la operación (semana 1)	497
3) Estructura y cimentaciones: inspecciones y auscultación (semana 2)	497
4) Pavimentos industriales y muelles (semana 2-3)	497
5) Envolvente: cubierta, fachadas, huecos y estanqueidad (semana 3)	498
6) Eléctrica MT/BT, calidad de energía y backup (semana 3)	498
7) PCI y control de humos (semana 3-4)	498
8) Redes de agua, saneamiento y pluviales (semana 4)	499
9) HVAC, ventilación e IAQ (semana 4)	499
10) Medioambiental, residuos y materiales peligrosos (semana 4-5)	499
11) Energía y sostenibilidad (semana 5)	499
12) CAPEX de corrección, matriz de riesgos y plan de acción (semana 5-6)	500
Consecuencias Previstas	500
Resultados de las Medidas Adoptadas	501
Lecciones Aprendidas	502

Caso práctico 23. "SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS APLICADAS A NAVES INDUSTRIALES." Reordenación de accesos, acometidas y perímetro con SUDS y control inteligente de tráfico pesado en parque industrial saturado.504

Causa del Problema	504
Soluciones Propuestas	504
1) Rediseño geométrico viario y firmes estructurales para tráfico pesado	504
2) Explanadas y playas de maniobra con segregación de flujos y señalización inteligente	505
3) SUDS y drenaje pluvial: laminación, zanjas drenantes y pavimentos permeables	505
4) Acometidas exteriores y anillos: eléctrica MT, agua/saneamiento y telecomunicaciones	506
5) Red PCI exterior: anillo, hidrantes y compatibilidad con bomberos	506
6) Seguridad perimetral, accesos y control inteligente (ANPR, WIM y slotting)	506
7) Iluminación exterior LED, videovigilancia y control	507
8) Movilidad y recarga: turismos y pesados	507
9) Coordinación con la Entidad Urbanística y permisos	507
10) QA/QC y commissioning de exteriores	507
Consecuencias Previstas	508
Resultados de las Medidas Adoptadas	509
Lecciones Aprendidas	510

Caso práctico 24. "SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS APLICADAS A NAVES INDUSTRIALES." Implantación de checklists de diseño y preconstrucción con CDE/BIM para asegurar "first time quality" y reducir cambios en obra.512

Causa del Problema	512
--------------------------	-----



Soluciones Propuestas.....	512
1) Gobierno de preconstrucción y matriz RACI de checklists	512
2) Checklists de programa funcional y layout (flujos, cuellos y zonas técnicas)	513
3) Cumplimiento normativo y PCI/humos (enfoque internacional, aceptación aseguradora)	513
4) Ingeniería conceptual por sistemas y constructabilidad	513
5) EIR/AIR y validación BIM/IFC con reglas automáticas (LOI/LOD)	514
6) Especificaciones de aceptación y criterios por sistema (QA/QC + Cx)	514
7) Presupuesto objetivo y WBS vinculada a checklists	514
8) 4D y plan de faseado (Last Planner® + buffers)	515
9) Talleres técnicos integrados (Clash & Issue Tracker – BCF)	515
10) Precomprobaciones de fábrica (FAT) y “first article” en obra	515
11) Entregables documentales y CDE con workflow	515
12) Formación, seguridad y cultura de first time quality	516
Consecuencias Previstas.....	516
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	517
Lecciones Aprendidas	518

Caso práctico 25. "SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS APLICADAS A NAVES INDUSTRIALES." Programa de checklists de obra, QA/QC e HSE con ITPs, trazabilidad digital y cierre por lotes en una nave multi-contrato.520

Causa del Problema	520
Soluciones Propuestas.....	520
1) Plan de Calidad por Sistemas (QA/QC) e ITPs vinculantes.....	520
2) Recepción de materiales y trazabilidad digital	521
3) Ensayos/inspecciones en obra: estructura, recubrimientos y pares	521
4) Pavimentos industriales: control de planitud, juntas y resistencia	521
5) Envolvente y estanqueidad: detalle y blower door sectorial.....	522
6) PCI/humos y pruebas operativas	522
7) Eléctrica/ILU y selectividad	522
8) Gestión de No Conformidades (NCR), 8D y “stop-the-line”	522
9) HSE: permisos, LOTO y control de izados	523
10) Cierre por lotes (handover parcial), limpieza técnica y precomisionado	523
11) Trazabilidad documental en CDE y dashboard de KPIs.....	523
12) Auditorías internas/tercero y bonus–malus por calidad sin retrabajo	523
Consecuencias Previstas.....	524
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	524
Lecciones Aprendidas	525

¿QUÉ APRENDERÁ?



