UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MINERA, GEOLÓGICA Y
CARTOGRÁFICA**

TESIS DOCTORAL

**DIANÓSTICO TECNOLÓGICO
DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y
SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA**

DIRECTOR:
EMILIO TRIGUEROS TORNERO

MARCOS A. MARTÍNEZ SEGURA
2009

*A Maria José y Alejandro
por el tiempo robado,
y a mis padres.....*

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección General de Industria, Energía y Minas, perteneciente a la Consejería de Economía e Innovación de la Región de Murcia por facilitarme el acceso a los datos de las canteras y por la confianza depositada en nuestra Universidad, gracias a la cual, se ha podido desarrollar un trabajo de investigación como éste.

A las siguientes empresas que nos han mostrado desinteresadamente sus instalaciones y nos han recibido con un trato excelente:

Antonio Serrano Aznar S. L.; Áridos Abanilla, S. L.; Áridos Cutillas, S. A.; Áridos del Mediterráneo, S. A.; Áridos el Canton, S. A.; Áridos Starmis S. A.; Áridos Torralba hermanos, S. A.; Áridos y Hormigones Sanchez de la Cruz, S. L.; Áridos y Prefabricados Barinas, S. L.; Áridos y Premezclados, S. A.; Cabezo Bermejo, S. A.; Cau Confort, S. L.; Excavaciones, Voladuras y Obras, S. L.; Finca Hoyo Montero, S. L.; Fulsan, S. A.; Gonzalez Soto, S. A.; Hanson Hispania, S. A.; Hermanos Gonzalez Lucas, S. A.; Hermanos Saturno, S. L.; Holcim Áridos, S. L.; Hormigones Plazas y Saura, S. A.; Los Morenos de la Tejera, S. L.; Los Palmeros, S. A.; Pórfidos del Mediterráneo, S. A.; Pórfidos Internacionales de Alhama, S. L.; Transportes Cucaleras, S. A.; Triturados Espin y Espin, S. L.; Triturados Fuente Álamo, S. L., Triturados Jumilla, S. A.

A mis compañeros del Grupo de Investigación Geomex por su generosa colaboración y a D. Antonio Ros Esteban por su valiosa aportación e implicación.

RESUMEN

El sector de los áridos se ha consolidado como el mayor sector extractivo no energético de la Unión Europea, llegando a alcanzar, en España, el 85,8 % de la producción minera para el año 2006. Los altos niveles de producción han provocado una metamorfosis de las empresas y una excepcional evolución de sus medios técnicos y humanos. Además, han aumentado las exigencias medioambientales, de seguridad, de calidad de los productos, así como, la presión social sobre las canteras, reflejo de la competencia por el uso del suelo.

Con este trabajo de investigación se pretende elaborar un sistema de evaluación del nivel tecnológico del sector de los áridos, con una valoración, que tenga en cuenta todos los aspectos que afectan a las canteras y que pueda ser aplicado a una explotación, o a un conjunto de ellas, pertenecientes a un territorio concreto.

La metodología se ha puesto a punto mediante el estudio de 50 canteras, que representan más del 90% de las explotaciones activas de áridos de la Región de Murcia, lo que ha permitido hacer una síntesis de los principales parámetros que definen a una cantera y su planta de tratamiento.

El cálculo, además, de la producción y del consumo de las diferentes comarcas del territorio ha permitido: discriminar la relevancia de las explotaciones que forman parte del estudio, determinar la eficiencia de los procesos llevados a cabo en dichas explotaciones, y desarrollar un modelo económico para el conocimiento de la rentabilidad y de la importancia de la empresa en su entorno social.

El estado tecnológico se ha determinado comparando los parámetros característicos de cada explotación, con una cantera de referencia (benchmark). Para ello, se ha creado una herramienta de benchmarking, denominada matriz de

DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.
Tesis: Resumen

evaluación de canteras (mECA), que trata de comprobar el grado de implantación de las mejores técnicas disponibles, para cada uno de los aspectos evaluados.

En ese momento quedan ya cubiertos los objetivos metodológicos, disponiendo de un procedimiento que permite realizar un diagnóstico tecnológico de una cantera de áridos. La organización posterior de los resultados, obtenidos al aplicar esta matriz, han permitido la obtención de conclusiones relacionadas con el estado tecnológico y, como finalización del Diagnóstico Tecnológico, se ha elaborado un análisis DAFO, debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades del sector, que es la base fundamental para la elaboración de un Plan de Actuación Tecnológica.

SUMMARY

In recent years the extraction of aggregates has become the dominant mining activity in Europe, representing over 85% of mining production in Spain in 2006. This has necessarily led to a significant evolution in human and technical resources with increasing attention being paid to environmental, workplace safety, social impact and product quality requirements.

In this research we propose an assessment scheme for the technological capability in the aggregates sector taking an overview of aspects applicable from one quarry to a group of quarries within a large region. A methodology has been developed within a study of over 50 aggregates production quarries in the region of Murcia, covering technical aspects of both excavation and processing. This represents over 90% of production in the region.

Analysis of the production and consumption of aggregates within the region has provided an evaluation of the relative efficiencies of particular quarries and their environmental impact. This has been undertaken in comparison with a benchmark quarry. A benchmarking tool has been developed – “Quarries Valuation Matrix (mECA)” whose objective is to identify the appropriate level of technological improvement suitable for each evaluated quarry.

At this stage the methodology is established and we have the capability to assess the technical needs of any particular quarry using mECA. Once the specific evaluations have been completed within Murcia the results will be organised to permit a SWOT analysis (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats) supporting an Enhanced Technological Plan for the region.

The methodology will be applicable generally to other regions and countries.

ÍNDICES

Índice General

1.	ANTECEDENTES	11
2.	OBJETIVOS	17
3.	METODOLOGÍA	21
4.	ESTADO DEL ARTE	27
5.	CONSUMO	77
5.1	Introducción	77
5.2	Importancia del Sector de los Áridos dentro del Sector Industrial en la Región de Murcia.....	77
5.3	Características del Mercado del Árido en Murcia.....	78
5.4	El Cálculo del Consumo Global de Áridos en la Región de Murcia.....	79
5.5	Características del consumo de Áridos en la Región de Murcia	81
5.6	Reservas de Áridos en la Región de Murcia	86
6.	PRODUCCIÓN.....	91
6.1	Introducción	91
6.2	Cálculo de La Producción	94
6.2.1	Hipótesis 1. Producción según Proyectos de Voladura	95
6.2.2	Hipótesis 2. Producción en base al Consumo de Explosivo	96
6.2.3	Hipótesis 3. Producción según la Capacidad de Carga y Transporte	98
6.2.4	Hipótesis 4. Producción en Planta. Máxima Capacidad.....	101
6.2.5	Hipótesis 5. Producción en Planta. Condiciones Normales	104
6.2.6	Hipótesis 6. Producción en Planta. Máximo Consumo Eléctrico...	105
6.2.7	Hipótesis 7. Producción en Planta. Consumo Eléctrico Normal....	107
6.2.8	Hipótesis 8. Producción Reflejada en los Planes de Labores.....	108
6.2.9	Cálculo de la Producción por Cantera.	108
6.3	Estimación del Coste	117
6.3.1	Estructura y Organización de los Costes	119
6.3.2	Procedimiento de trabajo	120
6.3.2.1	La herramienta informática	120
6.3.2.2	Perforación y Voladura	121
6.3.2.3	Carga y Transporte.....	122

