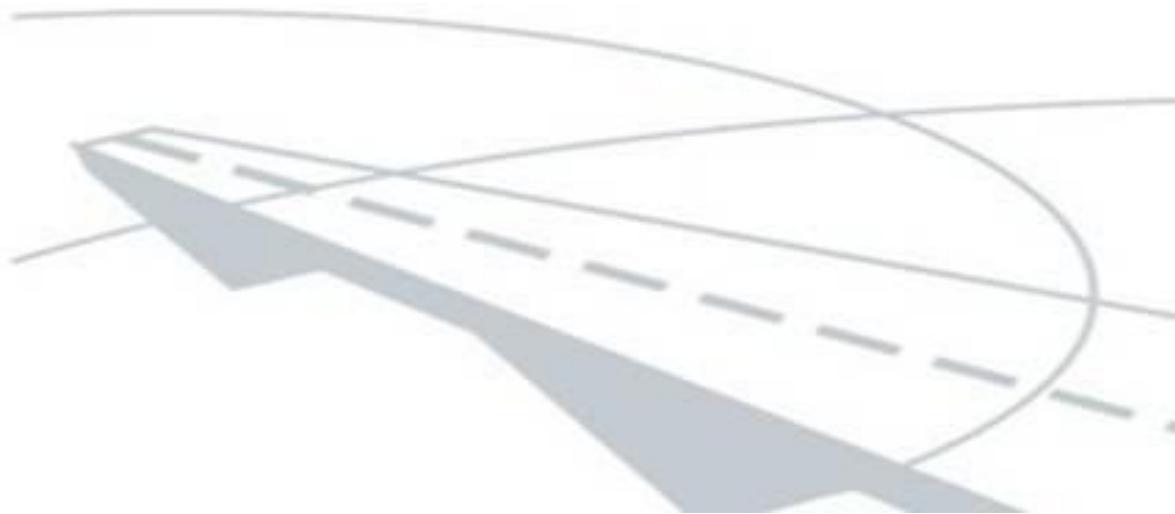
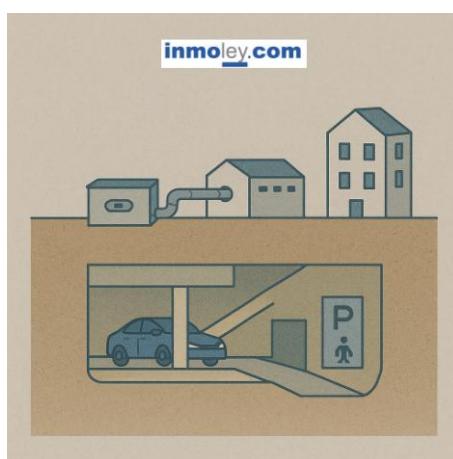




SISTEMA EDUCATIVO inmoley.com DE FORMACIÓN CONTINUA PARA PROFESIONALES INMOBILIARIOS. ©



CURSO/GUÍA PRÁCTICA SUBSUELO URBANO: INFRAESTRUCTURAS Y PARKINGS PARA RESIDENTES





Índice

¿QUÉ APRENDERÁ?.....	26
Introducción.	27
PARTE PRIMERA	29
Fundamentos y Tipología del Subsuelo Urbano.....	29
Capítulo 1: Evolución histórica, conceptos y alcance del subsuelo urbano residencial	29
1. Origen y evolución del uso subterráneo.....	29
a. Primeros refugios	30
b. Metro y galerías de servicios del siglo XIX.....	30
c. Consolidación de parkings subterráneos en el siglo XX.....	30
2. Concepto de subsuelo urbano para residentes.....	31
a. Definición y límites horizontales/verticales	31
b. Relación con la propiedad del suelo en superficie	31
c. Enfoque de multifuncionalidad	32
3. Clasificación funcional del subsuelo	32
a. Aparcamiento y movilidad.....	32
b. Infraestructuras de servicios públicos	33
c. Espacios técnicos y logísticos.....	33
4. Ventajas y desafíos del aprovechamiento subterráneo	34
a. Liberación de superficie para usos públicos	34
b. Complejidad técnica y de costes	34
c. Riesgos geotécnicos y ambientales	35
5. Interacción con la tipología del suelo urbano	35
a. Suelo urbano consolidado y densidad	35
b. Suelo urbanizable y previsión de infraestructuras	35
c. Suelo patrimonial y restricciones arqueológicas	35
6. Panorama internacional de tendencias	36
a. Ciudades europeas densas	36
b. Megaciudades asiáticas.....	36
c. Renovación de barrios americanos.....	36
Capítulo 2: Actores, principios y valores en el planeamiento del subsuelo urbano	37
1. Actores públicos y privados	37
a. Administraciones multinivel	37
b. Promotores, concesionarios y operadores.....	38
c. Comunidad vecinal y colectivos locales	38
2. Principios de sostenibilidad y resiliencia	38
a. Uso eficiente del suelo y energía	39
b. Adaptación al cambio climático	39
c. Circularidad de materiales	39
3. Equidad social y accesibilidad.....	40
a. Reparto justo de plazas residenciales	40



b. Diseño para movilidad reducida.....	40
c. Tarifas y modelos de coste asequible	40
4. Innovación y digitalización	41
a. Gemelos digitales del subsuelo	41
b. Sistemas inteligentes de guiado	41
c. Big Data para la gestión de plazas	42
5. Transparencia y gobernanza participativa	42
a. Procesos de información pública.....	42
b. Herramientas de participación online	42
c. Rendición de cuentas y reporting	43
6. Retos globales y tendencias emergentes.....	43
a. Electrificación de la movilidad	43
b. Micromovilidad y nuevos vehículos	43
c. Multifuncionalidad de galerías técnicas	44
PARTE SEGUNDA.....	45
Marco Normativo y Planeamiento del Subsuelo Urbano	45
Capítulo 3: Normativa internacional y directrices ONU-Hábitat aplicables al subsuelo	45
1. Agenda 2030 y Objetivo 11.....	45
a. Vivienda y movilidad asequible	45
b. Espacio público de calidad	46
c. Infraestructura resiliente	46
2. Soft-law de planificación subterránea.....	46
a. ITA-AITES guidelines	46
b. ISO 25121: Gestión del espacio subterráneo	47
c. Recomendaciones de PIARC	47
3. Unión Europea y taxonomía verde.....	48
a. Criterios ambientales para obra civil	48
b. Directiva de Evaluación Ambiental Estratégica	48
c. Normas de eficiencia energética en parkings	48
4. Normativa comparada en América	49
a. Códigos de building subterráneo en EE. UU.	49
b. Estatuto da Cidade y subsuelo en Brasil.....	49
c. Reglamentos mexicanos de estacionamientos	49
5. Experiencias normativas en Asia-Pacífico.....	50
a. Planeamiento tridimensional en Singapur	50
b. Ley de Utilización del Subsuelo en Japón	50
c. Códigos australianos de aparcamientos	50
6. Convergencia y armonización jurídica	51
a. Contratos de concesión estándar	51
b. Licencias y permisos multinivel	51
c. Mecanismos de cooperación internacional	51
Capítulo 4: Integración del subsuelo en el planeamiento urbanístico y la tipología del suelo	52
1. Planeamiento tridimensional y cartografía 3D	52
a. Modelos de propiedad en Z.....	52



b. Sistemas GIS 3D municipales.....	53
c. Registro catastral volumétrico.....	53
2. Coherencia con instrumentos superiores	53
a. Plan General y Plan Parcial	53
b. Planes Especiales de Movilidad	54
c. Estrategias de infraestructuras de ciudad	54
3. Compatibilidad con usos de superficie	55
a. Parques y plazas públicas	55
b. Equipamientos comunitarios	55
c. Vías de transporte masivo	55
4. Condicionantes geotécnicos y ambientales	56
a. Suelos expansivos y licuables	56
b. Nivel freático y drenaje	56
c. Contaminación del suelo y subsuelo	57
5. Sinergias con infraestructuras lineales	57
a. Túneles de transporte	57
b. Galerías de servicios	57
c. Pasos peatonales subterráneos	58
6. Programación y reservas de subsuelo	58
a. Fases de desarrollo urbano	58
b. Derechos de superficie y usufructo	59
c. Mecanismos de compensación.....	59
PARTE TERCERA.	60
Caracterización Geotécnica y Evaluación del Subsuelo	60
Capítulo 5: Estudios geotécnicos y parámetros clave	60
1. Campañas de reconocimiento del terreno	60
a. Sondeos y ensayos in situ	60
b. Prospección geofísica	60
c. Muestreo y laboratorio.....	61
2. Propiedades mecánicas y hidráulicas	61
a. Resistencia y deformabilidad.....	61
b. Permeabilidad y presiones de agua.....	61
c. Clasificación geomecánica	61
3. Análisis de riesgos geotécnicos	62
a. Asentamientos diferenciales	62
b. Empujes de tierras y agua	62
c. Vibraciones por excavación	62
4. Evaluación sísmica y normativa sísmica	63
a. Zonificación sísmica	63
b. Coeficientes de diseño	63
c. Detallado estructural	63
5. Impacto de excavaciones en edificaciones existentes	63
a. Auscultación de movimientos	63
b. Medidas de contención	64
c. Instrumentación y control	64