- Definir objetivos de rendimiento, seguridad y continuidad de negocio.
- Dimensionar el programa funcional y el layout según flujos y crecimiento.
- Diseñar la investigación geotécnica, las cimentaciones y los drenajes con control de riesgos.
- Proyectar pavimentos industriales de alto rendimiento y su conservación.
- Seleccionar sistemas estructurales y envolventes eficientes, estancas y durables.
- Planificar instalaciones eléctricas de media y baja tensión, iluminación y calidad de energía.
- Diseñar utilidades de proceso: aire comprimido, vapor, gases y centros de proceso de datos de planta.
- Implantar HVAC y ventilación con control de calidad de aire interior y eficiencia energética.
- Desarrollar estrategias de protección contra incendios y control de humos coordinadas con la operación.
- Integrar automatización intralogística, WMS/WCS, SCADA/BMS y gemelo digital.
- Optimizar energía con fotovoltaica, BESS y EMS y aplicar criterios ESG y análisis de ciclo de vida.
- Gestionar contratación, financiación y riesgos, y ejecutar calidad, commissioning, operación y mantenimiento y retrofit.

Introducción.



Estrategia, técnica y negocio: por qué esta guía práctica transformará su manera de decidir y de comunicar valor

En un mercado industrial cada vez más competitivo, los proyectos de naves requieren mucho más que un buen diseño: exigen decisiones rápidas, justificadas con datos y comunicadas con claridad a promotor, dirección financiera y operación. El problema ya no es solo técnico; es estratégico. Se multiplican las opciones tecnológicas, los condicionantes normativos y los riesgos de ejecución, mientras los plazos se acortan y el coste del capital presiona cada presupuesto. Esta guía nace para resolver esa brecha: convertir la complejidad técnica en argumentos sencillos, verificables y rentables.

¿Qué encontrará en esta guía práctica? Un recorrido completo, pensado para la realidad de España y Latinoamérica, que integra soluciones constructivas y tecnológicas con herramientas de marketing técnico y de negocio. Desde geotecnia, cimentaciones y pavimentos de alto rendimiento hasta estructuras, envolventes eficientes, MT/BT, HVAC, PCI y control de humos. Continúa con automatización intralogística, sistemas digitales y gemelo, energía (fotovoltaica, BESS, EMS) y sostenibilidad (ACV, DfMA/DfD), y culmina en calidad, commissioning, O&M, retrofit, contratación, due diligence e interfaces exteriores. El bloque de herramientas le aporta checklists, formularios y plantillas BIM/IFC, CDE y datos de activo. Rematan la obra casos prácticos comparados, listos para inspirar propuestas de valor y justificar inversiones.

¿Cómo le ayuda como profesional? Le ofrece una metodología para alinear la ingeniería con el negocio y comunicarla con precisión: definición de objetivos de rendimiento y coste total de propiedad, construcción de comparativos técnico-económicos, estimaciones con sensibilidad y riesgos, criterios de aceptación por sistema, KPIs de operación y retorno esperado. Encontrará guías para traducir decisiones técnicas a impactos en disponibilidad, seguridad, consumo energético y mantenimiento, y para presentarlas con claridad a quien decide la financiación. En la práctica, podrá preparar argumentarios sólidos, cuadros ejecutivos y cronogramas defendibles, reforzando su credibilidad ante cliente, dirección y aseguradoras.



Beneficios tangibles e intangibles: reducción del retrabajo y de las desviaciones, licitaciones más competitivas con especificaciones claras, plazos mejor controlados, decisiones energéticas con retorno demostrado y una narrativa técnica coherente con los objetivos del activo. Ganará tiempo, disminuirá la incertidumbre y elevará su capacidad de influencia, integrando ingeniería, operación y negocio en un mismo lenguaje.

Le invitamos a dar el paso. Invertir en conocimiento aplicado es la mejor decisión para proteger el margen, acelerar la adjudicación y asegurar la explotación del activo con criterios de calidad y seguridad. Esta guía práctica está diseñada para convertirse en su referencia de cabecera: la utilizará para planificar, contratar, ejecutar, poner en marcha y operar con garantías, y también para explicar cada decisión con datos claros y argumentos convincentes.

El sector cambia a gran velocidad. Quien se actualiza, lidera. Quien además sabe comunicar el valor de lo que propone, gana. Empiece hoy a construir esa ventaja competitiva: estudie, adopte y aplique lo que aquí encontrará, y convierta cada proyecto en una oportunidad para demostrar excelencia técnica y de gestión.