

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....47

1. INTRODUCCIÓN.....	53
1.1. Introducción al Manual de Áridos para el Siglo XXI.....	53
1.2. Introducción a los áridos.....	55
2. HISTORIA DE LOS ÁRIDOS.....	56
3. CLASIFICACIÓN DE LOS ÁRIDOS Y CAMPOS DE APLICACIÓN.....	57
4. IMPACTO ECONÓMICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS. LA MAYOR INDUSTRIA DE MATERIAS PRIMAS MINERALES DEL MUNDO.....	58
4.1. Los áridos en el mundo.....	59
4.2. Los áridos en Europa.....	61
4.3. Los áridos en España.....	62
5. ASOCIACIONISMO EN EL SECTOR DE LOS ÁRIDOS.....	65
6. RETOS Y TENDENCIAS PARA EL SIGLO XXI DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS EN ESPAÑA Y EN EUROPA.....	66
6.1. Retos comunes a Europa y España.....	66
6.1.1. Garantizar el acceso sostenible a los recursos locales, optimizando el transporte y contribuyendo a la prevención y adaptación al cambio climático y a la descarbonización de la economía.....	66
6.1.2. Disponer de estrategias o políticas nacionales y regionales sobre materias primas minerales y racionalizar la tramitación de explotaciones.....	67
6.1.3. Participar activamente en la estrategia de acción por el clima, progresando en la reducción del impacto ambiental, la rehabilitación y la gestión de la biodiversidad.....	68
6.1.4. Ser un actor principal de la economía circular a través del reciclado, la valorización y la eficiencia de los recursos y la energía.....	70
6.1.5. Impulsar la industria extractiva 4.0, más eficiente y sostenible.....	71
6.1.6. Seguir progresando en seguridad, salud y en incrementar el bienestar, como parte de la responsabilidad social corporativa.....	71
6.1.7. Abastecer responsablemente de productos sostenibles de alta calidad para una construcción más ecológica.....	72
6.1.8. Lograr una mejor aplicación de la legislación y un control más eficaz y homogéneo de su cumplimiento.....	72

6.1.9. Contribuir al crecimiento económico del país y al sostenimiento de la actividad industrial en la España vacía, fomentando el valor agregado de la industria de áridos para las comunidades locales.....	73
6.1.10. Atraer nuevo talento a las empresas.....	73
6.1.11. Mejorar la imagen sectorial y la conciencia pública de los áridos como productos esenciales para la sociedad.....	74
6.1.12. Avanzar en la gobernanza sectorial.....	74
6.2. Retos específicos de España.....	75
7. DECÁLOGO DE ACCIONES PARA EL SIGLO XXI.....	76
8. BIBLIOGRAFÍA.....	77

PARTE I: EXPLORACIÓN, INVESTIGACIÓN, DISEÑO Y TRAMITACIÓN DE EXPLOTACIONES DE ÁRIDOS

CAPÍTULO 2. GEOLOGÍA Y PETROLOGÍA DE LOS ÁRIDOS..... 81

1. INTRODUCCIÓN.....	87
2. ¿QUÉ SON LOS ÁRIDOS?.....	87
3. USOS Y TIPOLOGÍA DE LOS ÁRIDOS.....	88
3.1. Clasificación de los áridos y nomenclatura de las granulometrías.....	90
4. LIMITACIONES GENÉRICAS PARA LA EXPLORACIÓN DE POTENCIALES YACIMIENTOS DE ÁRIDOS.....	91
4.1. Requisitos geométricos.....	91
4.2. Requisitos físicos.....	93
4.3. Requisitos químicos.....	93
4.4. Durabilidad.....	93
5. YACIMIENTOS DE ÁRIDOS NATURALES.....	93
5.1. Yacimientos de arenas y gravas: tipos de depósitos sedimentarios.....	93
5.1.1. Eluviales.....	93
5.1.2. Coluviales.....	93
5.1.3. Abanicos aluviales.....	94
5.1.4. Depósitos fluviales tipo "braided" (anastomosado).....	94
5.1.5. Depósitos fluviales tipo "meandriforme".....	94
5.1.6. Sistemas fluviales fósiles colgados (terrazas).....	95
5.1.7. Arenas y gravas marinas.....	95
5.1.8. Morrenas glaciares.....	95
5.1.9. Depósitos fluvio-glaciares.....	95
5.1.10. Depósitos eólicos (dunas).....	96

5.1.1. Depósitos de playa	95
5.2. Macizos rocosos para áridos de machaqueo y vertidos y escombreras de explotaciones mineras	96
5.2.1. Naturaleza del macizo rocoso.....	97
6. CONCLUSIONES	100
7. BIBLIOGRAFÍA.....	100

CAPÍTULO 3. EXPLORACIÓN E INVESTIGACIÓN DE YACIMIENTOS DE ÁRIDOS 103

1. INTRODUCCIÓN.....	105
2. ACTIVIDADES DE PROSPECCIÓN, EXPLORACIÓN E INVESTIGACIÓN DE YACIMIENTOS DE ÁRIDOS	105
3. ESTUDIO DOCUMENTAL Y CARTOGRAFICO. INVENTARIO DE ÁRIDOS	106
3.1. Recopilación documental	106
3.2. Estudio de cartografías geológicas y geográficas	106
3.3. Fotogeología.....	107
3.4. Estudios Medioambientales de Base	109
3.5. Utilización de Sistemas de Información Geográfica	109
3.6. Inventarios de Áridos.....	109
4. TRABAJOS DE GABINETE	109
4.1. Delimitación y estudio de formaciones o yacimientos rocosos potencialmente interesantes	109
4.2. Estudio preliminar de áreas catalogadas como de interés.....	110
4.3. Estudios de detalle en puntos seleccionados ...	110
5. TRABAJOS DE PROSPECCIÓN GEOFÍSICA	112
5.1. Prospección eléctrica.....	113
5.1.1. Sondeos Eléctricos Verticales (SEV).....	113
5.1.2. Método magnetotelúrico artificial (MTA)	115
5.2. Métodos sísmicos.....	116
5.2.1. Sísmica de refracción	116
5.2.2. Sísmica de reflexión.....	119
5.3. Prospección magnética	119
5.4. Prospección electromagnética	119
5.5. Gravimetría	120
6. EXPLORACIÓN MEDIANTE LA PERFORACIÓN DE SONDEOS MECÁNICOS	121
6.1. La perforación de sondeos	121
6.2. Trabajos de testificación y toma de muestras ..	122
6.3. Restauración y cierre de emplazamientos de sondeo.....	124
7. DIAGRAFÍAS	125
7.1. Medida de la radioactividad natural	125
7.2. Diagramas eléctricas.....	125
7.3. Diagramas sónicas.....	126
7.4. Diagramas “nucleares”	127
7.4.1. Diagramas Gamma-Gamma	127
7.4.2. Diagramas Neutrón – Neutrón	127
7.5. Diagramas de calibre	127
7.6. Ventajas e inconvenientes.....	127

8. OTROS TRABAJOS Y TÉCNICAS.....	127
9. BIBLIOGRAFÍA.....	128

CAPÍTULO 4. DISEÑO DE EXPLOTACIONES Y EVALUACIÓN DE RESERVAS 131

1. INTRODUCCIÓN.....	135
2. CRITERIOS DE DISEÑO DE LAS EXPLOTACIONES	136
2.1. Estabilidad de taludes.....	136
2.2. Altura de banco	141
2.3. Anchura de tajo	142
2.4. Ángulo de cara de banco	143
2.5. Bermas.....	143
2.6. Pistas y rampas.....	144
2.6.1. Anchura de las pistas	144
2.6.2. Radios y sobreechanco en las curvas.....	144
2.6.3. Peralte.....	145
2.6.4. Bombeo y convexidad.....	145
2.6.5. Visibilidad en curvas y cambios de rasante	145
2.7. Ratios económicos.....	146
2.7.1. Ejemplo	146
3. MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS Y GRAVERAS.....	147
3.1. Canteras	147
3.1.1. Canteras en terrenos horizontales	147
3.1.2. Canteras en ladera	148
3.1.3. Supercanteras a cielo abierto	149
3.1.4. Sistema de explotación por chimenea y galería	150
3.1.5. Canteras subterráneas	152
3.2. Graveras	159
3.2.1. Graveras secas	159
3.2.2. Graveras con explotación bajo lámina de agua.....	159
3.2.3. Graveras con rebajamiento del nivel freático	159
3.3. Planificación de las explotaciones.....	160
4. CÁLCULO DE RESERVAS.....	161
4.1. Método de las secciones transversales adyacentes	162
4.2. Método de las isolíneas.....	163
4.3. Método de triangulación.....	163
4.4. Método de polígonos.....	164
4.5. Método de los prismas regulares	164
4.6. Método del modelo de bloques.....	164
5. INVENTARIO DE RECURSOS Y RESERVAS.....	165
5.1. Códigos internacionales para clasificar los recursos geológicos y las reservas mineras.....	166
5.2. Cuantificación de la incertidumbre.....	168
5.3. Cronología de los principales códigos y sus aspectos más relevantes	169
6. BIBLIOGRAFÍA.....	171

CAPÍTULO 5. LEGISLACIÓN APLICABLE A LAS EXPLOTACIONES DE ÁRIDOS..... 173

1. INTRODUCCIÓN.....	177
----------------------	-----

2.	LEGISLACIÓN MINERA	177	2.4.1.	Derecho de la Sección A)	214
2.1.	Ley de Minas y Reglamento.....	177	2.4.2.	Derecho de la Sección C).....	215
2.1.1.	Sección A).....	178	2.5.	Fase de comprobación administrativa, admisión e informe	215
2.1.2.	Sección C).....	179	2.5.1.	Particularidades en la tramitación de la evaluación de impacto ambiental ordinaria	216
2.1.3.	Régimen sancionador.....	180	2.5.2.	Particularidades en la tramitación de la evaluación de impacto ambiental simplificada.....	216
2.2.	Aprovechamiento de áridos para la construcción de infraestructuras fuera de las autorizaciones emitidas por el Servicio Provincial competente	181	2.6.	Evaluación de impacto ambiental.....	217
2.3.	Fomento de la minería	182	2.6.1.	Evaluación de impacto ambiental ordinaria	217
2.4.	Reflexiones finales sobre la legislación minera	183	2.6.2.	Evaluación de impacto ambiental simplificada.....	218
3.	NORMAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.....	184	2.6.3.	Proyectos en red Natura 2000.....	219
3.1.	Normas básicas de seguridad minera	186	2.7.	Otorgamiento de la autorización o concesión	220
3.2.	Estatuto del Minero	187	2.8.	Títulos Municipales habilitantes	220
3.3.	Polvo y silice cristalina respirable.....	188	2.8.1.	Uso excepcional y licencia urbanística	221
3.4.	Ruido laboral	188	2.8.2.	Licencia Ambiental.....	222
3.5.	Vibraciones	188	3.	DE OTROS PERMISOS.....	222
3.6.	Explosivos.....	189	3.1.	Montes.....	222
4.	NORMAS MEDIOAMBIENTALES	190	3.1.1.	Caso de monte patrimonial (montes de libre disposición de las entidades locales)	223
4.1.	Evaluación ambiental.....	190	3.1.2.	Caso de monte de dominio público (generalmente montes incluidos en el Catálogo de Montes de Utilidad Pública)	223
4.2.	Montes	191	3.2.	Aguas.....	223
4.3.	Biodiversidad: Red Natura 2000 y espacios naturales protegidos	191	3.3.	Carreteras y vías pecuarias.....	223
4.4.	Aguas.....	193	3.3.1.	Carreteras	223
4.5.	Rehabilitación de explotaciones y gestión de residuos de industrias extractivas	194	3.3.2.	Vías pecuarias.....	224
4.6.	Calidad del aire y productos contaminantes...	195	3.4.	Patrimonio y cultura.....	224
4.7.	Ruido ambiental	196	3.5.	Emisiones atmosféricas	225
4.8.	Acceso a la información y participación pública en materia de medio ambiente	197	3.6.	Explosivos	225
5.	NORMAS DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y URBANISMO	198	3.6.1.	Reglamento de explosivos	226
5.1.	Actividades extractivas y ordenación del territorio	198	3.6.2.	Instrucción técnica complementaria de voladuras especiales	228
5.2.	Actividades extractivas y urbanismo.....	199	3.7.	Instalaciones de gasóleo	229
6.	PUESTA EN EL MERCADO DE LOS ÁRIDOS	200	3.8.	Residuos.....	229
7.	GARANTÍA DE LA UNIDAD DE MERCADO	200	4.	OBLIGACIONES GENERALES	230
8.	BIBLIOGRAFÍA	201	4.1.	Inicio de las Labores.....	230
8.1.	Referencias bibliográficas.....	201	4.1.1.	Dirección facultativa.....	230
8.2.	Disposiciones legales	201	4.2.	Plan de Labores	231
CAPÍTULO 6. GESTIÓN DE LA TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA DE EXPLOTACIONES DE ÁRIDOS.....205					
1.	INTRODUCCIÓN.....	209	4.3.	Registro Industrial.....	232
2.	TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA DE UNA EXPLOTACIÓN DE ÁRIDOS	209	4.4.	Otras obligaciones	232
2.1.	Características principales de los derechos mineros.....	209	5.	MODIFICACIONES DEL TÍTULO MINERO	232
2.1.1.	Aplicación del RD 107/1995, de 27 de enero, por el que se fija criterios de valoración para configurar la Sección A) de la Ley de Minas.....	210	5.1.	El concepto de modificación sustancial minera y ambiental.....	232
2.2.	Tramitación para la obtención del derecho minero.....	211	5.2.	Modificación del perímetro de explotación.....	233
2.3.	Documento inicial y documento de alcance...	212	5.3.	Modificación del plan de restauración.....	233
2.4.	Solicitud del derecho minero	213	5.4.	Caducidad del derecho minero	234
			5.5.	La suspensión de labores	235
			5.6.	La transmisión y/o arrendamiento del derecho minero	235
			5.7.	Otras modificaciones	236