6.3.2.4	Planta de Trituración y Clasificación.....	124
6.3.2.5	Coste de Restauración y Gabinete	124
6.3.2.6	Costes Parciales y Totales	125
6.3.2.7	Estudio de Rentabilidad	126
7.	DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO.....	131
7.1	Inventario de Maquinaria.....	131
7.2	Matriz de Evaluación de Canteras de Áridos (mECA).....	136
7.2.1	Introducción	136
7.2.2	Manejo de la mECA	139
7.2.3	Procedimiento de Valoración y Recorrido Horizontal por la mECA....	141
7.2.4	Importancia e influencia de los indicadores	145
7.2.5	Importancia de las Evaluaciones parciales en el Global. Recorrido Vertical	146
7.2.6	Cálculo del índice mECA	148
7.3	Procedimiento de Evaluación y Resultados	149
7.3.1	Descripción de la Cantera Tipo de la CARM	150
7.3.1.1	Características Técnicas.....	150
7.3.1.2	Valoración Medioambiental.....	160
7.3.1.3	Valoración en Seguridad.....	165
7.3.1.4	Valoración en Calidad.....	168
7.3.1.5	Valoración Socio-económica.	173
7.3.2	Resultados Globales índice mECA.....	175
7.4	Análisis DAFO.....	180
8.	CONCLUSIONES	189
9.	FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	199
10.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	203
	ANEXO I. FICHAS TÉCNICAS DE LAS CANTERAS SELECCIONADAS	219
	ANEXO II. MATRIZ mECA	285
	ANEXO III. MODELO ECONÓMICO	305

Índice de Figuras

Figura 1-1. Estudios necesarios para la Ordenación Minero Ambiental.....	12
Figura 4-1.- Explotación descendente con sistema tradicional de carga con pala y transporte con volquete.....	40
Figura 4-2.- Explotación descendente con sistema chimenea galería.	42
Figura 4-3.- Sistema de carga con pala y transporte con chimenea galería y pozo de extracción.....	44
Figura 4-4.- Cantera de Campazar S.A. Mondragón (Guipúzcoa). A. (sup_izq.) Sistema de ventilación y entrada a la galería piloto. B. (sup. Dcha.) Interior de la galería piloto. C(inf. Izq.) Sistema de explotación por cámaras y pilares. D. (inf. Dcha.). Sección de avance.....	45
Figura 4-5.- Comparación de las distintas clasificaciones en términos de resistencia.	47
Figura 4-6.-Sistema RCS. (Cortesía Atlas Copco).	50
Figura 4-7.-Evolución histórica de los distintos equipos de perforación. (Cortesía Sandvik).	51
Figura 4-8.- Métodos y aplicaciones de los distintos equipos de perforación. (Cortesía Sandvik).....	51
Figura 4-9. Rendimiento de las máquinas Surface Miner para rocas de diferentes resistencias a compresión (Cortesía Wirtgen Group).....	57
Figura 4-10.- Control automático de elementos de la planta. Izq. Control de llenado de silos. Drcha. Control de molinos.	63
Figura 4-11.- Sistemas de gestión de producto acabado. Izq. Báscula de entrada de explotación. Drcha. Control de carga instalado en la caja del camión.	63
Figura 4-12.- Sistemas de Gestión Integrados. (Cortesía LRQA).	66
Figura 4-13.-Ansoff Matrix.	73
Figura 4-14.- TOWS Matrix.	74
Figura 5-1. Situación Centrales de Hormigón en 2.005, Región de Murcia.....	83
Figura 5-2. Situación de Empresas de Prefabricados en 2.005, Región de Murcia.	84
Figura 5-3. Producción de áridos calizos por Municipios, Región de Murcia.	87
Figura 6-1. Producción Europea de Árido 2.006 por Países.	91

Figura 6-2. Porcentaje de la producción (t) regional por sustancias para año 2.006. (Dirección General de Industria, Energía y Minas, Servicio de Minas).....	93
Figura 6-3. Parámetros Típicos de Voladura en Banco.....	96
Figura 6-4. Relación entre el trinomio Explosivo, Fragmentación y Volumen a Extraer.....	97
Figura 6-5. Esquema típico de planta de trituración en el sector del árido en la RM.	102
Figura 6-6. Curva granulométrica aportada por el modelo Kuz-Ram.	112
Figura 6-7. Procedimiento para la estimación de la producción.....	114
Figura 6-8. Porcentaje de explotaciones de la Región de Murcia en función de la producción de árido.....	116
Figura 6-9. Costes Parciales de Operación y Restauración.....	125
Figura 6-10. Costes por Etapa y Restauración.....	126
Figura 7-1. Número de equipos por fabricantes presentes en las canteras evaluadas.....	133
Figura 7-2. Número de equipos clasificados por la etapa en la que trabajan y por fabricante.....	134
Figura 7-3. Porcentaje de equipos primarios clasificados por fabricante.	135
Figura 7-4. Porcentaje de equipos secundarios clasificados por fabricante.....	135
Figura 7-5. Porcentaje de equipos terciarios clasificados por fabricante.....	136
Figura 7-6. Una parte de la mECA en la que se valoran técnicamente (primera columna) aspectos del frente de la cantera (primer conjunto de filas).	140
Figura 7-7. Parte de la mECA en la que se valoran medioambientalmente y en relación con la seguridad (segunda columna) aspectos del frente de la cantera (primer conjunto de filas).	143
Figura 7-8. Parte de la mECA en la que se valoran a nivel socioeconómico (tercera columna) las características del frente de la cantera (primer conjunto de filas).....	143
Figura 7-9. El recorrido horizontal por la mECA nos permite realizar un primer análisis de una zona o actividad de la cantera.	144
Figura 7-10. Importancia de las variables o indicadores según la evaluación técnica.....	146
Figura 7-11. El recorrido en vertical de la matriz ECA permite un análisis parcial de los criterios de evaluación.	147

Figura 7-12. Análisis de la matriz ECA reflejando la importancia de los criterios de evaluación.	147
Figura 7-13. Resultados Globales, Índice mECA	149
Figura 7-14. Distribución de los Sistemas de Arranque en la CARM.	152
Figura 7-15. Distribución por tipo de Martillo, por Diámetros de Perforación y por Perforación Específica.	152
Figura 7-16. Relación entre los diámetros de perforación y la perforación específica.	154
Figura 7-17. Sistemas de iniciación de voladuras empleado en las canteras. ...	155
Figura 7-18. Consumo Específico y Tipo de explosivo utilizado.....	155
Figura 7-19. Porcentaje de los distintos sistemas de carga y transporte utilizados en las canteras evaluadas.....	157
Figura 7-20. Imagen digital de una planta de tratamiento y clasificación de áridos.	159
Figura 7-21. Porcentaje de los diversos esquemas analizados teniendo en cuenta los molinos por fase.	159
Figura 7-22. Sistemas de Eliminación de Polvo en Cantera.	163
Figura 7-23. Sistemas de Seguridad Evaluados en Cintas Transportadoras.	167
Figura 7-24. Estado de las Instalaciones en Planta de Tratamiento y Clasificación.	168
Figura 7-25. Accidentes Graves y Mortales en la Minería Murciana. Periodo 2.003-2.006.	174
Figura 7-26. Porcentajes alcanzados para cada uno de los aspectos suponiendo igual importancia para todas ellas.	176
Figura 7-27. Índice mECA de las explotaciones evaluadas.	177
Figura 7-28. Histograma del Porcentaje de Evaluación Técnica realizado a las empresas.....	178
Figura 7-29. Histograma del Porcentaje de Evaluación MA-SEG realizado a las empresas.....	179
Figura 7-30. Histograma del Porcentaje de Evaluación SOCIO-ECONOMICA realizado a las empresas.....	179
Figura 7-31. Histograma del Porcentaje de Evaluación del índice mECA realizado a las explotaciones.....	180