6. Informe geotécnico integrado	64
a. Datos y conclusiones clave	64
b. Recomendaciones constructivas	64
c. Limitaciones y contingencias	64
Capítulo 6: Estudios hidrogeológicos y ambientales del subsuelo urbano	66
1. Caracterización del acuífero urbano.....	66
a. Profundidad del nivel freático	66
b. Conductividad hidráulica.....	66
c. Intrusión salina y contaminación	66
2. Modelización de flujo subterráneo	67
a. Métodos analíticos y numéricos.....	67
b. Balance hídrico urbano.....	67
c. Escenarios de bombeo.....	67
3. Gestión del drenaje subterráneo	67
a. Captaciones y pozos de alivio	67
b. Sistemas de drenaje perimetral	68
c. Recarga artificial y reutilización	68
4. Contaminación y calidad del suelo.....	68
a. Compuestos orgánicos volátiles	68
b. Metales pesados.....	68
c. Remediación in situ	68
5. Impacto ambiental de infraestructuras subterráneas	69
a. Ruido y vibraciones.....	69
b. Calidad del aire interior	69
c. Calor subterráneo residual	69
6. Informe hidro-ambiental.....	69
a. Límites y requisitos legales	69
b. Medidas de mitigación	70
c. Plan de seguimiento	70
PARTE CUARTA.....	71
Diseño y Tecnología de Infraestructuras Subterráneas Residenciales.....	71
Capítulo 7: Diseño funcional de parkings subterráneos para residentes	71
1. Configuración de plantas y rampas	71
a. Geometría de circulación	71
b. Radios de giro y pendientes	72
c. Alturas libres mínimas	72
2. Capacidad y dimensionamiento de plazas.....	72
a. Demanda residencial prevista	72
b. Plazas adaptadas y familiares	73
c. Reservas para bicicletas y VMP.....	73
3. Accesos peatonales y evacuación	73
a. Núcleos de ascensores y escaleras	73
b. Itinerarios accesibles	73
c. Señalización de emergencia	74



4. Sistemas de ventilación y calidad del aire	74
a. Ventilación mecánica vs. natural	74
b. Detectores de CO/NO ₂	74
c. Recuperación de calor	74
5. Integración de movilidad eléctrica	74
a. Infraestructura de recarga	75
b. Gestión de potencia disponible	75
c. Protocolos de pago y control	75
6. Soluciones arquitectónicas y acabados	75
a. Tratamiento de paredes y pavimentos	75
b. Iluminación LED eficiente	75
c. Identidad visual y wayfinding	76
Capítulo 8: Galerías técnicas y redes de servicios subterráneos	77
1. Función y ventajas de las galerías multi-servicio	77
a. Accesibilidad para mantenimiento	77
b. Reducción de zanjas en superficie	77
c. Seguridad y resiliencia	77
2. Dimensionado y secciones tipo	78
a. Altura libre y anchos mínimos	78
b. Corredores unidireccionales	78
c. Cámaras de cruce y pozos	78
3. Redes de agua, saneamiento y drenaje	78
a. Tubos de presión y gravedad	78
b. Materiales y uniones	79
c. Sistemas de monitorización	79
4. Redes eléctricas y telecomunicaciones	79
a. Canalizaciones y bandejas	79
b. Blindajes y redundancias	79
c. Gestión de calor y ventilación	79
5. Integración con sistemas de district heating/cooling	80
a. Tuberías preaisladas	80
b. Estaciones de intercambio	80
c. Control centralizado	80
6. Criterios de seguridad y mantenimiento	80
a. Protección contra incendios	80
b. Planes de inspección periódica	80
c. Manuales operativos	80
PARTE QUINTA.	82
Ingeniería, Construcción y Seguridad en el Subsuelo	82
Capítulo 9: Métodos constructivos y control de la excavación	82
1. Excavación a cielo abierto	82
a. Ventajas y limitaciones	82
b. Sistemas de entibación	82
c. Gestión de tráfico temporal	83



2. Métodos excavados (cut-and-cover, top-down)	83
a. Secuencia constructiva	83
b. Estabilidad de pantallas.....	83
c. Impacto en edificios colindantes	83
3. Técnicas de túneles mecanizados	84
a. TBM para parkings de gran capacidad	84
b. Microtuneladoras para galerías	84
c. Control de presión de frente	84
4. Hormigonado y impermeabilización	84
a. Juntas y aditivos sellantes	84
b. Láminas asfálticas y PVC.....	85
c. Ensayos de estanqueidad	85
5. Gestión de materiales excavados.....	85
a. Clasificación y valorización	85
b. Transporte y vertederos.....	85
c. Coste y huella de carbono	85
6. Auscultación y control geotécnico	86
a. Inclinómetros y extensómetros.....	86
b. Nivelación topográfica.....	86
c. Sistemas de alerta temprana	86
Capítulo 10: Seguridad estructural, incendios y gestión de emergencias	87
1. Diseño estructural frente a cargas y sismo	87
a. Normativas internacionales.....	87
b. Modelos de cálculo 3D	87
c. Detallado de armaduras	87
2. Protección contra incendios	88
a. Sistemas de detección y alarma	88
b. Rociadores y bocas de incendio	88
c. Compartimentación y presurización.....	88
3. Evacuación y control de humos	88
a. Rutas de escape señalizadas.....	89
b. Ventiladores a chorro y extracción	89
c. Iluminación de emergencia	89
4. Seguridad operacional del parking.....	89
a. Círculos de visibilidad y CCTV	89
b. Control de accesos y vandalismo	89
c. Gestión de incidentes	90
5. Planes de emergencia y simulacros.....	90
a. Coordinación con bomberos	90
b. Formación de personal.....	90
c. Revisiones periódicas.....	90
6. Evaluación y auditoría de riesgos.....	90
a. Matriz probabilística.....	91
b. Actualización de protocolos	91
c. Certificación de seguridad	91



PARTE SEXTA.	92
Operación, Mantenimiento y Gestión de Parkings Residenciales	92
Capítulo 11: Modelos de operación y explotación	92
1. Gestión directa municipal	92
a. Estructura organizativa	92
b. Tarifación y control de coste	93
c. Indicadores de desempeño	93
2. Concesión y partenariado público-privado	93
a. Pliegos y obligaciones	93
b. Duración y canon	94
c. Auditoría de servicio	94
3. Cooperativas y comunidades de propietarios	95
a. Régimen de uso y disfrute	95
b. Normas internas	95
c. Fondo de reserva	95
4. Sistemas de control de acceso y cobro	96
a. LPR y tickets QR	96
b. Apps de reserva	96
c. Plataformas de pago integradas	96
5. Mantenimiento preventivo y predictivo	97
a. Rutinas de inspección	97
b. Sensores IoT y gemelo digital	97
c. Gestión de repuestos	98
6. Gestión de energía y costes operativos	98
a. Contratos PPA y autoconsumo	98
b. Monitorización en tiempo real	98
c. Optimización de ventilación e iluminación	99
Capítulo 12: Movilidad, usuarios y calidad del servicio	100
1. Señalización dinámica y guiado a plaza	100
a. Paneles LED y apps móviles	100
b. Sistemas de ocupación en tiempo real	100
c. Reducción de tiempos de búsqueda	101
2. Integración con transporte público y micromovilidad	101
a. Conexiones peatonales seguras	101
b. Aparcabicis y lockers VMP	101
c. Sinergias con estaciones de metro/bus	101
3. Estrategias de fidelización y tarifas	101
a. Bonos de residente y tarifa plana	101
b. Descuentos por vehículo eléctrico	102
c. Tarifas dinámicas	102
4. Experiencia de usuario y accesibilidad	102
a. Señalética universal	102
b. Atención al cliente 24/7	102
c. Encuestas de satisfacción	102