6.	BIBLIOGRAFÍA.....	236
6.1.	Referencias bibliográficas	236
6.2.	Disposiciones legales.....	237

**PARTE II: EXPLORACIÓN, INVESTIGACIÓN,
DISEÑO Y TRAMITACIÓN DE
EXPLOTACIONES DE ÁRIDOS**

CAPÍTULO 7. PERFORACIÓN DE BARRENOS

	241
1.	INTRODUCCIÓN	243
2.	PERFORACIÓN ROTOPERCUATIVA.....	243
2.1.	Martillo en cabeza.....	243
2.2.	Martillo en fondo	244
3.	ELECCIÓN DEL SISTEMA DE PERFORACIÓN	245
3.1.	Ritmo de producción	245
3.1.1.	Equipo de carga y altura de banco	246
3.1.2.	Geometría de la explotación y situación geográfica	246
3.1.3.	Propiedades geomecánicas y estructurales de las rocas.....	246
3.1.4.	Granulometría exigida	246
3.1.5.	Limitaciones ambientales.....	246
4.	DEFINICIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA PERFORADORA. SISTEMAS DE MONTAJE.....	246
4.1.	Tipos de roscas	248
4.2.	Adaptadores.....	249
4.3.	Varillaje.....	249
4.4.	Manguitos.....	249
4.5.	Bocas.....	250
5.	CÁLCULO DE NECESIDADES DE ACCESORIOS DE PERFORACIÓN.....	250
6.	CÁLCULO DE LOS RENDIMIENTOS DE PERFORACIÓN.....	250
7.	COSTES DE PERFORACIÓN	253
8.	TENDENCIAS E INNOVACIONES	254
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	255

CAPÍTULO 8. EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS DE VOLADURA..... 257

1.	INTRODUCCIÓN	265
2.	EXPLOSIVOS CONVENCIONALES.....	265
2.1.	Dinamitas gelatinosas	265
2.2.	Dinamitas pulverulentas o granulares	266
3.	AGENTES EXPLOSIVOS	266
3.1.	ANFO	267
3.2.	ALANFO.....	267
3.3.	Hidrogeles	268
3.4.	Emulsiones.....	268
3.5.	ANFO pesado.....	269
4.	ACCESORIOS DE VOLADURAS.....	270
5.	SISTEMAS NO ELÉCTRICOS DE INICIACIÓN.....	270
5.1.	Detonadores NONEL	270
5.2.	Cordones detonantes.....	272
6.	SISTEMAS ELÉCTRICOS DE INICIACIÓN	272
6.1.	Detonadores eléctricos convencionales.....	272
6.2.	Detonadores electrónicos.....	274

7.	EXPLOSORES	275
7.1.	Explosores convencionales	275
8.	OTROS ACCESORIOS	276
8.1.	Conectores.....	276
8.2.	Multiplicadores.....	276
8.3.	Tapones	277
8.4.	Atacadores	277
9.	FABRICACIÓN IN-SITU.....	277
9.1.	Origen	277
9.2.	Características.....	278
10.	BIBLIOGRAFÍA	278

CAPÍTULO 9. DISEÑO DE VOLADURAS281

1.	INTRODUCCIÓN.....	285
2.	VARIABLES DE DISEÑO DE VOLADURAS EN BANCO	285
2.1.	Diámetro de los barrenos D	285
2.2.	Altura de banco	287
2.3.	Inclinación de los barrenos	287
2.4.	Retacado.....	288
2.5.	Sobreperforación.....	288
2.6.	Piedra y Espaciamento.....	288
2.7.	Esquemas de Perforación	289
2.8.	Geometría del frente libre	289
2.9.	Tamaño y forma de la voladura	290
2.10.	Configuración de las cargas.....	290
2.11.	Distribución de los explosivos en los barrenos	291
2.12.	Consumo específico de explosivo.....	291
2.13.	Iniciación y cebado.....	291
2.14.	Tiempos de retardo y secuencias de encendido	292
2.15.	Influencia del equipo de carga en el diseño de voladuras	294
2.16.	Desviación de los barrenos.....	294
3.	CRITERIOS PRÁCTICOS DE DISEÑO DE VOLADURAS EN BANCOS.....	294
3.1.	Ejemplo de aplicación	294
4.	CONTROL DE VIBRACIONES	295
4.1.	Introducción	295
4.2.	VARIABLES QUE AFECTAN A LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS VIBRACIONES	295
4.2.1.	Geología local y características de las rocas	295
4.2.2.	Peso de la carga operante	296
4.2.3.	Distancia al punto de la voladura.....	296
4.2.4.	Consumo específico de explosivo	296
4.2.5.	Tipos de explosivos	296
4.3.	Ley de Amortiguación	296
4.4.	Estudio de vibración	296
4.5.	Criterios de prevención de daños para vibraciones	297
5.	TRAZABILIDAD DE LOS EXPLOSIVOS	298
6.	CÁLCULO DE RENDIMIENTOS. MEJORA DE LA EFICIENCIA.....	300
6.1.	Rendimientos.....	300

6.2. Mejora de la eficiencia.....	300
7. BIBLIOGRAFÍA.....	301

CAPÍTULO 10. CARGA Y TRANSPORTE.....303

1. INTRODUCCIÓN.....	315
2. SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN.....	315
2.1. Sistema totalmente discontinuo.....	315
2.2. Sistema mixto con trituradora estacionaria dentro de la cantera.....	316
2.3. Sistema mixto con trituradora semimóvil o móvil dentro de la cantera.....	316
2.4. Sistema de arranque y transporte mixto continuo.....	316
3. EQUIPOS DE ARRANQUE Y CARGA.....	316
3.1. Excavadoras hidráulicas.....	316
3.1.1. Tipos de unidades.....	316
3.1.2. Características generales.....	317
3.1.3. Aplicaciones.....	317
3.1.4. Consideraciones de selección.....	317
3.2. Palas cargadoras.....	317
3.2.1. Tipos de unidades.....	318
3.2.2. Características generales.....	318
3.2.3. Aplicaciones.....	318
3.2.4. Consideraciones de selección.....	318
3.3. Tractores.....	319
4. EQUIPOS DE TRANSPORTE.....	319
4.1. Volquetes extraviales.....	319
4.1.1. Tipos de unidades.....	320
4.1.2. Aplicaciones.....	320
4.1.3. Consideraciones de selección.....	321
4.2. Volquetes viales.....	321
4.3. Cintas transportadoras.....	321
4.3.1. Tipos de unidades.....	322
4.3.2. Características generales.....	322
4.3.3. Consideraciones de selección.....	322
5. CÁLCULO DE RENDIMIENTOS.....	323
5.1. Introducción.....	323
5.1.1. Componentes de tiempo del ciclo de trabajo.....	323
5.1.2. Factores de eficiencia y organización...324	
5.1.3. Factores de esponjamiento y densidades.....	324
5.1.4. Compactación.....	325
5.2. Capacidad nominal del equipo.....	325
5.3. Potencias y fuerzas motrices de los equipos móviles.....	325
5.3.1. Elementos que proporcionan potencia325	
5.3.2. Factores limitantes del rendimiento.....	326
5.3.3. Factores de velocidad.....	328
5.4. Estimación de la flota de transporte.....	329
5.4.1. Método de las curvas de productividad.....	329
5.4.2. Método basado en la regresión estadística.....	329
5.4.3. Tiempos fijos.....	329
5.4.4. Tiempos totales. Productividad.....	330

5.4.5. Dimensionamiento de la flota de volquetes.....	330
---	-----

6. PRODUCCIONES HORARIAS Y DIMENSIONAMIENTO DE CINTAS.....	330
6.1. Tamaño máximo del bloque.....	330
6.2. Velocidad de las cintas.....	330
6.3. Ángulos de inclinación.....	330
6.4. Caudal de carga.....	331
6.5. Cálculo de la potencia de accionamiento.....	331
7. EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	332
8. BIBLIOGRAFÍA.....	333

CAPÍTULO 11. TRITURACIÓN Y MOLIENDA 335

1. INTRODUCCIÓN.....	343
1.1. La trituración en la historia.....	343
2. PRINCIPIOS GENERALES.....	343
2.1. Áridos.....	343
2.2. Conminución.....	344
2.3. Caracterización de un árido.....	345
3. EQUIPOS DE CONMINUCIÓN.....	347
3.1. Trituradoras.....	347
3.1.1. Trituradoras de mandíbulas.....	347
3.1.2. Trituradoras giratorias.....	349
3.1.3. Trituradoras de cono.....	350
3.1.4. Trituradoras de impacto de eje horizontal.....	351
3.1.5. Trituradoras de impacto eje vertical...354	
3.1.6. Trituradoras de cilindros.....	354
3.1.7. Trituradoras de cilindros de alta presión.....	355
3.1.8. Equipos de trituración: rango de trabajo.....	356
3.2. Molinos.....	357
3.2.1. Molinos de barras.....	358
3.2.2. Molinos de bolas.....	358
3.2.3. Equipos de molienda: rango de trabajo359	
4. SELECCIÓN DE EQUIPOS Y DISEÑO DE INSTALACIONES.....	359
4.1. Trituradoras primarias.....	359
4.2. Trituradoras secundarias.....	362
4.3. Trituradoras terciarias.....	364
5. OPERATIVA Y ETAPAS DE LA REDUCCIÓN.....	364
5.1. Cálculo de número de etapas de trituración...366	
6. BIBLIOGRAFÍA.....	366