Índice de Tablas

Tabla 4-1.- Rendimientos de la rozadora AHM 105 ICUTROC. (Cortesía Sandvik).	56
Tabla 5-1. Variación del Consumo de Áridos en relación con el Consumo Absoluto de Cemento, en la Región de Murcia.	80
Tabla 5-2. Instalaciones de Elaboración de Hormigón y Prefabricados en 2.005, Región de Murcia.	81
Tabla 5-3. Tipos y usos del árido consumido en 2005, Región de Murcia.	85
Tabla 5-4. Producción y Reservas de áridos en la Región de Murcia.	88
Tabla 5-5. Consumo, Producción y Exportación de áridos en la Región de Murcia.	88
Tabla 6-1. Horarios semanales para obtener la máxima capacidad de producción de la planta.	104
Tabla 6-2. Horarios semanales para obtener la capacidad de producción de la planta.	105
Tabla 6-3. Producción total regional obtenida para cada hipótesis de cálculo. ...	115
Tabla 7-1. Tipos de Acopio Intermedio entre Primario y Secundario.	158
Tabla 7-2. Consumos de agua, dependiendo de los equipos utilizados, para una planta de 250 t/h de capacidad, con un 36% de árido grueso, un 60% de arena y un 4% de finos.	164
Tabla 7-3. Normas Armonizadas.	169
Tabla 7-4. Porcentaje de Mercado CE y Entidades de Certificación.	170
Tabla 7-5. Porcentaje de empresas con certificaciones según norma armonizada.	170
Tabla 7-6. Porcentaje de empresas con certificaciones para UNE-EN 12620 por granulometría.	171
Tabla 7-7. Porcentaje de empresas con certificaciones para UNE-EN 13139 por granulometría.	172
Tabla 7-8. Porcentaje de Sistemas de Gestión.	173
Tabla 7-9. Datos se las explotaciones mineras de CARM por sustancias para el año 2.006. (Dirección General de Industria, Energía y Minas, Servicio de Minas).	175
Tabla 7-10. Resumen porcentajes por evaluaciones e índice mECA.	178

Tabla 10-1. Matriz de Evaluación de Canteras de Áridos.	285
Tabla 10-2. Resultados Cantera Evaluada.....	290
Tabla 10-3. Criterios de Evaluación.	291

Índice de Fotografías

Foto 4-1.- Revegetación de las bermas por medio de pinos.	36
Foto 4-2.- Método de Explotación en banqueo en ladera con dirección de avance ascendente.....	37
Foto 4-3.- Método de Explotación en banqueo en Hueco Troncocónico.....	38
Foto 4-4.- Transporte de árido en una corta.....	39
Foto 4-5.- Cantera Arriberri S.L., Cementos Lemona. Orozco (País Vasco). Vista exterior de la galería (Izq.). Material depositado en la parte inferior de la chimenea (Drch.).	43
Foto 4-6. Nuevos Minipol según los criterios de la norma UNE-EN 1143-1.....	52
Foto 4-7. Cápsula del detonador electrónico. (Cortesía Maxam).	53
Foto 4-8. Producto pirotécnico Pyroc.	54
Foto 4-9.- Rozadora AHM 105 ICUTROC. (Cortesía Voest-Alpine Bergtechnik).	55
Foto 4-10. Equipo Surface Miner 2200 SM en cantera de caliza (Cortesía Wirtgen Group).	56
Foto 4-11. Tambor de corte para una máquina Surface Miner 4200 SM (Cortesía Wirtgen Group).....	57
Foto 4-12. Sistemas de Control de Carga en una Pala Cargadora.	59
Foto 4-13.- Sistema de transporte por cinta transportadora en Swiden Quarry (Cortesía Tarmac).	59
Foto 4-14. Montaje de una planta de tratamiento de árido diseñada el objetivo de reducción del polvo y ruido. Cantera Arenas Forna (Alicante).	60
Foto 4-15. Equipo Electrostático HX410 para supresión de polvo. (Cortesía Sandvik)	61
Foto 4-16.- Caja de volquete llena de niebla antes de producirse la descarga (Cortesía DSI).	62
Foto 7-1. Método de Explotación en Ladera. Sentido de avance ascendente. ...	151

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES

1. ANTECEDENTES

El *Árido* es un producto mineral básico, que se emplea en grandes cantidades, siendo un elemento imprescindible para la actividad de la construcción y la obra civil. Su actividad extractiva necesita la ocupación temporal del suelo, y la actual competencia por el uso de este, hace cada vez más complicado el desarrollo de esta actividad. La Administración debe garantizar el suministro de sustancias minerales, y sobre todo aquellas que, como el árido, tienen un marcado componente autóctono. Por este motivo, y puesto que, dispone de las competencias para ello, se deben habilitar las medidas normativas necesarias para armonizar la actividad extractiva con el resto de actividades. El dejar de hacerlo, puede conducir a situaciones de carencia, con desequilibrios en la oferta que ocasionen una anormal evolución de los precios y un deterioro de la capacidad de todo el Sector Industrial vinculado con esta actividad.

La Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, ha demostrado una gran inquietud por el uso de sus recursos minerales. A través de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, perteneciente a la Consejería de Economía e Innovación, ha impulsado una serie de estudios para garantizar el abastecimiento sostenible de sus necesidades de áridos y la producción sostenible de rocas ornamentales e industriales. En concreto, en el caso de los áridos, se suscribió un Convenio con el Departamento de Ingeniería Minera, Geológica y Cartográfica de la Universidad Politécnica de Cartagena, en el que también intervino el Centro Tecnológico de la Construcción y la asociación regional de los áridos en la Región de Murcia (AFAREM), para realizar una batería de estudios con la finalidad de conseguir una “**Ordenación del Sector de los Áridos en la Región de Murcia**”. Se incluyeron, entre otros trabajos, la investigación minera de los recursos, la situación territorial de los mismos, la evolución espacial de los consumos y el diagnóstico tecnológico de los procedimientos de extracción y fabricación.

Se planteó una metodología de análisis innovadora a la Ordenación de los Recursos Mineros, con el deseo, también, de identificar y fomentar las mejoras tecnológicas del sector del árido, en un acercamiento de las actividades investigadoras a las necesidades de dicho Sector. Se pretendía, además, aprovechar la relación establecida a lo largo de los trabajos, entre los Centros de Investigación y Tecnológicos, con los técnicos, las empresas, y la administración para la consecución de un cauce de información y conocimiento estable, necesario para la identificación, formulación y solución de los problemas: Universidad - Centros Tecnológicos – Técnicos – Empresarios – Administración.