5. Seguridad personal y percepción	102	
a. Iluminación y visibilidad	102	
b. Videovigilancia y patrullas.....	103	
c. Protocolos anti-agresión.....	103	
6. Indicadores de calidad y certificaciones	103	
a. KPI de rotación y ocupación	103	
b. Certificados ISO 9001/45001.....	103	
c. Reporting y transparencia	103	
PARTE SÉPTIMA.	104	
Sostenibilidad y Medio Ambiente en el Subsuelo Urbano		104
Capítulo 13: Eficiencia energética y huella de carbono.....	104	
1. Iluminación LED y control inteligente.....	104	
a. Sensores de presencia y lux.....	104	
b. Regulación de intensidad	104	
c. Ahorro energético.....	104	
2. Ventilación de alta eficiencia.....	105	
a. Variadores de frecuencia.....	105	
b. Recuperación de calor	105	
c. Energía geotérmica pasiva	105	
3. Integración de energías renovables	105	
a. Fotovoltaica en cubierta y fachada	105	
b. Cogeneración y trigeneración	105	
c. Acumulación en baterías	106	
4. Materiales de bajo impacto.....	106	
a. Hormigón con sustitución de clínker	106	
b. Pavimentos reciclados	106	
c. Pinturas ecoetiquetadas	106	
5. Análisis de ciclo de vida (ACV)	106	
a. Definición de límites	106	
b. Software y bases de datos.....	107	
c. Interpretación de resultados	107	
6. Certificaciones ambientales y ESG	107	
a. LEED Parksmart.....	107	
b. BREEAM Infrastructure.....	107	
c. Taxonomía verde UE	107	
Capítulo 14: Gestión ambiental, resiliencia y adaptación climática	109	
1. Control de aguas subterráneas y drenaje	109	
a. Reducción de bombeos continuos	109	
b. Reutilización de aguas grises.....	109	
c. Sistemas antirretorno	109	
2. Calidad del aire interior.....	110	
a. Control de CO, NO ₂ y PM.....	110	
b. Sistemas de filtración	110	
c. Auditorías periódicas	110	



3. Gestión de residuos y limpieza	111
a. Puntos limpios internos.....	111
b. Residuos peligrosos (baterías, aceites)	111
c. Contratos de gestión externa	111
4. Resiliencia frente a inundaciones	111
a. Barreras retráctiles	111
b. Sistemas de bombeo redundante	112
c. Planes de evacuación de vehículos.....	112
5. Monitorización ambiental en tiempo real	112
a. Sensores multiservicio	112
b. Panel de control central	112
c. Alertas y protocolos	112
6. Informes de sostenibilidad y gobernanza.....	113
a. Indicadores GRI.....	113
b. Comunicación a stakeholders.....	113
c. Mejora continua	113
PARTE OCTAVA.....	114
Herramientas Digitales y Metodologías Innovadoras	114
Capítulo 15: SIG 3D, BIM y gemelos digitales en la gestión del subsuelo	114
1. Modelos 3D geoespaciales integrados	114
a. Nubes de puntos y LiDAR	114
b. Estandarización de datos.....	114
c. Visualización web 3D	115
2. BIM para infraestructuras subterráneas.....	115
a. Niveles de detalle (LOD)	115
b. Integración de instalaciones MEP	115
c. Clash detection	115
3. Gemelos digitales operativos	116
a. Sensores IoT y BMS.....	116
b. Simulación energética	116
c. Mantenimiento predictivo	116
4. Inteligencia artificial para optimización de plazas	116
a. Vision analytics	116
b. Predicción de demanda.....	117
c. Ajuste dinámico de tarifas	117
5. Realidad virtual y aumentada.....	117
a. Entrenamiento de personal	117
b. Presentaciones a la ciudadanía	117
c. Guiado inmersivo para emergencias	117
6. Ciberseguridad y protección de datos	118
a. Normas ISO/IEC 27001	118
b. Gestión de vulnerabilidades	118
c. Continuidad de negocio	118
Capítulo 16: Metodologías ágiles, lean construction y prefabricación subterránea.....	119



1. Design Thinking y prototipado rápido	119
a. Identificación de necesidades	119
b. Ideación colaborativa	119
c. Mock-ups a escala.....	119
2. Lean Construction en obras subterráneas	120
a. Planificación Last Planner	120
b. Reducción de ineficiencias	120
c. Kaizen y mejora continua	120
3. Scrum en equipos de ingeniería.....	120
a. Gestión de backlog técnico.....	121
b. Sprint reviews y demos	121
c. Retrospectivas de aprendizaje.....	121
4. Prefabricación y túneles segmentales	121
a. Losa prefabricada para parkings.....	121
b. Galerías en dovelas	121
c. Logística Just-in-Time.....	122
5. Contratación colaborativa (IPD).....	122
a. Riesgo compartido.....	122
b. Incentivos de desempeño	122
c. Cláusulas de transparencia	122
6. KPIs de proceso y calidad	123
a. Plazo, coste y seguridad	123
b. Productividad de equipos.....	123
c. Satisfacción del cliente final	123
PARTE NOVENA.	124
Checklists y Formularios para Subsuelo Urbano	124
CAPÍTULO 17 • Matrices de Riesgos, KPI y Cuadros de Mando para Subsuelo Urbano	124
1. MATRIZ DE RIESGOS GEOTÉCNICOS Y ESTRUCTURALES	124
SECCIÓN 1 — a. Identificación y valoración	125
SECCIÓN 2 — b. Plan de mitigación.....	125
SECCIÓN 3 — c. Responsable y plazo	125
2. MATRIZ DE RIESGOS OPERATIVOS Y DE SEGURIDAD	126
3. MATRIZ DE RIESGOS ECONÓMICOS Y DE MERCADO	126
4. KPI DE PROCESO DE CONSTRUCCIÓN	127
5. KPI DE OPERACIÓN Y SERVICIO.....	127
6. CUADRO DE MANDO INTEGRAL DEL SUBSUELO URBANO	128
CAPÍTULO 18 • Formularios y Checklists de Planeamiento y Viabilidad del Subsuelo	129
1. CHECKLIST DE COMPATIBILIDAD URBANÍSTICA	129
SECCIÓN 1 — Datos básicos del proyecto	129
SECCIÓN 2 — a. Coherencia con PGOU	130
SECCIÓN 3 — b. Restricciones patrimoniales	130
SECCIÓN 4 — c. Declaración ambiental	130