CAPÍTULO 12. CRIBADO.....367

1. INTRODUCCIÓN.....	375
2. PRINCIPIOS DEL CRIBADO.....	375
2.1. Control granulométrico.....	375
2.2. Separación por tamaños.....	376
2.2.1. Abertura e inclinación.....	376
2.2.2. Diámetro del alambre.....	377
2.2.3. Vibración.....	377
2.2.4. Área de cribado. Anchura y longitud...378	
2.2.5. Altura de capa.....	379
2.2.6. Efecto de la humedad.....	382

3.	TIPOS DE CRIBADO	382
3.1.	Escalado o precibado	382
3.2.	Superficie de cribado.....	382
3.3.	Tipos de cribas	383
3.3.1.	Cribas fijas	383
3.3.2.	Cribas móviles	384
4.	DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS.....	387
5.	PRÁCTICA OPERATIVA: RENDIMIENTO Y EFICIENCIA	389
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	392

CAPÍTULO 13. LAVADO, CLASIFICACIÓN HIDRÁULICA Y OTROS PROCESOS EN VÍA HÚMEDA 393

1.	INTRODUCCIÓN.....	399
2.	PROCESOS Y EQUIPOS DE TRATAMIENTO.....	399
2.1.	Lavado de áridos gruesos.....	399
2.1.1.	Cribas con riego de agua.....	400
2.2.	Lavado de áridos finos (arenas).....	404
2.2.1.	Tornillos decantadores.....	405
2.3.	Clasificación hidráulica y cribas especiales.....	409
2.3.1.	Hidroclasificadores de corriente ascendente – Unicelda.....	410
2.3.2.	Rejillas curvas.....	412
2.3.3.	Cribas de alta frecuencia.....	412
2.4.	Escurrido – Filtración.....	413
2.4.1.	Escurreidores vibrantes.....	413
2.4.2.	Filtros de disco a vacío.....	414
2.5.	Depuración y Concentración.....	415
2.5.1.	Celdas de atrición.....	415
2.5.2.	Eliminación de minerales pesados.....	415
2.5.3.	Eliminación de orgánicos y ligeros.....	417
3.	EFLUENTES DE LAVADO	419
4.	BIBLIOGRAFÍA.....	419

CAPÍTULO 14. TRATAMIENTO DE EFLUENTES Y TRANSPORTE HIDRÁULICO 421

1.	INTRODUCCIÓN.....	423
2.	PROCESOS Y EQUIPOS DE TRATAMIENTO.....	424
2.1.	Clarificación de aguas y Espesado de lodos.....	424
2.1.1.	Lamelas.....	424
2.1.2.	Conos de lecho profundo.....	425
2.1.3.	Tanques Clarificadores – Espesadores.....	425
2.1.4.	Presas y balsas de lodos.....	429
2.2.	Filtración de lodos.....	430
2.2.1.	Filtros Banda-Prensa.....	431
2.2.2.	Filtros Prensa.....	431
3.	FLOCULANTES.....	433
4.	TRANSPORTE HIDRÁULICO DE PULPAS.....	434
4.1.	Tipos de pulpas y características.....	435
4.1.1.	Pulpas sin sedimentación.....	435
4.1.2.	Pulpas con sedimentación.....	435
4.2.	Densidad y Concentración de sólidos.....	435
4.3.	Bombeo de pulpas.....	437
4.3.1.	Parámetros específicos.....	438

4.3.2.	Cálculo de tubería, pérdidas de carga y bombeo.....	439
4.3.3.	Bombas.....	450
5.	AUTORIZACIONES DE VERTIDO Y CONTROL DE LA CALIDAD DE LOS EFLUENTES.....	453
5.1.	Autorizaciones de vertido.....	453
5.2.	Control de los efluentes.....	454
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	456

CAPÍTULO 15. PLANTAS FIJAS PARA EL TRATAMIENTO DE ÁRIDOS NATURALES457

1.	INTRODUCCIÓN.....	463
1.1.	Instalaciones de áridos: diseño y evolución.....	464
2.	PLANTAS POR VÍA SECA.....	467
2.1.	Generalidades.....	467
2.1.1.	La trituración (primaria, secundaria y terciaria):.....	468
2.1.2.	La clasificación granulométrica.....	469
2.1.3.	Operaciones auxiliares.....	469
2.2.	Circuitos abiertos y cerrados.....	469
2.2.1.	Caso de precibado.....	470
2.2.2.	Caso de poscribado.....	471
2.3.	Modelos de plantas de tratamiento vía seca ...	472
3.	PLANTAS POR VÍA HÚMEDA.....	476
3.1.	Generalidades.....	476
3.2.	Modelos de plantas de tratamiento vía húmeda.....	478
3.3.	Ejemplo de cálculo de balances en una planta por vía húmeda.....	481
3.4.	Casos especiales de planta de tratamiento con concentración.....	481
4.	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO.....	484
5.	BIBLIOGRAFÍA.....	485

CAPÍTULO 16. PLANTAS PARA EL TRATAMIENTO DE ÁRIDOS RECICLADOS Y ARTIFICIALES487

1.	INTRODUCCIÓN.....	489
2.	TRATAMIENTO.....	490
2.1.	Áridos reciclados.....	490
2.1.1.	RCD homogéneos o limpios.....	490
2.1.2.	RCD heterogéneos o sucios.....	491
2.2.	Áridos artificiales.....	494
3.	MAQUINARIA.....	494
3.1.	Áridos reciclados.....	495
3.1.1.	Trituración.....	495
3.1.2.	Clasificación.....	496
3.2.	Áridos artificiales.....	500
4.	BIBLIOGRAFÍA.....	501

CAPÍTULO 17. PLANTAS MÓVILES DE TRITURACIÓN Y CRIBADO503

1.	INTRODUCCIÓN.....	505
2.	CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES O PLANTAS MÓVILES DE TRITURACIÓN.....	506
2.1.	Instalaciones fijas.....	507
2.2.	Instalaciones semifijas.....	507

2.3.	Instalaciones semimóviles.....	508
2.4.	Instalaciones móviles.....	508
2.5.	Instalaciones para pequeñas canteras.....	509
2.5.1.	Plantas semimóviles compactas.....	509
2.5.2.	Plantas semimóviles sobre ruedas.....	509
3.	CARACTERÍSTICAS GENERALES Y DE DISEÑO..	510
3.1.	Tolva de alimentación.....	511
3.2.	Sistemas de trituración y evacuación.....	512
3.2.1.	Alimentador.....	512
3.2.2.	Precribador.....	512
3.2.3.	Trituradora.....	512
3.2.4.	Elementos de evacuación del producto.....	514
3.2.5.	Elementos auxiliares.....	514
3.3.	Chasis.....	514
3.4.	Sistema de traslación.....	515
3.5.	Sistema de accionamiento.....	515
3.6.	Otros dispositivos complementarios.....	515
4.	PRÁCTICA OPERATIVA.....	516
4.1.	Unidades de trituración primaria y secundaria móviles y unidad de cribado móvil.....	516
4.2.	Instalación móvil de trituración y transporte con cintas modulares.....	517
5.	TENDENCIAS FUTURAS.....	517
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	518

CAPÍTULO 18. ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DE LOS ÁRIDOS..... 519

1.	INTRODUCCIÓN.....	525
2.	PROBLEMAS EN EL ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN.....	527
3.	ALMACENAMIENTO.....	528
3.1.	Almacenamiento primario.....	528
3.2.	Almacenamiento secundario.....	528
3.3.	Almacenamiento terciario.....	528
4.	MÉTODOS DE ALMACENAMIENTO.....	529
4.1.	Acopios en el suelo.....	529
4.2.	Tolvas.....	532
4.3.	Silos.....	533
5.	MANIPULACIÓN.....	534
5.1.	Por gravedad.....	534
5.2.	Por cintas transportadoras.....	534
5.3.	Por alimentadores.....	535
5.4.	Palas sobre neumáticos.....	536
5.5.	Camiones.....	536
5.6.	Excavadoras hidráulicas.....	536
5.7.	Por cangilones.....	537
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	538

PARTE III: CALIDAD DE LOS ÁRIDOS

CAPÍTULO 19. PROPIEDADES BÁSICAS DE LOS ÁRIDOS..... 541

1.	INTRODUCCIÓN.....	543
2.	PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES PÉTREOS UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN DE ÁRIDOS.....	544

2.1.	Propiedades de la roca madre para la obtención de áridos.....	545
2.1.1.	Mineralogía, textura y modo de fractura.....	545
2.1.2.	Homogeneidad.....	545
2.1.3.	Dureza.....	545
2.1.4.	Adhesividad con los ligantes bituminosos.....	546
2.1.5.	Adherencia con los ligantes hidráulicos.....	547
2.1.6.	Densidad.....	547
2.1.7.	Absorción de agua.....	547
2.1.8.	Porosidad.....	547
2.1.9.	Permeabilidad e higroscopicidad.....	547
2.1.10.	Heladicidad.....	548
2.1.11.	Propiedades mecánicas.....	548
2.1.12.	Hinchamiento.....	548
2.1.13.	Meteorización.....	549
2.2.	Propiedades y características geométricas de los áridos.....	549
2.2.1.	Tamaño de los áridos y su distribución.....	549
2.2.2.	Contenido en finos.....	550
2.2.3.	Forma de las partículas.....	550
2.3.	Propiedades y características físico-mecánicas de los áridos.....	551
2.3.1.	Densidad.....	551
2.3.2.	Absorción.....	552
2.3.3.	Humedad.....	552
2.3.4.	Porosidad.....	552
2.3.5.	Resistencia a la fragmentación.....	552
2.3.6.	Resistencia al pulimento.....	553
2.3.7.	Resistencia del árido frente a la acción del hielo.....	554
2.4.	Propiedades y características químicas de los áridos.....	554
2.4.1.	Composición química.....	554
2.4.2.	Cloruros.....	555
2.4.3.	Sulfatos y sulfuros.....	555
2.4.4.	Componentes que influyen sobre la estabilidad de volumen de los áridos siderúrgicos de alto horno y de acería.....	555
2.4.5.	Componentes de los áridos gruesos reciclados.....	555
2.4.6.	Silicatos y carbonatos potencialmente reactivos.....	556
2.4.7.	Compuestos orgánicos.....	556
2.4.8.	Sales solubles.....	557
3.	ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DE LOS ÁRIDOS.....	557
3.1.	Análisis granulométrico.....	557
3.2.	Índice de lajas.....	558
3.3.	Coefficiente de forma.....	558
3.4.	Porcentaje de caras de fractura.....	558
3.5.	Coefficiente de desgaste de Los Ángeles.....	559
3.6.	Coefficiente de Pulimento Acelerado.....	560
3.7.	Limpieza.....	561

4. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES, DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS ÁRIDOS COMO PRODUCTO.	562
4.1. Cuestiones medioambientales	563
4.1.1. Métodos para la evaluación ambiental de productos de construcción. Declaraciones ambientales de producto.	564
4.1.2. Impulso de la economía circular.	565
4.1.3. Sustancias peligrosas	566
4.2. Cuestiones de seguridad y salud	566
4.2.1. Sílice cristalina respirable	566
4.2.2. Fibras asbestiformes	566
4.2.3. Emisión de radón	566
5. BIBLIOGRAFÍA.	568
5.1. Referencias bibliográficas	568
5.2. Disposiciones legales.	568