Figura 1-1. Estudios necesarios para la Ordenación Minero Ambiental.

En el marco de este ambicioso Plan de Trabajos que se desprende de la figura 1-1, se deseaba conocer, no solo el balance oferta-demanda, sino también, cual es el grado de tecnificación del sector y en que condiciones se produce el árido. Para tal fin, se preparó una metodología que permitiera el Diagnóstico Tecnológico del

DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.	
Tesis: Antecedentes	Pág. 13

Sector Extractivo y se validó con su aplicación a la Región de Murcia. Dicha metodología, sus resultados y conclusiones son los que se muestran en el presente trabajo de investigación.

CAPÍTULO 2. OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

Los objetivos fundamentales de este trabajo de investigación son dos: la creación de **una Metodología para el desarrollo de un Diagnóstico Tecnológico del Sector Extractivo de los Áridos** aplicable a un ámbito territorial definido y **la aplicación del modelo teórico al Sector de los Áridos de la Región de Murcia**, con el propósito de ajustar y corroborar la bondad de dicha metodología. Esto permitirá disponer de un procedimiento de análisis tipo DAFO (debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) ajustado para el fin concreto, y deducir las estrategias a aplicar para la innovación del sector.

Para el primer objetivo es necesario preparar una herramienta que facilite la ejecución de dicho diagnóstico. Ésta debe asumir, como principios básicos, aquellos que emanan de los criterios establecidos por los **Sistemas de Gestión Integrados**, incorporando, además, valores técnicos y socioeconómicos normalmente no contemplados por éstos. Con su uso, se persigue la evaluación global de las explotaciones, mediante la emisión de un valor representativo y único que indique la situación tecnológica de la empresa en el marco actual. Para su desarrollo se empleará la técnica de “Benchmarking” (punto de referencia) identificando las Mejores Técnicas Disponibles presentes en la actualidad y comprobando, mediante comparativos, el grado de implantación de éstas en las empresas del sector.

El **ámbito de estudio** del presente trabajo abarca la mayor parte de explotaciones de áridos activas de la Comunidad Autónoma. La selección y/o exclusión de las canteras se ha llevado a cabo por criterios de importancia estratégica en las zonas de consumo y por criterios de producción, estableciendo un valor mínimo de ésta para incorporarlas al estudio. Con el fin de comparar los resultados y disponer de mayor criterio a la hora de desarrollar la metodología se han visitado explotaciones externas a la región, tanto nacionales como europeas.

El camino para alcanzar los objetivos generales señalados en el primer párrafo de este capítulo, pasa por obtener una serie de **objetivos específicos**, que aún no siendo de carácter primordial para la elaboración del diagnóstico tecnológico, contribuyen a mejorar la adaptación del modelo a la realidad. Son los que se mencionan a continuación:

- El estudio del **Consumo** en el área de aplicación resalta en un primer momento la importancia de las canteras en su entorno, derivando en la inclusión o no de las mismas en el trabajo de investigación. Un conocimiento ajustado y realista de éste puede aportar un conocimiento del carácter exportador o importador, de ésta materia prima, por parte de la entidad territorial estudiada, estableciendo cuales son los flujos de material en un sentido o en otro.
- Para el desarrollo de una metodología eficaz es esencial conocer de manera exhaustiva las etapas, los procedimientos, los equipos y los recursos del sector, conjunto de rasgos que constituyen la idiosincrasia del colectivo. El proceso elegido para ello se apoya en el cálculo de la capacidad de **Producción** de las explotaciones, cuestión fundamental que permite el ajuste de las diferentes operaciones en cantera.
- La aplicación de la contabilidad analítica permite el cálculo de los **Costes** por tonelada producida, lo que identifica el correcto aprovechamiento de los recursos energéticos, así como, la eficiente utilización de las mejores técnicas disponibles en la actualidad.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

<p style="text-align: center;">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
Tesis: Metodología	Pág. 21

3. METODOLOGÍA

El escaso valor económico del producto, y unas producciones de escasa magnitud, si los comparamos con los de la minería metálica, han hecho que el sector de los áridos haya sido considerado tradicionalmente, dentro del ámbito de actuación de la minería, como **“pequeña minería”**. Sin embargo, en la última década ha experimentado un crecimiento espectacular, no solo, desde el punto de vista productivo, motivado por el aumento del consumo, sino por los importantes cambios en el marco legislativo y administrativo.

El **aumento de la demanda** ha supuesto un desarrollo de las explotaciones para hacer frente a ésta, una mayor tecnificación del sector; mejores equipos, más técnicos y trabajadores más cualificados, transformado la dimensión habitual desde pequeñas empresas hacia medianas y grandes corporaciones. Paralelamente a esta situación, se ha producido **un incremento de normativa** en materia de prevención de riesgos laborales, calidad y medioambiente, que ha provocado la aparición de sistemas para la gestión de estas materias, con el objetivo de facilitar a la empresa su control y aplicación.

Partiendo del hecho de que no existe una metodología universal para la realización de un Diagnóstico Tecnológico, el presente trabajo se basa, como ya se citó en los objetivos, en un conocimiento profundo de las canteras de áridos como medio para optimizar la metodología, así como, de las mejores técnicas disponibles (MTD's) realizando un ejercicio de benchmarking para responder a la numerosa normativa, y a la nuevas, y cada vez más importantes, exigencias por parte de la sociedad en materia socioeconómica, medioambiental, en seguridad y en la calidad de los productos, todo ello sin perder la perspectiva de que sean económicamente viables. El proceso metodológico, se ha planteado en una serie de etapas, distribuidas secuencialmente de la siguiente forma:

- **Recogida y organización de la información previa** de todas las canteras que actualmente están desarrollando su actividad en el Comunidad Autónoma. La recopilación y la revisión de los documentos técnicos de explotación: planes de labores, proyectos de voladura, planes de restauración y documentos de seguridad y salud.
- **Estudio del consumo.** En primer lugar se utilizan, de forma crítica, con las oportunas comprobaciones, las publicaciones estadísticas y memorias anuales procedentes de instituciones públicas y asociaciones empresariales, en las que figuren datos y resultados relevantes para el estudio. Seguidamente se ajusta el procedimiento de cálculo comprobando, con parámetros de control, la bondad de los resultados. Al final, se pueden identificar las zonas suministradoras y demandantes.
- Llegado a este punto, se está en disposición de **seleccionar**, de una manera razonada, **el conjunto de explotaciones** que van a formar parte del estudio, mediante criterios relacionados con la magnitud de la producción (planes de labores) y con la importancia estratégica de la explotación en su radio de influencia.
- Tras un análisis de los posibles datos, se prepara un **cuestionario**, lo más exhaustivo posible, con objeto de identificar todos los aspectos de la cantera que pueden y deben ser evaluados: aspectos técnicos, sociales, económicos, medioambientales, etc.
- **Toma de datos “In situ”.** Se visitan las canteras seleccionadas con varios objetivos: comprobar la información que se ha recogido en la fase preliminar y completar, en caso necesario y con ayuda de los técnicos, aquellos datos ó aspectos que no aparecen en la documentación analizada y que son importantes para el estudio. En la preparación de la visita, se contacta con **Empresarios y Directores Facultativos** de las

explotaciones, con el fin de conseguir su colaboración, explicándoles el objetivo de nuestro trabajo y en qué consiste la toma de datos que se va a desarrollar en sus instalaciones. Esta etapa, fundamental para el resultado final del trabajo de investigación, aporta una imagen real del sector incluyendo multitud de aspectos esenciales que difícilmente pueden ser plasmados en la documentación, como procedimientos, estado de los equipos, nivel de restauración, impacto visual, etc.