2. CHECKLIST DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y AMBIENTALES.....	130
SECCIÓN 1 — a. Campañas de sondeos	131
SECCIÓN 2 — b. Análisis de riesgos	131
SECCIÓN 3 — c. Recomendaciones constructivas	131
3. CHECKLIST DE VIABILIDAD ECONÓMICO-FINANCIERA.....	131
SECCIÓN 1 — a. Estimación de CAPEX y OPEX	132
SECCIÓN 2 — b. Fuentes de financiación	132
SECCIÓN 3 — c. Índices ROI y VAN	132
4. CHECKLIST DE PARTICIPACIÓN Y GOBERNANZA	133
SECCIÓN 1 — a. Identificación de stakeholders	133
SECCIÓN 2 — b. Herramientas de participación	133
SECCIÓN 3 — c. Registro de compromisos.....	133
5. CHECKLIST DE OBTENCIÓN DE LICENCIAS Y PERMISOS.....	134
6. CHECKLIST DE EVALUACIÓN DE RIESGOS INTEGRADOS.....	134
SECCIÓN 1 — a. Matriz de riesgos.....	135
SECCIÓN 2 — b. Plan de contingencia.....	135
SECCIÓN 3 — c. Seguimiento y auditoría	135
CAPÍTULO 19 • Formularios y Plantillas para Subsuelo Urbano	136
1. FORMULARIO DE MEMORIA JUSTIFICATIVA DEL PROYECTO SUBTERRÁNEO	136
SECCIÓN 1 — Datos generales del proyecto	136
SECCIÓN 2 — a. Objetivos y alcance	137
SECCIÓN 3 — b. Marco normativo	137
SECCIÓN 4 — c. Diagnóstico resumido.....	137
2. PLANTILLA DE PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.....	137
TÍTULO DEL PLIEGO: “Condiciones Técnicas para la Construcción del Parking Subterráneo <Nombre proyecto>”	138
SECCIÓN 1 — Objeto y ámbito de aplicación	138
SECCIÓN 2 — a. Especificaciones de diseño.....	138
SECCIÓN 3 — b. Normas de ejecución	138
SECCIÓN 4 — c. Criterios de calidad.....	138
3. PLANTILLA DE CUADRO DE SUPERFICIES Y PLAZAS	139
4. FORMULARIO DE CONVENIO DE CONCESIÓN (Modelo abreviado)	140
5. PLANTILLA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	141
6. FORMULARIO DE INFORME DE SOSTENIBILIDAD Y ESG.....	141
SECCIÓN 1 — a. Indicadores clave (último ejercicio)	142
SECCIÓN 2 — b. Resultados de ACV	142
SECCIÓN 3 — c. Plan de mejora (próximo trienio)	142
Capítulo 20. Normas para la adjudicación por ayuntamiento de plazas de garaje en régimen de concesión demanial.....	143
A. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROCEDIMIENTO.....	143
B. FORMULARIO DE SOLICITUD DE PLAZA DE GARAJE	144
C. CHECKLIST DE TRAMITACIÓN MUNICIPAL.....	145
D. MATRIZ DE PRIORIDAD PARA GRUPOS DE SOLICITANTES	146
E. CONTRATO DE RESERVA (MODELO ESQUEMÁTICO).....	146
F. LISTA DE ESPERA Y GESTIÓN DE VACANTES	147



G. REGISTRO DE INCIDENCIAS Y RENUNCIAS	147
H. NORMAS ADICIONALES Y TRANSITORIAS	147
Capítulo 21. Modelo de pliegos administrativos del subsuelo.	148
TÍTULO I — DISPOSICIONES GENERALES	148
Art. 1. ^º Objeto del Pliego	148
Art. 2. ^º Objeto del Contrato	149
Art. 3. ^º Normas Reguladoras	149
Art. 4. ^º Forma de Adjudicación	149
Art. 5. ^º Naturaleza de la Relación	149
Art. 6. ^º Plazo de la Concesión	149
Art. 7. ^º Canon Concesional	150
TÍTULO II — OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONCESIONARIO	150
Art. 8. ^º Obligaciones Generales	150
Art. 9. ^º Obligaciones Esenciales	150
Art. 10. ^º Derechos del Concesionario	151
TÍTULO III — POTESTADES DE LA ADMINISTRACIÓN.....	151
Art. 11. ^º Facultades Públicas	151
TÍTULO IV — GESTIÓN DEL SERVICIO	151
Art. 12. ^º Prestación del Servicio	151
Art. 13. ^º Seguros	151
Art. 14. ^º Subcontratación	152
Art. 15. ^º Plazos de Garantía	152
TÍTULO V — RÉGIMEN SANCIONADOR.....	152
Art. 16. ^º Infracciones y Sanciones	152
TÍTULO VI — EXTINCIÓN DE LA CONCESIÓN.....	152
Art. 17. ^º Causas	152
TÍTULO VII — PROCEDIMIENTO DE LICITACIÓN	153
Art. 18. ^º Capacidad para Concurrir	153
Art. 19. ^º Expediente y Criterios de Adjudicación	153
Art. 20. ^º Presentación y Apertura de Ofertas	153
Art. 21. ^º Jurisdicción	153
Art. 22. ^º Formalización	153
ANEXO I — Normativa sobre Derechos y Obligaciones de los Usuarios	154
(...incluir reglamento modelo de uso, tarifas, responsabilidad, reclamaciones...)	154
ANEXO II — Modelo de Contrato de Cesión de Plaza al Usuario Final	154
(...precio, duración, usos permitidos, régimen de transmisión, etc.)	154
ANEXO III — Cuadro de Infracciones y Sanciones	154
(...tabla detallada con clasificación, tipificación y cuantías...)	154
Capítulo 22. Pliego de Bases Administrativas y prescripciones técnicas para un aparcamiento público subterráneo	155
I. BASES ADMINISTRATIVAS	155
1. OBJETO DEL CONCURSO	155
2. ÁMBITO DE ACTUACIÓN	155
3. PROGRAMA DE NECESIDADES	156
4. ORGANISMO CONVOCANTE	156
5. MODALIDAD DEL CONCURSO	156
6. CONCURSANTES Y PREMIOS	156



7. PUBLICIDAD Y DOCUMENTACIÓN	156
8. COMPOSICIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL JURADO	157
9. PLAZO Y LUGAR DE PRESENTACIÓN	157
10. RETIRADA DE TRABAJOS NO PREMIADOS	157
11. CLAÚSULAS FINALES	157
II. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS	158
PT-1 CRITERIOS DE DISEÑO URBANO	158
PT-2 CRITERIOS DE DISEÑO DEL APARCAMIENTO	158
PT-3 CRITERIOS MEDIOAMBIENTALES	158
PT-4 DOCUMENTOS MÍNIMOS DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN	158
PT-5 CONTROL DE OBRA Y PLAZOS	158
PT-6 GARANTÍA Y SEGUROS	158
ANEXOS	159
Capítulo 23. Pliego de cláusulas administrativas particulares regulador de la contratación, por procedimiento abierto y mediante subasta, de la cesión del derecho de uso y disfrute de la planta sótano	160
I. DISPOSICIONES GENERALES	160
1. OBJETO DEL CONTRATO	160
2. PRECIO DEL CONTRATO Y TIPO DE LICITACIÓN	161
3. PLAZO DE LA CESIÓN	161
4. PAGO DEL PRECIO	161
5. DERECHO DE USO Y TRANSMISIÓN	161
II. REQUISITOS Y PROCEDIMIENTO DE CONTRATACIÓN	161
6. CAPACIDAD PARA CONTRATAR	161
7. PRESENTACIÓN DE OFERTAS	162
8. DOCUMENTACIÓN ADMINISTRATIVA (Sobre A)	162
9. PROPOSICIÓN ECONÓMICA (Sobre B)	162
10. APERTURA DE OFERTAS Y ADJUDICACIÓN	162
11. GARANTÍA DEFINITIVA	162
12. FORMALIZACIÓN	163
III. DERECHOS Y OBLIGACIONES DEL ADJUDICATARIO	163
13. OBLIGACIONES PRINCIPALES	163
14. GASTOS	163
IV. PRERROGATIVAS DE LA ADMINISTRACIÓN	164
15. POTESTADES	164
V. PENALIDADES Y RESOLUCIÓN	164
16. PENALIDADES	164
17. RESOLUCIÓN	164
18. REVERSIÓN	164
VI. DISPOSICIONES FINALES	165
19. NATURALEZA DEL CONTRATO	165
20. DERECHO SUPLETORIO	165
Capítulo 24. Concesión demanial de un aparcamiento de automóviles para residentes en el subsuelo de plaza pública, comprendiendo la redacción del proyecto de ejecución y su construcción	166
I. DISPOSICIONES GENERALES	166