CAPÍTULO 20. ÁRIDOS PARA MEZCLAS BITUMINOSAS, BASES Y SUBBASES DE INFRAESTRUCTURAS 569

1. INTRODUCCIÓN	571
2. PROCEDENCIA	572
2.1. Áridos Naturales	572
2.2. Otros tipos de áridos	574
3. CARACTERIZACIÓN	574
3.1. Introducción	574
3.2. Ensayos de caracterización	576
3.2.1. Propiedades generales	576
3.2.2. Propiedades geométricas	576
3.2.3. Propiedades mecánicas y físicas	580
3.2.4. Propiedades térmicas y de alteración de los áridos	582
3.2.5. Propiedades químicas de los áridos	583
4. POLVO MINERAL	585
5. OTROS REQUERIMIENTOS	587
6. ÁRIDOS PARA SUBBALASTO	589
6.1. Características del subbalasto	589
6.1.1. Granulometría	589
6.1.2. Características del subbalasto	589
7. BIBLIOGRAFÍA	590
7.1. Referencias bibliográficas	590
7.2. Disposiciones legales	590

CAPÍTULO 21. ÁRIDOS PARA HORMIGONES Y MORTEROS 591

1. INTRODUCCIÓN	607
2. CLASIFICACIÓN DE LOS ÁRIDOS PARA HORMIGONES Y MORTEROS	608
2.1. Por procedencia y método de procesado	608
2.1.1. Naturales	608
2.1.2. Artificiales	609
2.1.3. Reciclados	609
2.2. Por tamaños	610
2.3. Por forma y textura	610
2.4. Por densidad	611
3. CARACTERÍSTICAS DE LOS ÁRIDOS PARA HORMIGONES Y MORTEROS	611
3.1. Geométricas	611

3.1.1. Generalidades	611
3.1.2. Tamaño de los áridos	612
3.1.3. Granulometría de los áridos	612
3.1.4. Contenido en finos	614
3.1.5. Limpieza de los finos	615
3.1.6. Forma	616
3.1.7. Textura superficial	616
3.2. Físicas	616
3.2.1. Generalidades	616
3.2.2. Densidad aparente y absorción de agua	616
3.2.3. Densidad de conjunto	618
3.2.4. Resistencias mecánicas	618
3.3. Químicas	619
3.3.1. Generalidades	619
3.3.2. Descripción petrográfica	620
3.3.3. Clasificación de los componentes de los áridos gruesos reciclados	620
3.3.4. Contenido en carbonatos de los áridos finos para las capas superficiales de los pavimentos de hormigón	622
3.4. De durabilidad	622
3.4.1. Generalidades	622
3.4.2. Resistencia al hielo- deshielo	622
3.4.3. Estabilidad de volumen: retracción por secado	624
3.4.4. Reactividad con iones alcalinos	624
3.5. Sustancias peligrosas que pueden contener los áridos	625
4. INFLUENCIA DE LOS ÁRIDOS EN LAS CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN Y EL MORTERO	625
4.1. En estado fresco	626
4.2. En estado endurecido	627
4.2.1. En sus propiedades físico- mecánicas	627
4.2.2. En su durabilidad	630
4.2.3. En su acabado	634
5. CONTRIBUCIÓN DE LOS ÁRIDOS A LA SOSTENIBILIDAD DEL HORMIGÓN	634
6. BIBLIOGRAFÍA	636
6.1. Referencias Bibliográficas	636
6.2. Disposiciones legales	637

CAPÍTULO 22. ÁRIDOS PARA BALASTO Y ESCOLLERA 639

1. INTRODUCCIÓN	645
2. ÁRIDOS PARA BALASTO	645
2.1. Definición de balasto	645
2.2. Procedencia de los áridos para balasto	647
2.3. Normativa de los áridos para balasto	650
2.4. Propiedades geométricas	650
2.4.1. Granulometría. Uso granulométrico del balasto	650
2.4.2. Partículas finas	651
2.4.3. Finos	651
2.4.4. Forma	652
2.4.5. Longitud de las partículas	652

2.5.	Propiedades mecánicas y físicas. Resistencia a la fragmentación (desgaste de Los Ángeles).....	652
2.6.	Propiedades de durabilidad.....	653
2.6.1.	Resistencia a la meteorización por la acción de la helada.....	653
2.6.2.	Análisis petrográfico.....	654
2.6.3.	Ensayo de densidad y absorción de agua.....	654
2.6.4.	Resistencia a la acción del sulfato magnésico.....	655
2.6.5.	Resistencia a la alteración de ebullición (Sonnenbrand).....	655
2.7.	Recepción del balasto.....	655
2.8.	Distintivos de calidad.....	656
3.	ÁRIDOS PARA ESCOLLERA.....	657
3.1.	Definición de escollera.....	657
3.2.	Procedencia de los áridos para escollera.....	658
3.3.	Normativa de los áridos para escollera.....	658
3.4.	Propiedades geométricas.....	658
3.4.1.	Escollera.....	658
3.4.2.	Escollera de piedras sueltas para carreteras y puentes.....	659
3.4.3.	Gaviones.....	660
3.5.	Propiedades mecánicas y físicas.....	660
3.5.1.	Escollera.....	660
3.5.2.	Escollera de piedras sueltas para carreteras y puentes.....	661
3.5.3.	Gaviones.....	661
3.6.	Propiedades térmicas y de alteración de los áridos.....	661
3.6.1.	Escollera.....	661
3.6.2.	Escollera de piedras sueltas para carreteras y puentes.....	662
3.6.3.	Gaviones.....	662
3.7.	Propiedades químicas de los áridos para escollera.....	662
4.	BIBLIOGRAFÍA.....	663
4.1.	Referencias bibliográficas.....	663
4.2.	Disposiciones legales.....	663

CAPÍTULO 23. ÁRIDOS PARA DRENAJE, FILTRACIÓN, CONTROL DE LA EROSIÓN Y OTRAS APLICACIONES.....665

1.	INTRODUCCIÓN.....	667
2.	CÁLCULO FRENTE AL SIFONAMIENTO.....	668
3.	CONDICIONES DE PERMEABILIDAD PARA FILTROS Y DRENES.....	670
4.	ESPECIFICACIONES DE ÁRIDOS PARA FILTROS Y DRENES.....	672
4.1.	Introducción.....	672
4.2.	Zanjas drenantes.....	673
4.3.	Rellenos localizados con material drenante....	674
4.4.	Capas granulares.....	675
5.	CONTROL DE LA EROSIÓN.....	675
6.	ÁRIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE TERRAPLENES, EXPLANADAS MEJORADAS Y RELLENOS.....	676

6.1.	Condicionantes ambientales de los áridos reciclados y artificiales.....	677
6.2.	Suelos y áridos naturales, reciclados o artificiales utilizados para ejecución de terraplenes o explanadas mejoradas.....	679
6.2.1.	Suelos naturales, reciclados o artificiales seleccionados.....	679
6.2.2.	Suelos naturales, reciclados o artificiales adecuados.....	680
6.2.3.	Suelos naturales, reciclados o artificiales tolerables.....	680
6.3.	Suelos y áridos naturales, reciclados o artificiales utilizados para ejecución de rellenos.....	681
6.4.	Arenas naturales, recicladas o artificiales para camas y envoltentes de tuberías.....	681
6.5.	Gravas para rellenos localizados y capas de apoyo.....	683
6.6.	Especificaciones documentales.....	683
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	683
7.1.	Referencias bibliográficas.....	683
7.2.	Disposiciones legales.....	684

CAPÍTULO 24. ÁRIDOS LIGEROS Y ESPECIALES.....687

1.	INTRODUCCIÓN.....	691
2.	ÁRIDOS LIGEROS.....	691
2.1.	Definición.....	691
2.2.	Clasificación.....	691
2.3.	Descripción de las materias primas de los principales áridos ligeros y especiales.....	692
2.3.1.	Puzolanas.....	692
2.3.2.	Perlitas.....	694
2.3.3.	Vermiculitas.....	695
2.3.4.	Arcillas expandidas.....	695
2.3.5.	Esquistos y pizarras expandidas.....	696
2.4.	Características de los áridos ligeros para hormigón, mortero inyectado, mezclas bituminosas, tratamientos superficiales y aplicaciones en capas tratadas y no tratadas....	696
3.	APLICACIONES DE ÁRIDOS LIGEROS.....	697
3.1.	Áridos ligeros en ingeniería civil y arquitectura.....	698
3.1.1.	Rellenos aligerados en proyectos de ingeniería civil.....	698
3.1.2.	Áridos ligeros para la fabricación de mampostería prefabricada.....	701
3.1.3.	Hormigones ligeros estructurales y de relleno.....	701
3.2.	Áridos ligeros en tratamientos de filtración de agua, aire y efluentes.....	702
3.3.	Gestión de agua mediante el uso de áridos ligeros.....	702
4.	REUTILIZACIÓN DE LOS ÁRIDOS LIGEROS Y DE LAS ADICIONES ACTIVAS DEL CEMENTO.....	703
4.1.	Fabricación de cemento.....	703
4.2.	Fabricación de hormigón.....	704
4.2.1.	Cenizas volantes como elemento activo.....	704

4.2.2. Cenizas volantes como elemento inerte	704
5. BIBLIOGRAFÍA.....	705
5.1. Referencias bibliográficas	705
5.2. Disposiciones legales.....	705

CAPÍTULO 25. ÁRIDOS PARA USOS INDUSTRIALES 707

1. INTRODUCCIÓN.....	709
2. LA CALIZA Y SUS APLICACIONES	709
2.1. Fabricación de cemento portland	711
2.1.1. Especificaciones de la caliza para cemento portland.....	712
2.2. Fabricación de cal.....	712
2.2.1. Formas de preparación de la cal o cal viva	713
2.2.2. Especificaciones de la caliza empleada en la fabricación de cal.....	713
2.3. Fabricación de vidrio.....	713
2.3.1. Especificaciones de los productos para fabricar vidrios.....	714
2.4. Áridos calcáreos para usos agrícolas.....	714
2.4.1. Cambios de pH en suelos naturales	714
2.4.2. Ventajas al emplear la cal como abono.....	715
2.4.3. Ensayos y análisis de suelos	716
2.4.4. Aplicación de cal peletizada en agricultura	717
2.4.5. Aplicación de lechada de cal en agricultura	717
2.4.6. Empleo de la cal y la caliza como carga en fertilizantes	717
2.4.7. Empleo de la cal y la caliza en piensos para ganado.....	718
2.5. Tratamiento de aguas residuales in situ.....	718
2.6. Tratamiento de suelos contaminados.....	718
2.7. Tratamiento de lagos y otros cursos de agua mediante el vertido de cal	718
2.7.1. Métodos y frecuencia de aplicación.....	718
2.7.2. Especificaciones técnicas de productos empleados en el tratamiento de aguas.....	719
2.8. Neutralización de las aguas ácidas de mina.....	720
2.8.1. Proceso del tratamiento de aguas ácidas	720
2.8.2. Inconvenientes en el tratamiento de aguas ácidas con cal	721
2.8.3. Especificaciones del producto utilizado en el tratamiento de aguas ácidas.....	721
2.9. Recuperación de residuos en la industria del acero.....	721
2.9.1. Recuperación del cinc.....	721
2.10. Áridos calcáreos y cal como carga industrial	722
2.10.1. Granulometría de los áridos para carga industrial.....	723
2.10.2. Molienda de áridos para carga industrial	723
2.10.3. Especificaciones de los productos usados como carga	724