- Para discernir el estado tecnológico de las explotaciones, se hace imprescindible la obtención de una **cantera de referencia** (benchmark), la cual sirva como patrón para comparar con cada una de las canteras evaluadas. Este patrón de referencia, se consigue con el estudio de las mejores técnicas disponibles en la actualidad y con su grado de aplicación en explotaciones externas a la región analizada. En nuestro caso, se ha llevado a cabo la toma de datos en **13 explotaciones preseleccionadas, 10 españolas y 3 europeas**, situadas estas últimas en Francia, Inglaterra y Alemania, respectivamente.
- **Estudio de la producción.** Una vez finalizada la fase de toma de datos, tanto documental como “in situ”, se procede a la fase de evaluación y cálculos. La necesidad de conocer parámetros como los costes de producción, el ahorro energético, los consumos de explosivo, etc. ha exigido el cálculo de las producciones. Dada la incertidumbre, en relación a este valor, se han calculado diferentes hipótesis con el objetivo de cotejar los parámetros y obtener valores razonables, debido a que cada explotación desarrolla sus propios procedimientos, sujetos, en algunas ocasiones, a sistemas antiguos de trabajo.
- Con el fin de facilitar el tratamiento de la información generada y de evaluar a cada explotación desde un punto de vista global, integrando los distintos enfoques que afectan de manera significativa al sector; aspectos

medioambientales, técnicos, relacionados con la seguridad, calidad y aspectos socioeconómicos, se ha elaborado una herramienta de trabajo denominada “**Matriz de Evaluación de Canteras de Áridos, mECA**”. Es en realidad una herramienta de benchmarking que trata de comparar y evaluar las mejores técnicas disponibles en la actualidad con su grado de implantación en la empresa. Esta matriz, cuyo embrión es el cuestionario elaborado para las visitas, contempla unos 200 indicadores que son evaluados para cada uno de los aspectos citados.

- Los resultados medios que resultan de aplicar la matriz de evaluación a las canteras de la Región de Murcia, en comparación con otras, resaltan cuales son las Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades del sector de los Áridos en ésta comunidad. Por lo tanto, **el análisis DAFO** queda prácticamente desarrollado y se puede derivar fácilmente del mismo una lista de posibles actuaciones que permitan definir una serie de líneas estratégicas de mejora.

CAPÍTULO 4. ESTADO DEL ARTE

4. ESTADO DEL ARTE

Introducción

La definición que ofrece el Diccionario de la Real Academia Española del término *árido* es:

“Materiales rocosos naturales, como las arenas o las gravas, empleados en las argamasas”.

Dicha definición hace referencia a su origen y a su uso pero no manifiesta cual es su verdadero ámbito de aplicación (Peñalver, C., 2004). Paradójicamente, entre todos los agentes que conforman el sector: empresarios, directores facultativos, empleados y administración minera, existe un pensamiento común, la importancia que representa esta materia prima para el desarrollo de la sociedad, y por el contrario, cuando realizamos a los ciudadanos preguntas, tales como, ¿qué son los áridos?, ¿de dónde proceden? y ¿para qué se utilizan? el desconocimiento es generalizado. Ahora bien, si las preguntas van encaminadas al conocimiento de construcciones, tales como, carreteras, ferrocarriles, aeropuertos, puertos, puentes, calles, o de productos como cementos, ladrillos, hormigón, pintura, vidrio, plásticos, etc.; el resultado es distinto.

El ciudadano está acostumbrado a observar como un hecho cotidiano la construcción de edificios y carreteras, a encontrar en ciudades calles en obras, con zanjas para la reparación de canalizaciones o para la colocación de nuevas instalaciones, desconociendo de donde proceden los materiales que se están utilizando para ello. Es impensable concebir una vida sin los productos que se obtienen a partir del árido. De hecho, cada persona consume más de 30 kilos al día, es decir más de 1.000.000 de kilos (15.000 veces el peso de un hombre

<p align="center">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
Tesis: Estado del Arte	Pág. 28

adulto) a lo largo de su vida. Es el segundo producto más consumido por el hombre después del agua (Conocelosaridos, 2008).

La comunidad europea engloba a los áridos en el conjunto de los materiales de construcción, uno de los 3 subsectores (COM, 2000) de la industria extractiva no energética:

- Minerales metálicos (hierro, cobre, cinc, etc.)
- Minerales de construcción (por ejemplo, piedra natural, áridos, arena y grava, piedra caliza, tiza, yeso)
- Minerales industriales, subdivisible, a su vez, en
 - Minerales industriales físicos (por ejemplo, caolín, feldespato, talco), y
 - Minerales industriales químicos (sal, potasa, azufre, etc.)

Asimismo, califica al sector de la construcción como uno de los sectores más importantes de la Unión Europea, siendo uno de los principales motores del desarrollo económico, generador de un número de puestos de trabajo, directos e indirectos, que lo sitúan a la cabeza de los sectores industriales en materia de empleo (Comisión Europea, 2009).

En los últimos 20 años el consumo de áridos en España ha experimentado un aumento extraordinario pasando de los 150 millones de toneladas del año 1987 a los 500 millones de toneladas del 2007 (Luaces, C., 2008), lo que supone más del triple. Este incremento tan acusado del consumo, estrechamente relacionado con la producción, al ser un mercado con características comarcales, ha necesitado una importante adaptación del Sector Empresarial. A finales de la década de los 80, éste estaba constituido, en un elevado porcentaje, por pequeñas empresas, con una estructura productiva rudimentaria, que ha ido evolucionando, en medios técnicos y humanos, hacia la estructura y organización características de las empresas extractivas mineras. El descenso continuado de la actividad minera

<p style="text-align: center;">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
<p>Tesis: Estado del Arte</p>	<p>Pág. 29</p>

metálica y energética ha situado a la producción de áridos en el 85,8% del total de producción minera de España con un volumen de negocio (2006) de 4.546 millones de euros (Luaces, C., 2008).

En estas últimas dos décadas, de cambios técnicos por parte de las empresas, han aumentado, además, las exigencias y esfuerzos en el trinomio constituido por el medioambiente, la seguridad y la calidad, así como la presión social sobre las explotaciones, reflejo de la competencia por el uso del suelo. Esos esfuerzos empresariales se materializan con la adopción de medidas para la obtención del marcado CE de los áridos, la consecución de los requisitos en materia de seguridad (LPRL, ITC MIE S.M 02.1.01), y con la incorporación a las empresas de sistemas de gestión medioambiental (Norma ISO 14001, EMAS), de sistemas de gestión de la calidad (Norma ISO 9001) y también de sistemas de gestión de seguridad y salud (OHSAS 18001).