1. OBJETO DEL CONTRATO	166
2. PLAZOS	167
3. PRESUPUESTO Y CANON	167
4. GARANTÍAS	167
II. PROCEDIMIENTO DE CONTRATACIÓN.....	167
5. TRAMITACIÓN Y ADJUDICACIÓN	167
6. CLASIFICACIÓN MÍNIMA (o solvencia equivalente).....	167
7. PRESENTACIÓN DE OFERTAS	167
8. DOCUMENTACIÓN ADMINISTRATIVA (Sobre A)	168
9. PROPOSICIÓN ECONÓMICA (Sobre B)	168
10. MANTENIMIENTO DE OFERTAS	168
III. APERTURA, EVALUACIÓN Y ADJUDICACIÓN.....	168
11. ACTOS DE APERTURA	168
12. CRITERIOS DE ADJUDICACIÓN (máx. 12 puntos)	168
13. PROPUESTA Y ADJUDICACIÓN	169
IV. FORMALIZACIÓN Y GARANTÍAS.....	169
14. GARANTÍA DEFINITIVA.....	169
15. FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO	169
V. DERECHOS Y OBLIGACIONES DEL CONCESIONARIO	169
16. OBLIGACIONES ESENCIALES	169
17. DERECHOS	169
VI. PENALIDADES, RESOLUCIÓN Y REVERSIÓN	170
18. PENALIDADES	170
19. CAUSAS DE RESOLUCIÓN	170
20. REVERSIÓN	170
VII. DISPOSICIONES FINALES.....	170
21. NATURALEZA Y JURISDICCIÓN	170
22. DERECHO SUPLETORIO	170
Capítulo 25. Concurso para la contratación, mediante procedimiento abierto, de la construcción y explotación del aparcamiento subterráneo.	171
I. DISPOSICIONES GENERALES	171
1. OBJETO DEL CONTRATO	171
2. FINANCIACIÓN	172
3. CANON DE LA CONCESIÓN	172
4. DURACIÓN DE LA CONCESIÓN	172
5. GARANTÍA PROVISIONAL	172
II. EXAMEN DEL EXPEDIENTE Y PRESENTACIÓN DE OFERTAS	172
6. CONSULTA DEL EXPEDIENTE.....	172
7. PRESENTACIÓN DE OFERTAS	172
8. APERTURA DE PLICAS	173
III. CONTENIDO DE LA OFERTA	173
9. DOCUMENTACIÓN ADMINISTRATIVA (Sobre A)	173
10. PROPOSICIÓN ECONÓMICA (Sobre B)	173
IV. CRITERIOS DE ADJUDICACIÓN (0 – 15 puntos)	173
V. FORMALIZACIÓN Y GARANTÍAS.....	174
11. GARANTÍA DEFINITIVA.....	174



12. FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO	174
VI. DERECHOS Y OBLIGACIONES DEL CONCESIONARIO	174
13. OBLIGACIONES PRINCIPALES.....	174
14. DERECHOS	174
VII. PENALIDADES, RESOLUCIÓN Y REVERSIÓN	175
15. PENALIDADES	175
16. CAUSAS DE RESOLUCIÓN.....	175
17. REVERSIÓN	175
VIII. DISPOSICIONES FINALES.....	175
18. NATURALEZA DEL CONTRATO	175
19. DERECHO SUPLETORIO.....	175
Capítulo 26- Modelo de bases de adjudicación de los aparcamientos para vehículos de residentes.....	176
PREÁMBULO	176
CAPÍTULO I • TITULARES DEL DERECHO DE CESIÓN DE USO	177
ARTÍCULO 1. PERSONAS BENEFICIARIAS	177
CAPÍTULO II • CONTRATO DE CESIÓN	177
ARTÍCULO 2. NATURALEZA Y CONTENIDO DEL CONTRATO	177
CAPÍTULO III • SOLICITUDES Y ORDEN DE PREFERENCIA	177
ARTÍCULO 3. TRAMITACIÓN DE SOLICITUDES	177
ARTÍCULO 4. PUBLICACIÓN DE LISTADOS.....	178
ARTÍCULO 5. NOTIFICACIÓN INDIVIDUAL.....	178
ARTÍCULO 6. LISTA DE ESPERA	178
CAPÍTULO IV • TRANSMISIONES, CAMBIOS Y ALQUILER	178
ARTÍCULO 7. TRANSFERENCIAS DEL DERECHO DE USO	178
ARTÍCULO 8. RÉGIMEN DE ALQUILER	178
CAPÍTULO V • RÉGIMEN ECONÓMICO	179
ARTÍCULO 9. PRECIOS MÁXIMOS DE TRANSMISIÓN	179
ARTÍCULO 10. GASTOS ORDINARIOS Y EXTRAORDINARIOS	179
CAPÍTULO VI • USO Y MANTENIMIENTO TÉCNICO.....	179
ARTÍCULO 11. CONDICIONES DE USO.....	179
ARTÍCULO 12. PLAN DE MANTENIMIENTO.....	179
CAPÍTULO VII • RÉGIMEN DISCIPLINARIO Y JURISDICCIÓN	179
ARTÍCULO 13. INFRACCIONES Y SANCIONES	179
ARTÍCULO 14. FUERO	180
CAPÍTULO VIII • DISPOSICIONES FINALES.....	180
ARTÍCULO 15. RELACIONES LABORALES	180
ARTÍCULO 16. MODIFICACIÓN DEL USO.....	180
ARTÍCULO 17. REGISTRO DE LA CONCESIÓN	180
ANEXOS.....	180
Capítulo 27. Modelo de bases reguladoras del concurso de proyectos, con intervención de jurado, para la selección del diseño y proyecto de construcción de aparcamiento subterráneo y de ordenación y urbanización.....	181



1. OBJETO DEL CONCURSO	181
2. MODALIDAD Y PROCEDIMIENTO	182
3. PARTICIPANTES	182
4. PREMIOS Y COMPENSACIONES	182
5. JURADO	182
6. CRITERIOS DE VALORACIÓN (ponderación orientativa)	183
7. DOCUMENTACIÓN Y ANONIMATO	183
8. PRESENTACIÓN Y PLAZOS	184
9. APERTURA, EVALUACIÓN Y FALLO	184
10. DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL	184
11. CONTRATO POSTERIOR	184
12. RÉGIMEN JURÍDICO Y RECURSOS	184
13. CLÁUSULA DE FUERO	185

Capítulo 28. Ordenanzas municipales sobre el subsuelo.....186

MODELO DE ORDENANZA FISCAL	186
TASA POR APROVECHAMIENTO ESPECIAL O UTILIZACIÓN PRIVATIVA DEL SUBSUELO, SUELO O VUELO DE LA VÍA PÚBLICA	186
Artículo 1. Fundamento y régimen jurídico	186
Artículo 2. Hecho imponible	186
Artículo 3. Sujetos pasivos	187
Artículo 4. Devengo y exigibilidad	187
Artículo 5. Base y cuota tributaria	187
Artículo 6. Gestión y cobranza	188
Artículo 7. Régimen especial para empresas suministradoras	188
Artículo 8. Infracciones y sanciones	188
Artículo 9. Norma supletoria	188

Capítulo 29. Ordenanza urbanística municipal reguladora de la exigencia de plazas de garaje, aparcamiento en edificaciones de nueva construcción, tipología residencial multifamiliar, en zonas del casco urbano consolidado.....190

EXPOSICIÓN DE MOTIVOS	190
ARTÍCULO 1. OBJETO	190
ARTÍCULO 2. ÁMBITO DE APLICACIÓN	191
ARTÍCULO 3. DOTACIÓN EXIGIBLE Y CONDICIONES DIMENSIONALES	191
ARTÍCULO 4. EXENCIONES	191
ARTÍCULO 5. SUSTITUCIÓN DE LAS PLAZAS EN PARCELA	191
ARTÍCULO 6. SUSTITUCIÓN MEDIANTE PLAZAS EXTERNAS	191
ARTÍCULO 7. SUSTITUCIÓN MEDIANTE CANÓN	192
ARTÍCULO 8. CONTROL, SANCIONES Y RESPONSABILIDADES	192
DISPOSICIONES FINALES	192

Capítulo 30. Modelo de Ordenanza Municipal para la construcción, instalación y uso de estacionamientos y garajes.....193

TÍTULO I · DISPOSICIONES GENERALES.....193	
Art. 1 Objeto	193
Art. 2 Definiciones	193
TÍTULO II · LICENCIAS Y PROCEDIMIENTOS.....194	
Art. 3 Estacionamientos vinculados	194
Art. 4 Garajes independientes	194
TÍTULO III · DIMENSIONES Y CIRCULACIÓN194	
Art. 5 Plazas	194