2.11. La caliza para prevenir los riesgos de explosión en minas de carbón.....	724
2.12. Fabricación de productos químicos	724
2.13. Fabricación de papel y pulpa.....	724
2.13.1. Especificaciones de la caliza empleada en la fabricación de papel	725
2.14. Áridos como fundentes.....	725
2.14.1. Especificaciones de los áridos como fundentes	726
2.15. Relleno de huecos con residuos sólidos.....	726
2.16. Desulfuración de gases durante la combustión	726
2.16.1. Características de la caliza en función del tipo de lecho fluido	726
2.16.2. Características de las calizas y las cales para absorbentes de gases de lecho fluido	727
2.16.3. Métodos de caracterización de los absorbentes.....	729
2.16.4. Proceso de desulfuración	730
2.17. Desulfuración después de la combustión	731
2.17.1. Especificaciones de la caliza para el sistema DGC.....	732
3. LA SÍLICE Y SUS APLICACIONES	732
3.1. Fabricación de vidrio	732
3.2. Material filtrante en plantas de tratamiento y purificación de aguas.....	735
3.3. Elaboración de filtros.....	735
3.4. Fabricación de ladrillos y otros materiales refractarios.....	735
3.5. Fabricación de porcelana, loza y cerámica.....	735
3.6. Fabricación de moldes para piezas de fundición	736
3.7. Uso como fundente en ferroaleaciones y soldaduras	736
3.8. Empleo como revestimientos.....	737
3.9. Empleo en la fracturación hidráulica y en la perforación.....	737
3.10. Fabricación de abrasivos	737
3.11. Construcción de pistas deportivas.....	737
3.12. Obtención de silicio para la electrónica y la óptica	738
3.13. Cargas en plásticos, cauchos, papel, pinturas, productos farmacéuticos y químicos, pasta de dientes, detergentes, etc.....	738
3.14. Fabricación de otros productos silíceos	738
4. BIBLIOGRAFÍA	738

CAPÍTULO 26. CONTROL DE CALIDAD Y TOMA DE MUESTRAS 741

1. INTRODUCCIÓN.....	745
2. MERCADO CE	745
2.1. Generalidades.....	745
2.2. Normas Armonizadas.....	746
2.3. Procedimientos de evaluación de la conformidad	747
2.4. Evaluación de la conformidad.....	747

2.1.	La biodiversidad empieza en el suelo.....	811
2.2.	La gestión de la vegetación: la clave del paisaje visible	812
2.3.	La gestión de la fauna adaptada a entornos intervenidos.....	814
3.	LA NECESARIA CONECTIVIDAD INTERIOR Y EXTERIOR.....	817
4.	UN PLAN DE GESTIÓN DE BIODIVERSIDAD ORIENTADO A LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA	819
5.	¿POR QUÉ BENEFICIA A LAS EMPRESAS LA GESTIÓN DE LA BIODIVERSIDAD?	821
5.1.	Porque la sociedad ha de percibir una imagen positiva de las buenas prácticas ambientales de nuestras empresas	821
5.2.	Porque con una correcta gestión de la biodiversidad incrementa la credibilidad con la administración.....	821
5.3.	Porque incrementa el valor patrimonial de la propiedad una vez finalizada la explotación.....	822
5.4.	Porque existe una potencial reducción de los costes de rehabilitación a través de una planificada gestión de la biodiversidad	823
5.5.	Porque un pasivo ambiental se puede convertir en un activo valorado y reconocido	823
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	823
6.1.	Referencias bibliográficas	823
6.2.	Disposiciones legales.....	828

CAPÍTULO 29. CONTROL Y PREVENCIÓN DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA Y DEL RUIDO AMBIENTAL.....829

1.	INTRODUCCIÓN.....	837
2.	EL POLVO EN LAS EXPLOTACIONES DE ÁRIDOS	838
2.1.	Introducción al polvo en explotaciones de áridos	838
2.1.1.	Fuentes emisoras de polvo en explotaciones de áridos.....	839
2.1.2.	Factores que favorecen la presencia de polvo	841
2.1.3.	Fenómeno de la sedimentación del polvo	841
2.2.	Normativa sobre calidad del aire.....	842
2.2.1.	Normativa Europea	842
2.2.2.	Normativa Nacional	842
2.3.	Obligaciones de los titulares de instalaciones.....	844
2.4.	Evaluación del riesgo pulvígeno para el medio ambiente.....	846
2.4.1.	Medición de emisiones a la atmósfera.....	846
2.4.2.	Cálculo de emisiones a la atmósfera: Factores de emisión	847
2.5.	Evaluación preventiva del riesgo para el medio ambiente debido a la emisión de polvo en una explotación.....	848
2.6.	Criterios para el análisis de los resultados	850
3.	MEDIDAS PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EXPLOTACIONES DE ÁRIDOS.....	851
3.1.	Medidas de prevención y control del polvo	851
3.2.	Medidas de control del NOx, SOx, CO, CO ₂ y humos de diésel.....	853

4.	EL RUIDO AMBIENTAL EN LA EXPLOTACIÓN Y FABRICACIÓN DE ÁRIDOS	854
4.1.	Introducción al ruido en explotaciones de áridos	854
4.1.1.	El ruido.....	854
4.1.2.	El fenómeno físico del ruido	854
4.1.3.	Tipos de ruido.....	857
4.1.4.	Fuentes emisoras de ruido en explotaciones de áridos	858
4.1.5.	Factores que favorecen la emisión y propagación del ruido.....	858
4.1.6.	Onda aérea	861
4.2.	Normativa sobre ruido	861
4.2.1.	Normativa Europea.....	861
4.2.2.	Normativa Nacional.....	861
4.3.	Obligaciones de los titulares de explotaciones	862
4.4.	Evaluación del ruido medioambiental y de la onda aérea	862
4.4.1.	Evaluación del ruido medioambiental	862
4.4.2.	Evaluación de la onda aérea	864
4.5.	Medidas de prevención y control del ruido y la onda aérea.....	865
4.5.1.	Medidas de prevención y control del ruido	865
4.5.2.	Medidas de prevención y control de a onda aérea producida por voladuras.....	867
5.	BIBLIOGRAFÍA	867
5.1.	Referencias bibliográficas.....	867
5.2.	Disposiciones legales	868

CAPÍTULO 30. GESTIÓN DEL AGUA EN LAS EXPLOTACIONES DE ÁRIDOS.....871

1.	INTRODUCCIÓN.....	873
2.	EL AGUA EN LA NATURALEZA.....	874
2.1.	Ciclo hidrológico	874
2.2.	Aguas superficiales	876
2.3.	Aguas subterráneas	876
2.3.1.	Tipos de yacimientos de aguas subterráneas	877
3.	EL AGUA EN LAS EXPLOTACIONES DE ÁRIDOS	878
3.1.	Aspectos generales	878
3.2.	El agua en los procesos de extracción	878
3.2.1.	Extracción por encima del nivel freático	879
3.2.2.	Extracción con depresión del nivel freático	879
3.2.3.	Extracción bajo lámina del agua	880
4.	PROBLEMAS ORIGINADOS POR EL AGUA EN LAS CANTERAS Y GRAVERAS.....	881
4.1.	Perjuicios técnicos.....	881
4.2.	Perjuicios sociales y ambientales	881
4.3.	Perjuicios económicos.....	882
5.	REQUERIMIENTOS PARA EL CONTROL Y LA GESTIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA MINERÍA A CIELO ABIERTO	882
6.	LA GESTIÓN DEL AGUA EN LAS EXPLOTACIONES MINERAS.....	884

6.1. Control de aguas superficiales.....	884	2.1. Del actual modelo Lineal al Circular	918
6.1.1. Canales de cintura.....	884	2.1.1. Actores de la economía circular	918
6.1.2. Diques y zanjas de canalización.....	885	2.1.2. Principios.....	919
6.1.3. Desagüe de taludes	887	2.2. Beneficios de la economía circular para las empresas de áridos.....	919
6.1.4. Protección de desagües	887	3. POLÍTICAS PARA LA ECONOMÍA CIRCULAR	920
6.1.5. Protección de bermas	888	3.1. El cambio de modelo económico en el Mundo	920
6.1.6. Disipadores de energía.....	888	3.2. La economía circular y la Unión Europea	921
6.2. Control de las aguas subterráneas.....	888	3.2.1. Plan de Acción de la Economía Circular 2.0	921
6.2.1. Control de las aguas subterráneas por bombeo.....	889	3.3. La economía circular en España.....	923
6.2.2. Bombeo desde el fondo de la explotación	889	4. APLICACIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN CANTERAS Y GRAVERAS	924
6.2.3. Pozos de bombeo perimetrales	889	4.1. Autodiagnóstico sobre economía circular	924
6.2.4. Pozos de bombeo interiores	890	4.2. La gestión de los residuos en las explotaciones mineras	927
6.2.5. Drenes subhorizontales	890	4.2.1. Introducción a los residuos de las explotaciones de áridos.....	927
6.2.6. Perforación horizontal dirigida.....	891	4.2.2. Identificación de los residuos	928
6.2.7. Pozos pasivos.....	891	4.2.3. Principios básicos de la gestión de residuos	928
6.2.8. Atomización de agua con aspersores ..	891	4.2.4. Prevención y minimización.....	930
6.3. Control de las aguas subterráneas por exclusión	891	4.2.5. Reutilización, recuperación, valorización y reciclado.....	931
6.3.1. Muros de baja permeabilidad.....	891	4.2.6. Eliminación.....	932
6.3.2. Relleno de fallas y fracturas.....	892	5. RESIDUOS INDUSTRIALES.....	932
7. OTRAS BUENAS PRÁCTICAS EN LA GESTIÓN DEL AGUA	892	5.1. Marco legal	933
8. BIBLIOGRAFÍA	893	5.2. Obligaciones del productor de residuos	934
8.1. Referencias bibliográficas	893	5.2.1. Autorizaciones administrativas	934
8.2. Disposiciones legales	893	5.2.2. Recipientes para los residuos industriales	934

CAPÍTULO 31. LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS EXPLOTACIONES DE ÁRIDOS..... 895

1. INTRODUCCIÓN.....	897
2. EFICIENCIA ENERGÉTICA EN CANTERAS	898
3. OPTIMIZACIÓN DEL CICLO DE PRODUCCIÓN A TRAVÉS DE LA FRAGMENTACIÓN EN LAS VOLADURAS.....	900
4. OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN	906
5. MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN PLANTAS DE TRATAMIENTO E INSTALACIONES AUXILIARES.....	912
5.1. Compensación de la Energía Reactiva	912
5.1.1. Factor de Potencia y Energía Aparente (S)	912
5.1.2. Medidas para compensar la energía reactiva.....	912
5.1.3. Compensación en Baja Tensión: tipos de equipos.....	912
5.2. Otras medidas de eficiencia energética.....	913
6. RESUMEN DE ACTUACIONES.....	914
7. BIBLIOGRAFÍA	914

CAPÍTULO 32. ECONOMÍA CIRCULAR EN EXPLOTACIONES DE ÁRIDOS. CONCEPTOS GENERALES SOBRE GESTIÓN DE RESIDUOS 915

1. INTRODUCCIÓN.....	917
2. ¿QUÉ SE ENTIENDE POR ECONOMÍA CIRCULAR?	918

2.1.1. Actores de la economía circular	918
2.1.2. Principios.....	919
2.2. Beneficios de la economía circular para las empresas de áridos.....	919
3. POLÍTICAS PARA LA ECONOMÍA CIRCULAR	920
3.1. El cambio de modelo económico en el Mundo	920
3.2. La economía circular y la Unión Europea	921
3.2.1. Plan de Acción de la Economía Circular 2.0	921
3.3. La economía circular en España.....	923
4. APLICACIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN CANTERAS Y GRAVERAS	924
4.1. Autodiagnóstico sobre economía circular	924
4.2. La gestión de los residuos en las explotaciones mineras	927
4.2.1. Introducción a los residuos de las explotaciones de áridos.....	927
4.2.2. Identificación de los residuos	928
4.2.3. Principios básicos de la gestión de residuos	928
4.2.4. Prevención y minimización.....	930
4.2.5. Reutilización, recuperación, valorización y reciclado.....	931
4.2.6. Eliminación.....	932
5. RESIDUOS INDUSTRIALES.....	932
5.1. Marco legal	933
5.2. Obligaciones del productor de residuos	934
5.2.1. Autorizaciones administrativas	934
5.2.2. Recipientes para los residuos industriales	934
5.2.3. Almacenamiento de residuos industriales	935
5.2.4. Entrega al gestor autorizado	935
5.2.5. Registro de residuos	935
5.3. Áreas de la explotación donde se producen los residuos industriales.....	936
5.4. Gestión de residuos industriales en explotaciones mineras a cielo abierto	936
6. RESIDUOS DOMÉSTICOS	937
7. BIBLIOGRAFÍA.....	937