A pesar de la necesidad de Áridos, reflejada en el fantástico aumento del consumo, y del gran esfuerzo desarrollado por las empresas, se da la paradoja de que la sociedad no comprenda que **“lo que se consume ha de ser producido”**. El sector más severamente tratado por la legislación ambiental, se encuentra también con la oposición municipal en muchos ayuntamientos, de forma que la apertura de nuevas explotaciones se está convirtiendo en una utopía, el cierre de explotaciones en una realidad, y las aparición de áreas de “sombra” en el abastecimiento, importadoras de áridos y exportadoras de impactos ambientales, en una costumbre (Martínez, M. A. *et al*, 2008).

Diagnóstico Tecnológico

El Diagnóstico Tecnológico de un sector o de una organización se enmarca en el conjunto de actividades incluidas en el **Plan de Actuación Tecnológica (PAT)**. Para su ejecución, es imprescindible un conocimiento de la información actualizada de la situación en la que se encuentra el sector y la posición que se

<p style="text-align: center;">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
<p>Tesis: Estado del Arte</p>	<p>Pág. 30</p>

desea ocupar en el futuro, tomado como punto de partida el uso de las tecnologías disponibles como base de la competitividad futura de la organización.

El diagnóstico tecnológico combina dos enfoques necesarios y complementarios: enfoques desde las tecnologías y enfoques desde las empresas. La primera supone que la evolución de la tecnología es independiente de la empresa que las utiliza, y la segunda, trata de conocer como se emplea en otras organizaciones similares. (Getec, 2009)

De los numerosos procedimientos existentes para realizar un diagnóstico tecnológico (análisis de mercado, prospectiva tecnológica, análisis de patentes, etc.) hemos seleccionado el “benchmarking” (en adelante BM), que podíamos traducir como “punto de referencia”.

La capacidad estratégica de una organización puede valorarse en términos relativos puesto que hace referencia a la capacidad de igualar y superar el rendimiento de sus competidores. El BM es un método, muy utilizado, para ver la posición relativa de una organización. El conocimiento de la eficiencia de los procesos puede lograrse comparando una organización con respecto a otras del mismo sector industrial, o de proveedores de servicios públicos o privados, estableciendo una serie de indicadores; lo que es una práctica conocida como **BM en la industria/sector**. Existe el riesgo de que las empresas que forman el sector tengan un mal rendimiento y estén perdiendo competitividad frente a otras organizaciones que si satisfagan las necesidades de los consumidores. Por ello, las organizaciones buscan comparaciones más generales, rastreando las mejores prácticas que existen en la actualidad en otros sectores, también conocido como, **BM respecto “al mejor de la clase”** (Jonson, G.; Acholes, K; Whittington, R., 2006).

La historia del BM está ampliamente documentada por diversos autores (Camp, R., 1989; McNair, C.J. y Leibfried, K., 1992; Spendolini, M.J., 1992; Watson, G.H.,

<p style="text-align: center;">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
<p>Tesis: Estado del Arte</p>	<p>Pág. 31</p>

1993; Boxwell, R.J., 1995; Ahmed, P.K. y Rafiq, M., 1998). La gran mayoría de autores coincide en atribuir el origen del benchmarking moderno a la empresa norteamericana Xerox, aunque con la opinión de que esta práctica se ha venido desarrollando desde mucho tiempo atrás (Intxaurburu, M., 2005).

La empresa Xerox, en 1979, inmersa en una crisis competitiva provocada por la entrada, en el mercado de las fotocopiadoras norteamericano, de empresas japonesas como Minolta, Ricoh y Canon, con precios por debajo de los costes de producción de Xerox, envió a un equipo de trabajo a su filial japonesa, Fuji-Xerox, con el objetivo de encontrar una referencia (un benchmark) que les sirviese como baremo para poder definir su estrategia. La denominación y conceptualización formal del BM, con su contenido actual, se atribuye a la publicación, en 1989, de “Benchmarking: *“The Search for Industry Best Practices that Lead to Superior Performance”* realizada por Robert Camp, ingeniero de Xerox y experto en logística, el cuál describe de forma detallada sus siete años de experiencia en actividades de benchmarking en Xerox (Mora, C., 2005).

El elemento básico para realizar un buen benchmarking tecnológico es la disponibilidad de datos fiables. Éstos se han obtenido a partir de la siguiente información:

- **Las empresas seleccionadas.** No es fácil que las empresas ofrezcan información confidencial de sus procedimientos, por lo que se suele obtener mayor información de las fuentes indirectas. Por ello, se consideró la necesidad de llevar a cabo, en este trabajo de investigación, una extensa “toma de datos en campo” que completara la información de cada una de ellas.
- **Fuentes indirectas.** Los proveedores de la tecnología proporcionan información relativa a su tecnología. En general nos referimos a fabricantes de maquinaria y equipos.

- **Centros de intercambio de información.** Las organizaciones públicas o empresariales elaboran estadísticas y recogen información de las empresas del sector.

El BM se puede definir, por tanto, como un análisis comparativo de los procedimientos empleados en un determinado ámbito realizado de forma dinámica con el objetivo de mejorar la situación de partida. Para nosotros, ha consistido en analizar las “mejores prácticas disponibles” existentes en la industria y usarlas como referencia para la mejora de la empresa. Es una práctica habitual, desarrollada de manera intuitiva, lo que cambia ahora es hacerlo de una manera sistematizada, empleando un conjunto de procesos para la recogida de información, comparación con el apoyo de herramientas (en este trabajo de investigación se ha desarrollado, como herramienta de benchmarking, la matriz de evaluación de canteras de áridos mECA).

Las fases del benchmarking (Getec, 2009), son las siguientes:

- **Seleccionar** las variables sobre las que se van a basar el análisis.
- **Identificar** a las “mejores de la clase” para cada variable.
- **Comparar** los aspectos propios con estos otros de referencia.
- **Definir**, en consecuencia, los aspectos mejorables.

Comenzamos a hablar de MTD's con la aparición del concepto de **Desarrollo Sostenible**. La Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo elabora en el año 1987 el llamado “Informe Brundtland”, en el que se formaliza por primera vez el concepto de Desarrollo Sostenible.

*“El concepto de desarrollo sostenible hace referencia a un **modo de desarrollo** que responde a las necesidades del presente **sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras** de satisfacer sus propias necesidades. El objetivo es mejorar las condiciones de vida del individuo, al tiempo que se preserva su entorno a corto, medio y, sobre*

<p style="text-align: center;">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
<p>Tesis: Estado del Arte</p>	<p>Pág. 33</p>

todo, largo plazo. El desarrollo sostenible tiene un triple objetivo: un desarrollo económicamente eficaz, socialmente equitativo y sostenible desde el punto de vista medioambiental (Comisión Europea, 2008)”.

En la línea de la filosofía del “desarrollo sostenible” establecida por la Unión Europea en la que se unen las componentes económica y social con la protección de los recursos naturales y el medio ambiente (Martín, J. L.; Ventura, C.; Prieto, J., 2006), aparece la Ley 16/2002 que traslada a la legislación española la Directiva 96/61/CE de Consejo Europeo, la cual, tiene por objeto evitar o cuando ello no sea posible, reducir y controlar la contaminación de la atmósfera, el agua y del suelo, mediante el establecimiento de un sistema de prevención y control integrado de la contaminación (Ley IPPC), con el fin de alcanzar una elevada protección del medio ambiente en su conjunto.