Art. 6 Accesos de vehículos	194
Art. 7 Pasillos y rampas	194
TÍTULO IV · INSTALACIONES Y SEGURIDAD.....	195
Art. 8 Ventilación	195
Art. 9 Iluminación	195
Art. 10 Prevención de incendios	195
Art. 11 Pavimentos y drenaje	195
Art. 12 Servicios auxiliares	195
TÍTULO V · SEÑALIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD	195
Art. 13 Señalización vial interna	195
Art. 14 Accesibilidad peatonal.....	196
TÍTULO VI · DISPOSICIONES TRANSITORIAS Y FINALES.....	196
Capítulo 31. Modelo de Ordenanza Municipal para uso de garajes.	197
CAPÍTULO I · DISPOSICIONES GENERALES.....	197
Art. 1 Ámbito de aplicación	197
Art. 2 Condiciones estructurales previas	197
Art. 3 Dotación máxima de plazas	197
Art. 4 Superficie mínima	198
CAPÍTULO II · ACCESOS Y CIRCULACIÓN	198
Art. 6 Zona de espera interior.....	198
Art. 7 Rampas	198
Art. 8 Acceso peatonal y aislamiento	198
CAPÍTULO III · INSTALACIONES Y SEGURIDAD	198
Art. 9 Ventilación	198
Art. 10 Iluminación	199
Art. 11 Protección contra incendios	199
Art. 12 Almacenamiento de combustibles y lavado	199
CAPÍTULO IV · DOCUMENTACIÓN Y LICENCIAS	199
Art. 13 Proyecto gráfico	199
Art. 14 Señalización in situ.....	199
Art. 15 Licencia de actividad	199
CAPÍTULO V · PROHIBICIONES Y VIGILANCIA	200
Art. 16 Prohibiciones	200
Art. 17 Vigilancia del cumplimiento.....	200
DISPOSICIÓN FINAL.....	200
Capítulo 32. Modelo de Ordenanza de APARCAMIENTOS ROBOTIZADOS	201
TÍTULO I DISPOSICIONES GENERALES	201
Art. 1 Ámbito de aplicación	202
Art. 2 Definiciones básicas	202
TÍTULO II CONDICIONES DE IMPLANTACIÓN.....	202
Art. 3 Capacidad y zonas de espera	202
Art. 4 Cabinas de transferencia	202
Art. 5 Accesos y rampas (si la zona de espera se localiza bajo rasante)	203
Art. 6 Estudio de movilidad	203
TÍTULO III SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	203



Art. 7 Compartimentación y sectorización	203
Art. 8 Detección, alarma y extinción.....	203
Art. 9 Ventilación	203
Art. 10 Alumbrado y energía de emergencia.....	203
Art. 11 Plan de autoprotección.....	204
TÍTULO IV DOCUMENTACIÓN Y LICENCIAS	204
Art. 12 Proyecto técnico	204
Art. 13 Seguro y garantías	204
Art. 14 Prueba funcional.....	204
TÍTULO V RÉGIMEN DISCIPLINARIO.....	204
DISPOSICIONES FINALES.....	205
Capítulo 33. Modelo de contrato de cesión temporal de plaza de garaje por el ADJUDICATARIO de la concesión de construcción de un parking subterráneo en suelo público.	206
1. PARTES CONTRATANTES.....	206
2. OBJETO DEL CONTRATO	207
3. DOCUMENTACIÓN INCORPORADA.....	207
4. DURACIÓN Y PRÓRROGA	207
5. PRECIO, FIANZA Y FORMA DE PAGO.....	207
6. DERECHOS Y OBLIGACIONES DEL ADJUDICATARIO	207
7. DERECHOS Y OBLIGACIONES DEL CESIONARIO	208
8. RESPONSABILIDAD Y SEGUROS.....	208
9. INCUMPLIMIENTO Y RESOLUCIÓN	208
10. DEVOLUCIÓN DE LA PLAZA	208
11. PROTECCIÓN DE DATOS.....	208
12. NOTIFICACIONES.....	209
13. SOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS.....	209
14. ACEPTACIÓN	209
ANEXO I – PLANO DE SITUACIÓN DE LA PLAZA	209
ANEXO II – REGLAMENTO INTERNO DE USO	209
ANEXO III – CERTIFICADO DE SEGURO DEL GARAJE	209
ANEXO IV – RESGUARDO DE FIANZA.....	209
PARTE DÉCIMA.	210
Práctica del Subsuelo Urbano.....	210
Capítulo 34: Casos de éxito y fracaso en infraestructuras subterráneas.....	210
1. Éxito: Parking ecoeficiente de Jean Jaurès (Toulouse)	210
a. Diseño compacto y ventilación natural	210
b. Integración de fotovoltaica	210
c. Resultados operativos	211
2. Éxito: Redes de galerías técnicas de Barcelona.....	211
a. Mantenimiento sin zanjas	211
b. Coordinación municipal.....	211
c. Indicadores de ahorro.....	211
3. Éxito: Super-parking de Shin-Umeda (Osaka)	212
a. Automatización total	212
b. Alta rotación y fiabilidad	212
c. Transferibilidad del modelo.....	212



4. Fracaso: Subparking Kings Dock (Liverpool)	212
a. Sobreestimación de demanda	212
b. Problemas de drenaje	213
c. Lecciones aprendidas.....	213
5. Fracaso: Parking subterráneo Plaza del Rey (Madrid)	213
a. Oposición vecinal.....	213
b. Retrasos y sobrecostes	213
c. Estrategias de mitigación.....	213
6. Fracaso: Galería de servicios La Défense (París)	214
a. Falta de coordinación de servicios	214
b. Costes de mantenimiento elevados	214
c. Mejora propuesta	214
Capítulo 35. Casos prácticos del Subsuelo Urbano	215
Caso práctico 1. "SUBSUELO URBANO: INFRAESTRUCTURAS Y PARKINGS PARA RESIDENTES.	
PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y GESTIÓN DEL ESPACIO SUBTERRÁNEO." Integración de un	
estacionamiento subterráneo en un barrio histórico sin comprometer el patrimonio.	
Causa del Problema.....	215
Soluciones Propuestas.....	215
1. Excavación con micropilotes y pantallas ancladas	215
2. Montaje de estructura prefabricada modular	216
Consecuencias Previstas.....	216
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	218
Lecciones Aprendidas	218
Caso práctico 2. "SUBSUELO URBANO: INFRAESTRUCTURAS Y PARKINGS PARA RESIDENTES.	
PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y GESTIÓN DEL ESPACIO SUBTERRÁNEO." Transformación de un	
aparcamiento marginal en un sistema de parkings conectados por galerías técnicas.	
Causa del Problema.....	220
Soluciones Propuestas.....	220
1. Creación de galerías técnicas interconectadas	220
2. Implantación de un sistema centralizado de control y gestión (BMS).....	220
Consecuencias Previstas.....	221
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	221
Lecciones Aprendidas	222
Caso práctico 3. "SUBSUELO URBANO: INFRAESTRUCTURAS Y PARKINGS PARA RESIDENTES.	
PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y GESTIÓN DEL ESPACIO SUBTERRÁNEO." Adaptación de un aparcamiento	
subterráneo residencial para infraestructura de recarga de vehículos eléctricos.....	
Causa del Problema.....	223
Soluciones Propuestas.....	223
1. Instalación de estaciones de carga semirrápida 7 kW en plazas dedicadas	223
2. Refuerzo de la infraestructura de potencia y baterías de compensación	223
Consecuencias Previstas.....	224
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	224
Lecciones Aprendidas	225
Caso práctico 4. "SUBSUELO URBANO: INFRAESTRUCTURAS Y PARKINGS PARA RESIDENTES.	
PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y GESTIÓN DEL ESPACIO SUBTERRÁNEO." Diseño e implantación de un	
sistema de ventilación natural asistida en aparcamiento subterráneo de clima cálido.	
Causa del Problema.....	226



Soluciones Propuestas.....	226
1. Implantación de pozo de aireación solar (chimenea solar)	226
2. Sistema híbrido ventilación híbrida con ventiladores de bajo consumo	227
Consecuencias Previstas.....	227
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	228
Lecciones Aprendidas.....	228

Caso práctico 5. "SUBSUELO URBANO: INFRAESTRUCTURAS Y PARKINGS PARA RESIDENTES.

PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y GESTIÓN DEL ESPACIO SUBTERRÁNEO." Optimización de plazas accesibles y estacionamiento de bicicletas en aparcamiento subterráneo residencial.....229

Causa del Problema.....	229
Soluciones Propuestas.....	229
1. Redistribución y ampliación de plazas accesibles	229
2. Implantación de área segura de bicicletas y VMP	229
Consecuencias Previstas.....	230
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	230
Lecciones Aprendidas.....	231

Caso práctico 6. "SUBSUELO URBANO: INFRAESTRUCTURAS Y PARKINGS PARA RESIDENTES.

PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y GESTIÓN DEL ESPACIO SUBTERRÁNEO." Optimización de la señalización, control de tráfico y rutas de evacuación en parking de residentes con usos mixtos.....232

Causa del Problema.....	232
Soluciones Propuestas.....	232
1. Diseño de señalización horizontal y vertical diferenciada por usuarios	232
2. Implementación de control de tráfico mediante barreras automáticas y sensores de ocupación ...	232
3. Definición y señalización de rutas de evacuación accesibles.....	233
Consecuencias Previstas.....	233
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	234
Lecciones Aprendidas.....	235

Caso práctico 7. "SUBSUELO URBANO: INFRAESTRUCTURAS Y PARKINGS PARA RESIDENTES.

PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y GESTIÓN DEL ESPACIO SUBTERRÁNEO." Implementación de un sistema robotizado de aparcamiento mecánico con gestión basada en inteligencia artificial.236

Causa del Problema.....	236
Soluciones Propuestas.....	236
1. Sistema de aparcamiento robotizado "shuttle & lift".....	236
2. Gestión inteligente con IA y planificación predictiva.....	237
Consecuencias Previstas.....	237
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	238
Lecciones Aprendidas.....	238

Caso práctico 8. "SUBSUELO URBANO: INFRAESTRUCTURAS Y PARKINGS PARA RESIDENTES.

PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y GESTIÓN DEL ESPACIO SUBTERRÁNEO." Desarrollo de galerías técnicas multiservicio bajo gran vial para conexión de parkings y redes de servicios.240

Causa del Problema.....	240
Soluciones Propuestas.....	240
1. Construcción de galería técnica unificada bajo la calzada	240
2. Instalación de un sistema de monitorización y diagnóstico remoto	241
Consecuencias Previstas.....	241
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	242
Lecciones Aprendidas.....	242

Caso práctico 9. "SUBSUELO URBANO: INFRAESTRUCTURAS Y PARKINGS PARA RESIDENTES.

PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y GESTIÓN DEL ESPACIO SUBTERRÁNEO." Protección contra inundaciones y



gestión de aguas pluviales en un aparcamiento subterráneo de gran capacidad.	244
Causa del Problema.....	244
Soluciones Propuestas.....	244
1. Instalación de estación de bombeo de alta capacidad con redundancia N+1	244
2. Construcción de depósitos de retención y sistema de infiltración	245
Consecuencias Previstas.....	245
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	246
Lecciones Aprendidas.....	246
Caso práctico 10. "SUBSUELO URBANO: INFRAESTRUCTURAS Y PARKINGS PARA RESIDENTES. PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y GESTIÓN DEL ESPACIO SUBTERRÁNEO." Implantación de tarifas dinámicas y sistema de reservas anticipadas para optimizar la ocupación y los ingresos.	248
Causa del Problema.....	248
Soluciones Propuestas.....	248
1. Plataforma de reservas y tarifas dinámicas basada en ocupación y horario	248
2. Señalización digital y kioscos de autoservicio	249
Consecuencias Previstas.....	249
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	250
Lecciones Aprendidas.....	250
Caso práctico 11. "SUBSUELO URBANO: INFRAESTRUCTURAS Y PARKINGS PARA RESIDENTES. PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y GESTIÓN DEL ESPACIO SUBTERRÁNEO." Implantación de modelo de explotación concesional frente a gestión directa municipal.	252
Causa del Problema.....	252
Soluciones Propuestas.....	252
1. Gestión directa municipal con modelo de internalización mejorada	252
2. Concesión público-privada (PPP) con incentivos por rendimiento	253
Consecuencias Previstas.....	253
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	254
Lecciones Aprendidas.....	254
Caso práctico 12. "SUBSUELO URBANO: INFRAESTRUCTURAS Y PARKINGS PARA RESIDENTES. PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y GESTIÓN DEL ESPACIO SUBTERRÁNEO." Implantación de mantenimiento predictivo basado en IoT y gemelo digital para un parking de 400 plazas.	255
Causa del Problema.....	255
Soluciones Propuestas.....	255
1. Despliegue de red de sensores IoT y plataforma de análisis	255
2. Creación de gemelo digital BIM integrando datos en tiempo real	256
Consecuencias Previstas.....	256
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	257
Lecciones Aprendidas.....	257
Caso práctico 13. "SUBSUELO URBANO: INFRAESTRUCTURAS Y PARKINGS PARA RESIDENTES. PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y GESTIÓN DEL ESPACIO SUBTERRÁNEO." Proyecto de eficiencia energética e integración de renovables para reducción de huella de carbono en aparcamiento subterráneo.	258
Causa del Problema.....	258
Soluciones Propuestas.....	258
1. Sustitución de iluminación y ventilación por sistemas de alta eficiencia	258
2. Integración de fotovoltaica en cubierta y sistema de almacenamiento	259
Consecuencias Previstas.....	259
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	260
Lecciones Aprendidas	260
Caso práctico 14. "SUBSUELO URBANO: INFRAESTRUCTURAS Y PARKINGS PARA RESIDENTES.	



PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y GESTIÓN DEL ESPACIO SUBTERRÁNEO." Adaptación climática y resiliencia frente a inundaciones y subida de nivel freático en parking subterráneo.....	262
Causa del Problema	262
Soluciones Propuestas.....	262
1. Instalación de barreras hidráulicas retráctiles en rampas de acceso	262
2. Sistema de drenaje sostenible con pozos de alivio y drenaje perimetral.....	263
Consecuencias Previstas.....	263
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	264
Lecciones Aprendidas	264
Caso práctico 15. "SUBSUELO URBANO: INFRAESTRUCTURAS Y PARKINGS PARA RESIDENTES.	
PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y GESTIÓN DEL ESPACIO SUBTERRÁNEO." Implementación de un gemelo digital integrado con SIG 3D para optimizar la gestión de parkings y galerías técnicas.....	266
Causa del Problema	266
Soluciones Propuestas.....	266
1. Desarrollo de SIG 3D sobre cartografía catastral volumétrica	266
2. Creación de gemelo digital BIM 6D con monitorización en tiempo real	267
Consecuencias Previstas.....	267
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	268
Lecciones Aprendidas	268
Caso práctico 16. "SUBSUELO URBANO: INFRAESTRUCTURAS Y PARKINGS PARA RESIDENTES.	
PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y GESTIÓN DEL ESPACIO SUBTERRÁNEO." Aplicación de metodologías ágiles y prefabricación para la construcción de un parking de 200 plazas en tiempo récord.....	269
Causa del Problema	269
Soluciones Propuestas.....	269
1. Implantación de Lean Construction y Last Planner System	269
2. Prefabricación de elementos estructurales y sistemas modulares	269
Consecuencias Previstas.....	270
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	270
Lecciones Aprendidas	271
Caso práctico 17. "SUBSUELO URBANO: INFRAESTRUCTURAS Y PARKINGS PARA RESIDENTES.	
PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y GESTIÓN DEL ESPACIO SUBTERRÁNEO." La eficiencia energética y sostenibilidad de un aparcamiento subterráneo.....	272
Causa del Problema	272
Soluciones Propuestas.....	272
1. Ventilación natural asistida y gestión inteligente	272
2. Paneles fotovoltaicos en vestíbulo y recarga de EV	272
Consecuencias Previstas.....	273
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	273
Lecciones Aprendidas	273
Caso práctico 18. "SUBSUELO URBANO: INFRAESTRUCTURAS Y PARKINGS PARA RESIDENTES.	
PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y GESTIÓN DEL ESPACIO SUBTERRÁNEO." Implementación de checklist de compatibilidad urbanística y viabilidad en un proyecto de parking subterráneo bajo plaza pública renovada.....	275
Causa del Problema	275
Soluciones Propuestas.....	275
1. Desarrollo e implementación de un checklist de compatibilidad urbanística	275
2. Integración del checklist en procesos de licitación y coordinación interdepartamental.....	276
Consecuencias Previstas.....	276
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	277
Lecciones Aprendidas	277



Caso práctico 19. "SUBSUELO URBANO: INFRAESTRUCTURAS Y PARKINGS PARA RESIDENTES. PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y GESTIÓN DEL ESPACIO SUBTERRÁNEO." Aplicación de plantillas y formularios estándar para agilizar la memoria justificativa y el plan de mantenimiento.279

Causa del Problema	279
Soluciones Propuestas.....	279
1. Uso de plantilla de Formulario de Memoria Justificativa del Proyecto Subterráneo	279
2. Implantación de plantilla de Plan de Mantenimiento Preventivo	280
Consecuencias Previstas.....	280
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	281
Lecciones Aprendidas	281

Caso práctico 20. "SUBSUELO URBANO: INFRAESTRUCTURAS Y PARKINGS PARA RESIDENTES.

PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y GESTIÓN DEL ESPACIO SUBTERRÁNEO." Diseño e implantación de matriz de riesgos, KPI y cuadro de mando para la operación de un parking residencial de gran capacidad.283

Causa del Problema	283
Soluciones Propuestas.....	283
1. Definición y priorización de la matriz de riesgos integrada	283
2. Establecimiento de KPI y cuadro de mando integral (CMI)	284
Consecuencias Previstas.....	284
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	285
Lecciones Aprendidas	285

Caso práctico 21. "SUBSUELO URBANO: INFRAESTRUCTURAS Y PARKINGS PARA RESIDENTES.

PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y GESTIÓN DEL ESPACIO SUBTERRÁNEO." Fracaso en la estimación de demanda y gestión de drenaje en un subparking costero.287

Causa del Problema	287
Soluciones Propuestas.....	287
1. Revisión y ajuste de modelo de demanda	287
2. Mejora del sistema de drenaje y bombeo	287
Consecuencias Previstas.....	288
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	288
Lecciones Aprendidas	289

Caso práctico 22. "SUBSUELO URBANO: INFRAESTRUCTURAS Y PARKINGS PARA RESIDENTES.

PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y GESTIÓN DEL ESPACIO SUBTERRÁNEO." Estandarización de convenio de concesión y garantía de canon en un proyecto de parking municipal.290

Causa del Problema	290
Soluciones Propuestas.....	290
1. Desarrollo de plantilla de "Convenio de Concesión" estandarizado	290
2. Implantación de cláusulas de garantía y revisión de canon según inflación y desempeño	291
Consecuencias Previstas.....	291
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	292
Lecciones Aprendidas	292

Caso práctico 23. "SUBSUELO URBANO: INFRAESTRUCTURAS Y PARKINGS PARA RESIDENTES.

PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y GESTIÓN DEL ESPACIO SUBTERRÁNEO." Monitorización geotécnica continua y refuerzo reactivo en parking subterráneo en zona sísmica.293

Causa del Problema	293
Soluciones Propuestas.....	293
1. Despliegue de red de monitorización geotécnica en tiempo real	293
2. Refuerzo reactivo mediante inyecciones de micropilotes de resinas expansivas	294
Consecuencias Previstas.....	294



Resultados de las Medidas Adoptadas.....	295
Lecciones Aprendidas	295

Caso práctico 24. "SUBSUELO URBANO: INFRAESTRUCTURAS Y PARKINGS PARA RESIDENTES.

PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y GESTIÓN DEL ESPACIO SUBTERRÁNEO." Integración de un sistema de district heating/cooling con recuperación de calor en galerías técnicas y parking subterráneo. 297

Causa del Problema	297
--------------------------	-----

Soluciones Propuestas.....	297
----------------------------	-----

1. Instalación de intercambiadores de calor y red de tuberías preaisladas.....	297
--	-----

2. Integración con circuito de suelo radiante y enfriamiento pasivo.....	298
--	-----

Consecuencias Previstas.....	298
------------------------------	-----

Resultados de las Medidas Adoptadas.....	299
--	-----

Lecciones Aprendidas	299
----------------------------	-----

Caso práctico 25. "SUBSUELO URBANO: INFRAESTRUCTURAS Y PARKINGS PARA RESIDENTES.

PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y GESTIÓN DEL ESPACIO SUBTERRÁNEO." Integración de blockchain e identidades digitales para control de acceso y pagos automatizados mediante smart contracts.300

Causa del Problema	300
--------------------------	-----

Soluciones Propuestas.....	300
----------------------------	-----

1. Plataforma privada de blockchain para registro de contratos y pagos.....	300
---	-----

2. Identidades digitales descentralizadas y control de acceso mediante smart cards	301
--	-----

Consecuencias Previstas.....	301
------------------------------	-----

Resultados de las Medidas Adoptadas.....	302
--	-----

Lecciones Aprendidas	302
----------------------------	-----



¿QUÉ APRENDERÁ?



- Fundamentos históricos y conceptuales del subsuelo urbano residencial.
- Actores, principios y valores en el planeamiento subterráneo.
- Normativa internacional, europea y comparada sobre espacio subterráneo.
- Integración del subsuelo en el planeamiento urbanístico y cartografía 3D.
- Estudios geotécnicos clave y evaluación sísmica.
- Estudios hidrogeológicos y medioambientales del subsuelo urbano.
- Diseño funcional y dimensionamiento de parkings subterráneos para residentes.
- Dimensionado y gestión de galerías técnicas y redes de servicios.
- Métodos constructivos y control de la excavación.
- Seguridad estructural, protección contra incendios y planes de emergencia.
- Modelos de operación, mantenimiento predictivo y gestión energética.
- Herramientas digitales innovadoras: BIM, SIG 3D y gemelos digitales.



Introducción.



Bajo el pulso de la ciudad, un mundo invisible crece con idéntica intensidad: el subsuelo urbano. Esta Guía Práctica de Subsuelo Urbano te llevará de la mano por ese entramado subterráneo donde se diseñan y operan las infraestructuras y parkings que hacen posible la vida residencial en nuestras metrópolis. Aprenderás a convertir metros cúbicos inconexos de roca y tierra en espacios ordenados, seguros y sostenibles que optimizan cada centímetro de la ciudad.

Descubrirás cómo planificar y proyectar parkings subterráneos para residentes que maximizan la capacidad sin sacrificar comodidad: desde la geometría de rampas y plazas hasta los sistemas inteligentes de guiado y recarga eléctrica. Te adentrarás en el diseño de galerías técnicas, esos corredores bajo las aceras que canalizan agua, energía y telecomunicaciones, reduciendo las obras en superficie y reforzando la resiliencia urbana.

Con un enfoque 360°, integrarás la normativa internacional más avanzada (soft-law de la ITA, ISO 25121, Directivas UE) y las lecciones de los mejores proyectos de Tokio, Singapur o Barcelona. Aprenderás a caracterizar el terreno y las aguas subterráneas, a elegir el método constructivo óptimo (cut-and-cover, TBM o excavación mixta) y a implantar sistemas de ventilación natural asistida que reducen costes energéticos.

La operación y gestión se elevan a otro nivel gracias a gemelos digitales, IoT y análisis de Big Data que anticipan la demanda y optimizan tarifas. Descubrirás modelos de explotación (gestión directa, concesión, cooperativas vecinales) y cómo estructurar contratos y licencias para que tu proyecto fluya sin contratiempos. Además, te adentrarás en la evaluación de la huella de carbono, la eficiencia energética y la certificación LEED Parksmart, para ofrecer parkings que sean también referentes de sostenibilidad.

A través de casos prácticos, plantillas y checklists exhaustivos, esta guía te proporcionará todas las herramientas—técnicas, legales y económicas—para convertir el subsuelo en un activo estratégico. Prepárate para transformar el espacio bajo tus pies en proyectos subterráneos de alto valor añadido, donde



cada plaza de aparcamiento, cada galería y cada conducto cuentan en la gran sinfonía de la ciudad.