CAPÍTULO 33. ECONOMÍA CIRCULAR EN EXPLOTACIONES DE ÁRIDOS. GESTIÓN DE RESIDUOS DE INDUSTRIAS EXTRACTIVAS . 939

1. INTRODUCCIÓN.....	941
2. MARCO LEGAL.....	942
2.1. Marco legal comunitario.....	942
2.2. Marco legal nacional	943
3. CONCEPTOS GENERALES	943
3.1. Tipos de residuos de industrias extractivas. Clasificación y caracterización	943
3.1.1. Residuos mineros inertes.....	944
3.1.2. Residuos mineros peligrosos.....	945
3.1.3. Residuos mineros no inertes no peligrosos	946

3.1.4. Suelos no contaminados.....	946
3.2. Clasificación de las instalaciones de residuos de industrias extractivas según el Real Decreto 975/2009.....	946
3.3. Actuaciones del empresario.....	947
3.4. Plan de gestión de residuos mineros.....	948
3.5. Proyecto constructivo de las instalaciones de residuos mineros	949
3.6. Cierre y clausura de una instalación de residuos mineros	950
3.7. Seguridad en las instalaciones de residuos mineros	951
3.7.1. Política de prevención de accidentes graves.....	951
3.7.2. Sistema de gestión de la seguridad de la instalación de residuos.....	951
3.7.3. Plan de emergencia interior	952
3.8. Garantía financiera para la rehabilitación del espacio natural afectado por las instalaciones de residuos mineros	952
4. LUGARES Y PROCESOS DONDE SE PRODUCEN LOS RESIDUOS DE LAS INDUSTRIAS EXTRACTIVAS	953
5. MEJORES TÉCNICAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS MINEROS INTEGRADAS EN EL PROYECTO MINERO	953
5.1. Optimización de todas las etapas del proceso productivo para prevenir o reducir la generación	953
5.2. Reutilización de los residuos para fines internos	954
5.3. Uso de materiales para fines externos como materias primas secundarias.....	954
5.4. Gestión del suelo vegetal y de los materiales de cobertera	954
5.4.1. Acopio de la tierra vegetal.....	955
5.4.2. Acopio de la cobertera o capa mineral alterada (horizonte B) y de los rellenos	956
5.5. Gestión de los materiales de rechazo del proceso	957
5.6. Tratamiento de lodos	958
5.6.1. Balsas o presas.....	959
5.6.2. Celda de sedimentación forzada	960
5.6.3. Sistema de tanque espesador o clarificador	961
5.6.4. Filtro prensa	961
5.7. Relleno de huecos	963
5.8. Acondicionamiento de escombreras.....	963
5.9. Acondicionamiento de balsas y presas.....	964
5.9.1. Estabilización de balsas y presas	965
5.9.2. Control de la erosión en balsas y presas	965
5.9.3. Protección de accesos a balsas y presas	965
5.9.4. Prevención de la contaminación de balsas y presas.....	965
6. BIBLIOGRAFÍA.....	965
6.1. Referencias bibliográficas	965

6.2. Disposiciones legales	966
----------------------------------	-----

CAPÍTULO 34. ECONOMÍA CIRCULAR EN EXPLOTACIONES DE ÁRIDOS. GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

1. INTRODUCCIÓN.....	973
2. MARCO LEGAL Y OBLIGACIONES.....	975
2.1. Marco legal comunitario	975
2.2. Marco legal nacional.....	975
3. DEFINICIÓN.....	976
4. ORIGEN, BUENAS PRÁCTICAS Y LOGÍSTICA DE LOS RCD	977
4.1. Lugares y procesos donde se producen	977
4.2. Buenas prácticas en los procesos de demolición y de construcción	978
4.2.1. Identificación de residuos	978
4.2.2. Separación según origen	979
4.2.3. Eliminación de residuos peligrosos (descontaminación).....	979
4.2.4. Demolición y desmantelamiento selectivos	979
4.3. Logística de los residuos.....	979
5. TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA.....	980
6. COMPOSICIÓN DE LOS RCD.....	981
7. TÉCNICAS BÁSICAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN INTEGRADAS EN EL PROYECTO MINERO	982
7.1. Producción de áridos reciclados en las explotaciones mineras.....	983
7.1.1. Recepción de residuos	984
7.1.2. Pretratamiento.....	984
7.1.3. Pre-cribado	984
7.1.4. Tratamiento	985
7.2. Restauración de la explotación	986
7.2.1. Materiales inertes adecuados procedentes de movimientos de tierras	987
7.2.2. Materiales inertes adecuados procedentes de instalaciones de fabricación de productos de construcción	988
7.2.3. Prevención de vertido de residuos y de materiales no deseados	989
7.2.4. Tierras contaminadas.....	989
8. PROPIEDADES Y CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL PROCESADO	989
8.1. Propiedades físicas	990
8.1.1. Propiedades físicas de los áridos procedentes de hormigón.....	990
8.1.2. Propiedades físicas de los áridos reciclados cerámicos o mixtos.....	991
8.2. Propiedades químicas	991
8.2.1. Propiedades químicas del árido procedente de hormigón.....	991
8.2.2. Propiedades químicas de los áridos reciclados cerámicos o mixtos.....	992
9. USOS DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS.....	992
10. BIBLIOGRAFÍA	993
10.1. Referencias bibliográficas.....	993

10.2. Disposiciones legales	993
-----------------------------------	-----

PARTE V: GESTIÓN DE LOS ASPECTOS SOCIALES EN LAS EXPLOTACIONES DE ÁRIDOS

CAPÍTULO 35. GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EXPLOTACIONES MINERAS. CONCEPTOS GENERALES..... 997

1. INTRODUCCIÓN.....	1001
2. NORMATIVA BÁSICA.....	1002
3. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES	1002
4. OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO	1004
5. OTRAS OBLIGACIONES: TRABAJADORES, SERVICIOS DE PREVENCIÓN Y CONTRATISTAS	1005
6. ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN	1006
7. DOCUMENTO SOBRE SEGURIDAD Y SALUD	1008
8. FORMACIÓN E INFORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES	1010
9. VIGILANCIA DE LA SALUD.....	1012
10. ANÁLISIS DE ACCIDENTES	1013
11. SEGURIDAD INDUSTRIAL DE EQUIPOS E INSTALACIONES.....	1013
11.1. Instalaciones eléctricas de alta tensión.....	1014
11.2. Instalaciones eléctricas de baja tensión.....	1015
11.3. Maquinaria fija y móvil.....	1016
11.4. Instalaciones petrolíferas	1017
11.5. Instalaciones de aire comprimido.....	1018
11.6. Almacenamiento de productos químicos	1018
11.7. Instalaciones contra incendios.....	1019
12. BIBLIOGRAFÍA	1019
12.1. Referencias Bibliográficas.....	1019
12.2. Disposiciones Legales.....	1019

CAPÍTULO 36. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD. PREVENCIÓN DE ACCIDENTES. PARTE I: ARRANQUE, CARGA Y TRANSPORTE

.....	1021
1. INTRODUCCIÓN.....	1025
2. MEDIDAS GENERALES DE SEGURIDAD PARA EL PERSONAL DE OPERACIÓN	1025
2.1. Medidas generales	1025
2.2. Medidas de prevención de atropellos.....	1026
3. MEDIDAS GENERALES DE SEGURIDAD EN EL MANEJO DE EQUIPOS MÓVILES.....	1026
3.1. Caídas a distinto nivel.....	1026
3.2. Atrapamientos.....	1027
3.3. Vuelcos	1027
3.4. Quemaduras por temperatura.....	1029
3.5. Contactos eléctricos	1029
3.6. Explosión e incendio.....	1030
3.7. Exposición a agentes químicos y físicos	1030
3.8. Desplome y caída de objetos manipulados	1031
3.9. Choque con objetos móviles o inmóviles.....	1032
3.10. Impacto de partículas o fragmentos volantes	1032
3.11. Desplome del terreno.....	1032

4. SEGURIDAD EN LA PERFORACIÓN DE BARRENOS	1033
4.1. Exposición a agentes químicos y físicos.....	1034
4.2. Sobreesfuerzos	1034
5. MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL USO Y MANEJO DE EXPLOSIVOS.....	1035
5.1. Medidas de seguridad en el transporte interno	1035
5.2. Medidas de seguridad en la zona de voladura .	1035
5.3. Medidas de seguridad en la carga de los barrenos	1036
5.4. Medidas de seguridad en voladuras eléctricas.	1036
5.5. Medida de seguridad antes y después del disparo	1037
5.6. Otras medidas de seguridad en voladuras	1037
6. MEDIDAS DE SEGURIDAD DE LOS EQUIPOS MÓVILES.....	1038
6.1. Parada, bloqueo de partes móviles.....	1039
6.2. Riesgo de proyecciones, partes móviles y emisión de gases, vapores, líquidos y polvo	1039
6.3. Medios de acceso e iluminación	1040
6.4. Superficies muy calientes, estallidos y rotura	1040
6.5. Separación de fuentes de energía. Incendio y explosión.....	1040
6.6. Controles de presión y temperatura	1040
6.7. Indicadores de advertencia y peligro, marcha atrás	1040
6.8. Otros elementos de seguridad comunes	1041
7. MEDIDAS DE SEGURIDAD EN LAS OPERACIONES DE REMOLCADO DE MAQUINARIA.....	1041
8. MEDIDAS DE SEGURIDAD EN LA CARGA	1042
9. MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE Y DESCARGA	1042
10. BIBLIOGRAFÍA.....	1044

CAPÍTULO 37. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD. PREVENCIÓN DE ACCIDENTES. PARTE II: PLANTA DE TRATAMIENTO Y OTRAS OPERACIONES..... 1045

1. INTRODUCCIÓN.....	1047
2. MEDIDAS DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES Y OPERACIONES EN PLANTAS DE TRATAMIENTO	1047
2.1. Trabajos en la planta de tratamiento.....	1048
2.1.1. Operación de la planta de tratamiento	1048
2.1.2. Limpieza de la planta de tratamiento	1049
2.2. Lugares de trabajo	1049
2.3. Equipos de trabajo. Seguridad en máquinas....	1050
2.4. Instalaciones eléctricas.....	1051
2.4.1. Instalaciones eléctricas de baja tensión	1050
2.4.2. Instalaciones eléctricas de alta tensión ...	1052
2.5. Instalaciones de aire comprimido	1052
2.6. Instalaciones de combustibles	1052
2.7. Almacenamiento de productos químicos.....	1053
2.8. Medidas contra incendios	1054
3. MEDIDAS DE SEGURIDAD EN MANTENIMIENTO	1055
3.1. Medidas generales de seguridad	1055