La directiva establece que las exigencias ambientales deben basarse en la Mejores Técnicas Disponibles, concepto que define como:

“La fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir, en principio, la base de los valores límite de emisión destinados a evitar o, cuando ello no sea posible, reducir en general las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente y de la salud de las personas”. (BOE, 2002).

Con el fin de aclarar este importante concepto, define además:

- **“Técnicas”:** *la tecnología utilizada junto con la forma en que la instalación esté diseñada, construida, mantenida, explotada y paralizada.*
- **“Disponibles”:** *las técnicas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el contexto del sector industrial correspondiente, en*

condiciones económica y técnicamente viables, tomando en consideración los costes y los beneficios, tanto si las técnicas se utilizan o producen en España, como si no, siempre que el titular pueda tener acceso a ellas en condiciones razonables.

- **“Mejores”:** *las técnicas más eficaces para alcanzar un alto nivel general de protección del medio ambiente en su conjunto y de la salud de las personas.*

De los tres elementos descritos anteriormente, es el de “disponibles” el más complejo ya que afecta a la viabilidad técnica de las tecnologías consideradas, a los aspectos económicos y a la mayor o menor competitividad de las empresas en la aplicación de dichas técnicas (Canales *et al.*, 2003). En este trabajo de investigación; por la importancia de tomar como referencia tecnológica este concepto, se han revisado las MTD's de todos los aspectos de las explotaciones, considerando no solamente el aspecto puramente técnico, sino además, las componentes medioambiental, social y económica. Esto no es, en definitiva, más que considerar el paralelismo entre las MTD's y el Estado del Arte, puesto que, en sentido “estricto”, es lo que son.

A continuación se van a describir las MTD's que pueden ser aplicadas en el proceso de elaboración de áridos, continuando con la revisión de las herramientas existentes, en la actualidad, para evaluar el grado de compromiso de las empresas con el desarrollo sostenible, a través de la adopción de aquellas.

Método de Explotación

La necesidad de obtener un producto barato, cercano a los puntos de consumo, ha provocado que la tipología de cantera mas empleada, en nuestro país, sea la correspondiente al método denominado **banqueo en ladera**, con una dirección de avance ascendente (foto 4-2). Es un método económico, en cuyo desarrollo no se

<p align="center">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
<p>Tesis: Estado del Arte</p>	<p align="right">Pág. 35</p>

necesita mover grandes volúmenes de material para empezar a producir, y por ende, con período de retorno de la inversión corto. Las labores se inician en la falda de las formaciones rocosas desarrollándose de abajo a arriba, hasta alcanzar los taludes finales. La apertura de nuevos bancos implica el desarrollo de labores de preparación laterales, pistas de acceso de gran longitud, por las limitaciones en la pendiente de las mismas, con valores máximos del 10% (RGNBSM, 1985), que aumentan la superficie afectada.

Existen numerosos inconvenientes que están haciendo que este método esté en desuso. El principal, el fuerte impacto visual que generan este tipo de explotaciones, penalizando a las empresas y obligando a los empresarios, que quieran la aprobación de nuevos proyectos, a recurrir a zonas muy alejadas de las poblaciones o de infraestructuras, tales como, autovías, carreteras, etc.

El impacto visual provocado por la explotación en ladera es directamente proporcional al ritmo de extracción considerado. Por ejemplo, una cantera con una producción de 100.000 t/año y con una corrida de 400 m, necesitaría, para cumplir la producción estimada, una altura de talud de 48 m. Ahora bien, esta misma explotación para una producción de 1 Mt/año, y para la misma corrida, necesitaría 152 m de altura de talud (Trigueros, E.; Alcaraz, M; Martínez, M. A., 2007).

Asimismo, el hecho de no poder realizar una restauración simultánea a la extracción ha llevado a numerosas administraciones a rechazar el banqueo en ladera con dirección de avance ascendente, en favor del mismo método pero con sentido descendente, prescribiendo una secuencia de arranque que comience por las zonas más elevadas de la explotación, de tal forma que, según se vaya descendiendo se vayan finalizando los bancos y, por consiguiente, se pueda simultanear la producción con la restauración.

No obstante, la escasa generación de residuos inertes en el proceso de extracción de áridos no permite el relleno del hueco generado. El sistema de

restauración, más común, consiste en la revegetación de las bermas, con poca cantidad de tierra vegetal para la plantación de pinos (foto 4-1), lo que no reconstruye el paisaje inicial.

El método de banqueo en ladera, con dirección descendente, ha aumentado el número y tamaño de los equipos de transporte, además de incrementar los costes, debido a que los volquetes deben realizar recorridos largos en condiciones inversas a las que se llevan a cabo en las grandes cortas metálicas, para los cuales han sido diseñados. En este tipo de explotaciones, los volquetes de gran tonelaje ascienden cargados con el material desde la zona inferior de la corta hacia la planta de tratamiento. El recorrido de vuelta lo realizan en vacío. Sin embargo, en las canteras con distribución en ladera los volquetes descienden cargados y ascienden en vacío lo que supone un aumento del consumo de combustible (Coullaut, J. L.; Martínez, M. M.; Bienzobas, J., 2006).

Foto 4-1.- Revegetación de las bermas por medio de pinos.

Una variante, al sistema de transporte por volquete, consiste en el vertido del material arrancado desde los niveles superiores a la zona inferior o plaza de

cantera (Martínez, M. A.; Trigueros, E., 2006). Éste método tiene la ventaja de utilizar la gravedad como medio de transporte, reduciendo los costes generados por el mismo con respecto a otros métodos. Aunque presenta inconvenientes como el riesgo de vuelcos durante el vertido, polvo, generación de finos, etc.

El banqueo en hueco troncocónico es otra posibilidad, que aún no siendo muy utilizada en la región, minimiza el impacto visual generado por la cantera (foto 4-3). El desarrollo de las labores es siempre descendente, y puede llevarse a cabo por dos formas: rebanadas completas hasta talud final ó avance simultáneo con grupos de varios bancos en dirección frontal (Marfany, A., 2004).

Foto 4-2.- Método de Explotación en banqueo en ladera con dirección de avance ascendente.

Foto 4-3.- Método de Explotación en banco en Hueco Troncocónico.

Existen otros métodos en minería a cielo abierto, ampliamente utilizados en otros sectores mineros, que comienzan a emplearse en el sector de los áridos: las cortas, el pozo-túnel y las galerías-pozo, que explicamos ayudándonos con las figuras 4-1, 4-2 y 4-3.

El primero de ellos, corresponde al desarrollo de las labores utilizando la geometría de explotación de las **cortas mineras**. Explotaciones tridimensionales de importante profundidad con gran número de bancos descendentes (Plá, F., 1994). Su aplicación al sector de los áridos (foto 4-4) presenta importantes ventajas, como son:

- El efecto visual es casi inexistente, al no afectar a la parte aflorante de la capa, con gran facilidad de ocultación por medio de pantallas artificiales.
- La pequeña o nula necesidad de escombreras exteriores.
- La selección del material no viene marcada por el precio.

- Las plantas de tratamiento suponen un menor coste que en minería metálica.
- Reutilización del espacio generado con otros fines igualmente necesarios.