3.1.1.	Orden y limpieza.....	1056	4.1.1.	Descripción del riesgo y de su incidencia sobre la salud.....	1081
3.1.2.	Uso de herramientas manuales.....	1056	4.1.2.	Principales medidas preventivas.....	1082
3.1.3.	Uso de herramientas eléctricas	1057	4.2.	Polvo y sílice cristalina respirable.....	1083
3.1.4.	Inspecciones y revisiones	1057	4.2.1.	Descripción del riesgo y de su incidencia sobre la salud.....	1083
3.1.5.	Mantenimiento sobre maquinaria fija ...	1057	4.2.2.	Principales medidas preventivas.....	1087
3.1.6.	Mantenimiento sobre maquinaria móvil	1058	4.3.	Ruido.....	1093
3.1.7.	Empleo de productos químicos	1059	4.3.1.	Descripción del riesgo y de su incidencia sobre la salud.....	1093
3.1.8.	Trabajos sobre equipos a presión.....	1059	4.3.2.	Principales medidas preventivas.....	1094
3.2.	Mantenimiento mecánico.....	1059	4.4.	Vibraciones mecánicas.....	1096
3.2.1.	Operaciones de soldadura y oxicorte.....	1060	4.4.1.	Descripción del riesgo y de su incidencia sobre la salud.....	1096
3.2.2.	Trabajos de calderería	1062	4.4.2.	Principales medidas preventivas.....	1098
3.2.3.	Engrasado.....	1062	4.5.	Agentes químicos, sustancias peligrosas y atmósferas nocivas	1100
3.2.4.	Manipulación manual e izado de cargas.....	1063	4.5.1.	Descripción del riesgo y de su incidencia sobre la salud.....	1100
3.3.	Mantenimiento eléctrico	1063	4.5.2.	Principales medidas preventivas frente al riesgo químico	1102
3.3.1.	Trabajos eléctricos cualificados	1064	4.6.	Radiación solar y exposición a las altas temperaturas	1103
3.3.2.	Trabajos eléctricos autorizados	1064	4.6.1.	Descripción del riesgo y de su incidencia sobre la salud.....	1103
3.3.3.	Trabajos sobre líneas de alta tensión y en sus proximidades.....	1065	4.6.2.	Principales medidas preventivas.....	1105
4.	TRABAJOS ESPECIALES QUE REQUIEREN PERMISOS DE TRABAJO	1066	4.7.	Estrés y riesgos psicosociales	1106
4.1.	Trabajos en altura.....	1066	4.7.1.	Descripción del riesgo y de su incidencia sobre la salud.....	1106
4.2.	Desatascos.....	1067	4.7.2.	Principales medidas preventivas.....	1107
4.3.	Trabajos en espacios confinados	1068	5.	RIESGOS EMERGENTES	1108
4.4.	Trabajos sobre equipos en movimiento.....	1069	5.1.	Envejecimiento	1108
4.5.	Trabajos con riesgo de incendio y atmósferas explosivas.....	1069	5.1.1.	Descripción del riesgo y de su incidencia sobre la salud.....	1108
4.6.	Trabajos en solitario	1070	5.1.2.	Principales medidas preventivas.....	1108
5.	MEDIDAS DE SEGURIDAD EN OTRAS OPERACIONES	1070	5.2.	Alergias laborales.....	1109
5.1.	Trabajos en la báscula y oficinas.....	1070	5.2.1.	Descripción del riesgo y de su incidencia sobre la salud.....	1109
5.2.	Trabajos de restauración	1071	5.2.2.	Principales medidas preventivas.....	1110
5.3.	Estacionamiento de equipos móviles y vehículos	1072	5.3.	Enfermedades laborales de la piel.....	1110
5.4.	Seguridad durante las visitas externas	1072	5.3.1.	Descripción del riesgo y de su incidencia sobre la salud.....	1110
5.5.	Toma de muestras.....	1073	5.3.2.	Principales medidas preventivas.....	1111
5.6.	Transporte del personal.....	1073	5.4.	Digitalización y TIC.....	1111
6.	MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE EXTERNO.....	1073	5.4.1.	Descripción del riesgo y de su incidencia sobre la salud.....	1111
6.1.	Transporte desde la entrada hasta los silos y acopios	1074	5.4.2.	Principales medidas preventivas.....	1112
6.2.	Transporte desde la báscula hasta el exterior...	1075	5.5.	Empleos verdes	1113
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	1075	5.5.1.	Descripción del riesgo y de su incidencia sobre la salud.....	1113
7.1.	Referencias bibliográficas	1075	5.5.2.	Principales medidas preventivas.....	1113
7.2.	Disposiciones legales.....	1075	5.6.	COVID-19.....	1113

CAPÍTULO 38. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD. PREVENCIÓN DE DAÑOS PARA LA SALUD. RIESGOS EMERGENTES..... 1077

1.	INTRODUCCIÓN.....	1079
2.	MARCO LEGAL DE LA PROTECCIÓN DE LA SALUD DE LOS TRABAJADORES.....	1079
3.	CUESTIONES GENERALES APLICABLES A TODOS LOS RIESGOS PARA LA SALUD	1080
4.	RIESGOS PARA LA SALUD MÁS FRECUENTES EN EXPLOTACIONES DE ÁRIDOS	1081
4.1.	Trastornos musculoesqueléticos.....	1081

5.4.1.	Descripción del riesgo y de su incidencia sobre la salud.....	1111
5.4.2.	Principales medidas preventivas.....	1112
5.5.	Empleos verdes	1113
5.5.1.	Descripción del riesgo y de su incidencia sobre la salud.....	1113
5.5.2.	Principales medidas preventivas.....	1113
5.6.	COVID-19.....	1113
5.6.1.	Descripción del riesgo y de su incidencia sobre la salud.....	1113
5.6.2.	Principales medidas preventivas.....	1114
6.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN EMERGENTES.....	1122
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	1123

7.1. Referencias bibliográficas.....	1123
7.2. Disposiciones legales.....	1124
CAPÍTULO 39. RELACIONES CON EL ENTORNO SOCIAL..... 1125	
1. INTRODUCCIÓN.....	1129
2. PLANIFICACIÓN DE LAS RELACIONES CON EL ENTORNO SOCIAL.....	1130
2.1. La necesidad de establecer una relación adecuada.....	1131
2.2. ¿Está el sector preparado?.....	1132
2.2.1. Modelo Reactivo.....	1132
2.2.2. Modelo Proactivo.....	1132
2.2.3. El modelo proactivo como ejemplo de responsabilidad empresarial.....	1133
2.3. Definición de los objetivos y metas.....	1134
2.4. Identificación de los interlocutores.....	1135
2.5. Búsqueda de apoyos.....	1136
2.5.1. Trabajadores.....	1137
2.5.2. Clientes directos.....	1137
2.5.3. Clientes indirectos.....	1137
2.6. Hacia una imagen positiva.....	1137
2.6.1. Análisis de puntos débiles y fuertes. Análisis DAFO.....	1137
2.6.2. Análisis de los puntos fuertes propios.....	1137
2.6.3. Reflexión sobre las posibles debilidades.....	1139
2.6.4. Implicación activa de los trabajadores y otros apoyos.....	1140
2.6.5. Formación de los trabajadores.....	1140
2.6.6. Participación activa en campañas sectoriales.....	1141
2.6.7. Apoyo a las iniciativas locales.....	1141
2.6.8. Contribución a la colectividad.....	1142
2.6.9. Otras acciones que pueden contribuir a construir una imagen positiva.....	1140
3. COMUNICACIÓN DE LAS ACCIONES DE LA EMPRESA.....	1140
3.1. Características básicas de la comunicación.....	1140
3.1.1. Evitar la saturación de mensajes.....	1143
3.1.2. Prevenir la distorsión de la proximidad.....	1143
3.1.3. Transformar la negatividad en positividad.....	1143
3.1.4. Buscar la objetividad y la credibilidad.....	1143
3.2. Reglas básicas de la comunicación.....	1143
3.3. Establecimiento de canales permanentes de comunicación.....	1143
3.3.1. Grupos de seguimiento.....	1145
3.3.2. Sistema de recepción de quejas y sugerencias.....	1146
3.3.3. Jornadas de puertas abiertas.....	1146
3.4. Publicitar los logros.....	1146
3.5. La teoría de las 3 imágenes.....	1147
3.6. Anuncios.....	1148
3.7. Carteles informativos.....	1149
3.8. Publicidad corporativa.....	1149
3.9. Reuniones.....	1149
3.10. Internet y redes sociales.....	1150
4. ADAPTACIÓN DEL MENSAJE A LOS INTERLOCUTORES.....	1150
4.1. Identificación de los interlocutores prioritarios.....	1150
4.2. Planificación de la estrategia de comunicación.....	1151
4.3. Elaboración de los mensajes.....	1151
4.4. La importancia del lenguaje.....	1152
4.5. Adaptación del mensaje y elección del medio.....	1152
4.6. Transmisión de los mensajes.....	1153
4.7. Evaluación de la efectividad de la comunicación.....	1153
5. ¿CÓMO ATENDER A LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN?.....	1154
5.1. Preparación previa.....	1155
5.2. Concisión.....	1155
5.3. Solidez del planteamiento.....	1156
5.4. Análisis de las circunstancias y de los riesgos.....	1156
5.5. Actuaciones posteriores.....	1157
6. PREVENCIÓN Y RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS.....	1157
6.1. Empatía de la empresa.....	1157
6.2. La consulta como herramienta preventiva.....	1157
6.3. Saber escuchar.....	1158
6.4. Información objetiva sobre hechos relevantes.....	1158
6.5. Enfoque hacia el diálogo.....	1158
6.6. La mediación de terceros.....	1158
6.7. Reuniones y foros de comunicación.....	1158
6.8. Estrategia ante un proceso participativo.....	1159
7. ¿QUÉ HACER ANTE UNA SITUACIÓN DE CRISIS?.....	1159
7.1. Aplicación de los planes de actuación.....	1161
7.2. Elección de un portavoz.....	1161
7.3. Coordinación de los mensajes.....	1161
7.4. El problema de la controversia.....	1162
8. CONCLUSIÓN.....	1162
9. BIBLIOGRAFÍA.....	1162
CAPÍTULO 40. RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL, GOBERNANZA Y GESTIÓN MINERA SOSTENIBLE EN EL SECTOR DE LOS ÁRIDOS..... 1163	
1. INTRODUCCIÓN.....	1167
2. RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL.....	1168
2.1. Concepto.....	1168
2.2. Evolución.....	1169
2.3. Ámbito RSE.....	1169
2.3.1. Responsabilidad económica.....	1169
2.3.2. Responsabilidad social.....	1170
2.3.3. Responsabilidad medioambiental.....	1170
2.4. Criterios de medición de RSE.....	1170
2.5. Certificación de la RSE.....	1171
2.6. Otras acciones de Responsabilidad Social Empresarial.....	1172

3.	GOBERNANZA EN EL SECTOR DE LOS ÁRIDOS	1173
3.1.	Concepto	1173
3.2.	Transparencia	1174
3.3.	Compliance y código ético	1175
3.4.	Planes de cumplimiento normativo	1176
3.5.	Mapa de riesgos.....	1179
3.5.1.	Identificación de los riesgos.....	1179
3.5.2.	Criterios de evaluación de riesgos	1179
4.	GESTIÓN MINERA SOSTENIBLE.....	1180
4.1.	Concepto.....	1180
4.2.	Objetivos de Desarrollo Sostenible	1182
5.	BIBLIOGRAFÍA.....	1183

PARTE VI: GESTIÓN ECONÓMICA DE LAS EXPLOTACIONES DE ÁRIDOS

CAPÍTULO 41. ESTADOS FINANCIEROS, GESTIÓN ECONÓMICA, RIESGOS Y FISCALIDAD 1187

1.	INTRODUCCIÓN	1191
2.	ESTADOS FINANCIEROS	1191
2.1.	Historia de la contabilidad.....	1191
2.2.	Ámbito de aplicación de las fuentes de derecho contable.....	1192
2.3.	Estados Financieros. Composición	1192
2.3.1.	Balance.....	1192
2.3.2.	Cuenta de pérdidas y ganancias.....	1192
2.3.3.	Estado de flujo de efectivo.....	1194
2.3.4.	Memoria.....	1194
2.3.5.	Informe de gestión.....	1194
2.3.6.	Informe de auditoría.....	1195
2.4.	Estados Financieros. Principios contables....	1195
2.5.	Estados Financieros. Ratios	1196
2.6.	Estados Financieros. Análisis.....	1197
3.	CASH FLOW.....	1197
3.1.	Cash Flow. Definición.....	1197
3.2.	Cash Flow. Elementos de mejora.....	1198
3.2.1.	Mejora de la deuda de los clientes.....	1198
3.2.2.	Mejora de proveedores.....	1200
3.2.3.	Mejora del inventario (stock).....	1200
3.3.	Inversiones.....	1201
3.3.1.	Tipos de inversión	1201
3.3.2.	Método del Cash Flow descontado... ..	1202
3.3.3.	Coste de oportunidad	1202
3.3.4.	Cálculo del Coste medio ponderado de capital WACC	1202
4.	BALANCE SCORE CARD	1203
5.	IMPUESTOS	1204
5.1.	El Impuesto de Sociedades tras la reforma del año 2015	1204
5.2.	Impuesto de Sociedades, régimen de especial de incentivos fiscales para la pequeña empresa	1205
5.2.1.	Libertad de amortización	1205
5.2.2.	Amortización acelerada.....	1205

5.2.3.	Pérdida por deterioro de los créditos por posibles insolvencias de deudores.....	1206
5.2.4.	Reserva de nivelación	1206
5.2.5.	Libre amortización de bienes de escaso valor.....	1206
5.2.6.	Incentivos por reinversión	1206
5.3.	Incentivos fiscales a la minería.....	1206
5.3.1.	Libertad de amortización.....	1206
5.3.2.	Factor de agotamiento	1206
5.4.	Otros aspectos significativos del Impuesto de Sociedades.....	1207
5.4.1.	Fondos de Comercio.....	1207
5.4.2.	Provisión de insolvencias por deudas no cobradas	1207
5.4.3.	Deducciones por inversiones en I+D+i	1208
5.4.4.	Limitaciones por los gastos de atención a clientes y proveedores	1208
5.4.5.	Otras limitaciones de las deducciones	1208
6.	BIBLIOGRAFÍA	1209

CAPÍTULO 42. ESTIMACIÓN DE LOS COSTES DE CAPITAL Y OPERACIÓN1211

1.	INTRODUCCIÓN.....	1215
2.	TIPOS DE ESTIMACIÓN DE COSTES.....	1215
3.	MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE COSTES.....	1216
3.1.	Estimación de inversiones o costes de capital	1216
3.1.1.	Método de la Mesa Redonda	1217
3.1.2.	Método del Coste Unitario o Inversión Específica	1217
3.1.3.	Método del Índice de Facturación	1217
3.1.4.	Método del Ajuste Exponencial de la Capacidad	1218
3.1.5.	Coste de Equipos	1218
3.1.6.	Método del Índice de Coste	1219
3.1.7.	Método del Índice de Coste de Equipos	1220
3.1.8.	Método del Índice de Costes de Componentes.....	1220
3.1.9.	Estimación detallada.....	1221
3.1.10.	Imprevistos.....	1221
3.1.11.	Ingeniería	1221
3.2.	Estimación de los costes de operación	1221
3.2.1.	Costes directos.....	1221
3.2.2.	Costes indirectos	1222
3.2.3.	Costes generales.....	1222
3.2.4.	Método del Proyecto Similar	1222
3.2.5.	Método de la Relación Coste-Capacidad	1223
3.2.6.	Método de los Componentes del Coste	1223
3.2.7.	Método del Coste Detallado	1223
3.2.8.	Imprevistos.....	1229
4.	VALOR DEL STOCK	1230
4.1.	Cálculo del valor del stock en las plantas de tratamiento de áridos.....	1230

5. BIBLIOGRAFÍA.....	1232
----------------------	------

CAPÍTULO 43. ANÁLISIS ECONÓMICO DE PROYECTOS DE INVERSIÓN..... 1235

1. INTRODUCCIÓN.....	1237
2. EL CONCEPTO DE INVERSIÓN EN LA EMPRESA.....	1237
3. EL PERFIL DE UN PROYECTO DE INVERSIÓN..	1238
3.1. Movimiento de fondos del proyecto	1238
3.1.1. Flujo de caja o Cash-Flow	1238
3.1.2. Fondos absorbidos.....	1240
3.1.3. Fondos generados.....	1240
3.1.4. Valor residual.....	1241
3.1.5. EBIT y EBITDA.....	1241
3.2. Dimensión del proyecto	1243
3.3. Horizonte temporal.....	1243
4. FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS INGRESOS.....	1243
4.1. Factores técnicos que influyen en la producción	1243
4.1.1. Recuperación y ensuciamiento.....	1243
4.1.2. Pérdidas en el tratamiento de áridos.....	1243
4.1.3. Pérdidas en la manipulación y transporte	1244
5. VALOR DE LOS PRODUCTOS.....	1244
6. MÉTODOS DE AMORTIZACIÓN.....	1244
6.1. Método lineal o de cuota fijas	1244
6.2. Método de la unidad de producción.....	1245
6.3. Método decreciente lineal.....	1245
6.4. Método del doble saldo decreciente.....	1245
6.5. Método de los números dígitos	1246
7. COSTES DE OPORTUNIDAD	1246
8. RÉGIMEN FISCAL DE LOS PROYECTOS MINEROS.....	1247
8.1. El Factor Agotamiento	1247
8.1.1. Concepto de naturaleza.....	1247
8.1.2. Finalidad	1248
8.1.3. Cuantía.....	1248
8.1.4. Requisitos.....	1248
8.1.5. Inversión de las dotaciones.....	1249
8.1.6. Incompatibilidad.....	1249
9. ANÁLISIS ECONÓMICO DE PROYECTOS DE INVERSIÓN.....	1249
10. VALOR TEMPORAL DEL DINERO	1249
10.1. Factores de actualización.....	1250
10.2. Tasas de actualización	1250
11. CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	1251
11.1. Estáticos.....	1251
11.1.1. Periodo de retorno (PR)	1251
11.1.2. Rendimiento de la inversión	1253
11.2. Métodos dinámicos.....	1254
11.2.1. Valor Actualizado Neto (VAN).....	1254
11.2.2. Tasa de Rentabilidad Interna (TRI).....	1255
11.2.3. Ratio de Valor Actual (RVA)	1258

12. ANÁLISIS SISTEMÁTICO DE INVERSIONES.....	1261
12.1. Análisis de inversiones mutuamente excluyentes	1261
12.2. Análisis de inversiones no excluyentes mutuamente	1262
13. TRATAMIENTO DE LA INFLACIÓN.....	1262
14. ANÁLISIS DEL RIESGO EN PROYECTOS MINEROS.....	1262
14.1. Variables que aportan riesgo e incertidumbre	1262
14.1.1. Variables vinculadas al yacimiento.....	1263
14.1.2. Variables vinculadas a la operación minera	1263
14.1.3. Variables vinculadas al mercado y al contexto exterior	1264
14.2. Análisis de sensibilidad.....	1264
14.3. Análisis del riesgo	1265
14.3.1. Método de Montecarlo.....	1265
15. BIBLIOGRAFÍA.....	1267

CAPÍTULO 44. INTRODUCCIÓN A LA OPTIMIZACIÓN DE EXPLOTACIONES DE ÁRIDOS 1269

1. INTRODUCCIÓN.....	1271
2. METODOLOGÍA DE LA OPTIMIZACIÓN	1272
2.1. Metodología presente en aspectos económicos	1272
2.1.1. Cuenta de resultados.....	1273
2.2. Metodología presente en aspectos sociales y ambientales.....	1279
3. INDICADORES KPI.....	1280
3.1. Indicadores de producción / económicos en una explotación de áridos.....	1280
3.1.1. Capacidad.....	1281
3.1.2. Disponibilidad, indisponibilidad, factor de utilización	1281
3.1.3. Optimización derivada de la utilización conjunta de los indicadores de capacidad y disponibilidad.....	1283
3.1.4. Productividad del personal	1286
3.1.5. Eficiencia energética	1286
3.1.6. Alimentación y ritmo de producción	1286
3.1.7. Gestión de órdenes de trabajo.....	1287
3.1.8. Mantenimiento.....	1288
3.1.9. Gestión de almacén y compras.....	1288
3.1.10. Eficiencia de cumplimentación de pedidos	1289
3.1.11. Tiempo medio de recepción de pedidos	1289
3.1.12. Calidad.....	1289
3.1.13. Costes de reparación y mantenimiento	1289
3.1.14. Transporte en expedición.....	1290
3.1.15. Cobro y pago, PMC y PMP.....	1290
3.2. Indicadores sociales y ambientales.....	1290
4. CUADRO DE MANDOS OPERATIVO.....	1291
5. BIBLIOGRAFÍA.....	1292

CAPÍTULO 45. RECOMENDACIONES PARA OPTIMIZACIÓN DE EXPLOTACIONES DE ÁRIDOS 1293

1. INTRODUCCIÓN.....	1295
2. OPTIMIZACIÓN DE LAS ÁREAS DEL PROCESO PRODUCTIVO	1295
2.1. Accesos	1296
2.2. Reservas	1297
2.3. Perforación y voladura / arranque	1297
2.4. Carga y transporte de materia prima.....	1298
2.5. Rehabilitación.....	1299
2.6. Trituración, clasificación y lavado	1299
2.7. Almacenamiento.....	1300
3. IMPLANTACIÓN DE SOLUCIONES TÉCNICAS	1302
3.1. Tecnologías de información y comunicación – TIC	1302
3.2. Inteligencia artificial, Big Data, Machine Learning, Internet de las Cosas, Blockchain y BIM	1302
3.3. Automatización y robótica	1303
3.4. Sistemas de gestión integral de la planta	1303
3.5. Sistemas de pesaje automatizado	1304
3.6. Software técnico avanzado	1304
3.6.1. Software de optimización de la gestión de la planta de tratamiento.....	1304
3.6.2. Software de gestión comercial y administrativa de productos a granel.....	1304
3.6.3. Software de gestión de mantenimiento preventivo y predictivo.....	1304
3.6.4. Software de gestión de calidad de producto	1304
3.6.5. Software de gestión medioambiental	1304
3.6.6. Otros softwares de gestión de la explotación	1305

3.7. Sistemas de gestión de flotas	1305
3.8. Análisis de Calidad – Innovación de los productos	1305
3.9. Drones y sistemas de información geográfica	1305
3.10. Sistemas de aseguramiento de la trazabilidad del árido	1306
4. IMPLANTACIÓN DE SOLUCIONES ORGANIZATIVAS.....	1306
4.1. Implantación y seguimiento de procedimientos organizativos	1306
4.2. Análisis de productividad. Lean Six Sigma.....	1307
4.2.1. Lean Six Sigma	1307
4.3. Análisis de opciones de mejora tecnológica del proceso productivo	1309
4.4. Implantación y gestión de Key Process Indicators (Indicadores Clave del Proceso) – KPI.....	1309
4.5. Cambio o mejora del enfoque de negocio. Orientación al servicio integral al cliente	1309
4.6. Diagnóstico de la gestión de la eficiencia energética, del uso de los recursos y del MA.....	1310
4.7. Implementación de otros sistemas de gestión	1310
5. BIBLIOGRAFÍA	1310

ANEXOS

ANEXOS	1311
ANEXO I: UNIDADES.....	1313
1. UNIDADES FUNDAMENTALES Y DERIVADAS DEL SISTEMA INTERNACIONAL S.I.....	1313
2. MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS.....	1313
3. CONVERSIÓN DE UNIDADES DE MEDIDA	1314
ANEXO II: NORMAS.....	1315