Este tipo de explotaciones, de gran profundidad, requieren una fuerte inversión en infraestructuras exteriores a la explotación, y por lo tanto, una producción muy elevada. Para desarrollar este tipo de instalación tendríamos que tener acceso a un mercado de mayor amplitud territorial y plantear alternativas al transporte más baratas, como pueden ser el ferrocarril.

Foto 4-4.- Transporte de árido en una corta.

En el caso de existir cobertera de dimensiones importantes no apta como material vendible, es posible desarrollar una minería por transferencia. Método compatible con la propia extracción y que consiste en ir depositando en el hueco generado

los materiales estériles que se extraen en el avance (Higueras, P., 2008). Es un método que permite una restauración inmediata, con el condicionante de tener que abarcar toda la profundidad del yacimiento antes de comenzar con el vertido de los estériles.

Existen otras alternativas destinadas a eliminar los impactos generados por los frentes de cantera y por el trasiego de volquetes a través de las pistas de acceso, que consisten, en la realización de pozos y galerías, éstas últimas para la conexión entre los pozos (figura 4-3) o para la salida del material al exterior (figura 4-2) (William, R., 1990).

Figura 4-1.- Explotación descendente con sistema tradicional de carga con pala y transporte con volquete.

En España, especialmente en el norte, se están ejecutando explotaciones con el método denominado “**Pozo-túnel**”. En lo referente al método de explotación, en síntesis, consiste en la realización de un pozo, vertical o inclinado, con la técnica llamada **raise boring**, el cual, se une en la base a una galería que sale al exterior.

<p style="text-align: center;">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
<p>Tesis: Estado del Arte</p>	<p>Pág. 41</p>

El método presenta varias alternativas en función del lugar donde se desarrollen las primeras reducciones de tamaño y del tipo de sistema de transporte elegido. Las opciones se describen a continuación. En cantera:

- Verter el material procedente de la voladura por medio de volquetes o directamente con la pala cargadora.
- Realizar una primera reducción de tamaño en cantera por medio de una machacadora móvil. Esta se puede colocar o bien en el frente o bien en las proximidades de la chimenea.

En el túnel:

- Una vez depositado el material en el pozo se puede cargar directamente con el uso de palas cargadoras (foto 4-5).
- Colocar una instalación primaria en el interior de la galería (en la parte inferior del túnel). El transporte de material al exterior se llevará a cabo por medio de cinta transportadora.

Esta tipología de explotación presenta múltiples ventajas (Bienzobas, J.; Andrés, P.; Coullaut, J. L., 2006):

- **Económicas.** Reducción de las inversiones provocadas por la adquisición de maquinaria y sus costes asociados (mantenimiento, combustible, mano de obra, etc). Menor ejecución y mantenimiento de pistas.
- **Medioambiental.** Reducción del impacto visual de la cantera. Restauración simultánea con el avance de las labores. Eliminación del impacto generado por la formación de polvo en el vertido de material, en la tolva del primario, procedente de la cantera y en el proceso de reducción ejecutado en el

molino primario. La base del pozo se convierte en un gran prestock entre el primario y el secundario, con la ventaja de estar totalmente estanco y no producir polvo en caso de viento. Eliminación de ruido provocado por el transporte y por la trituración.

- **Seguridad.** Menor movimiento de maquinaria en cantera. Reducción de desprendimientos de bloques colgados. Reducción de la altura de los bancos.
- **Calidad del producto.** Se permite seleccionar en cantera el material que se envía a la planta con respecto a las explotaciones con vertido. Menor producción de finos.
- **Optimización de los procesos.** Reducción de personal. Posibilidad de automatización de los procesos.

Figura 4-2.- Explotación descendente con sistema chimenea galería.

Foto 4-5.- Cantera Arriberri S.L., Cementos Lemona. Orozco (País Vasco). Vista exterior de la galería (Izq.). Material depositado en la parte inferior de la chimenea (Drch.).

Los inconvenientes de utilizar estos métodos vienen asociados a los costes en inversión inicial y a los problemas ocasionados por la obturación de las chimeneas.

En cuanto a los costes generados por la realización de las galerías, el ahorro provocado por la reducción de los costes de operación implica que la amortización de las nuevas instalaciones, para una producción de 1Mt al año, se alcance en un plazo entre tres y cinco años (Coullaut, J. L.; Martínez, M. M.; Bienzobas, J., 2006).

La figura 4-3 representa otro sistema, menos utilizado para árido que, combina para el transporte de material, desde la cantera hasta la planta, un plano inclinado con un pozo de extracción de mineral. Este método, menos eficiente, se puede desarrollar cuando la realización de la galería sea inviable por motivos de longitud o por la orografía del terreno.

Otro sistema de explotación que se está empezando a utilizar en España para la extracción de árido, son las explotaciones subterráneas. El método más frecuente

es el de “**Cámaras y Pilares**” con huecos permanentes. Es un método ampliamente utilizado en minería, que consiste en excavar el recurso, dejando parte del material, a modo de pilares (no recuperables), para soportar el techo. Las dimensiones de las cámaras y los pilares dependen de factores geotécnicos, tales como, la estabilidad de techo, el espesor del depósito y el estado tensional de la roca. Típicamente los pilares se disponen siguiendo un patrón regular, pudiendo adoptar formas circulares, cuadrados o formando muros alargados entre las cámaras (Hamrin, H., 1998). Existen otros métodos, también subterráneos, como el de excavación por subniveles (Sublevel Stopping en inglés) con la variante conocida como de excavación de barrenos largos, que constituye un método de alta producción, con la creación de grandes cámaras, aplicable a depósitos fuertemente inclinados y regulares con poca necesidad de sostenimiento (Lawrence, B., 1998). Éste es utilizado, por ejemplo, en la explotación subterránea “*Kristallina*” (Italia), que extrae carbonato cálcico con unas dimensiones de cámara de 30 x 60 m (Artigiani, E., *et al.*, 2006).

Figura 4-3.- Sistema de carga con pala y transporte con chimenea galería y pozo de extracción.

En la figura 4-4 se muestran diversos aspectos del desarrollo de la fase inicial de las labores de una mina de áridos situada en el País Vasco. Se pueden apreciar la entrada a la explotación subterránea, con el sistema de ventilación utilizado y, además, una tabla con las distintas producciones, en función de las dimensiones de cámaras y pilares que se adopten.

Las ventajas que incorpora este método son similares a las expuestas para el método de pozo-túnel, con el posible aprovechamiento del espacio subterráneo generado, con gran interés, sobre todo, en las zonas industriales donde el espacio está ocupado y el establecimiento de nuevas instalaciones resulta complicado.

Figura 4-4.- Cantera de Campazar S.A. Mondragón (Guipúzcoa). A. (sup_izq.) Sistema de ventilación y entrada a la galería piloto. B. (sup. Dcha.) Interior de la galería piloto. C.(inf. Izq.) Sistema de explotación por cámaras y pilares. D. (inf. Dcha.). Sección de avance.

El principal inconveniente que encuentran las empresas de áridos en los proyectos subterráneos son los costes de extracción, mayores inversiones y esfuerzos técnicos. Hay que tener en cuenta que la roca debe ser bastante buena, puesto que si no, las dimensiones de las cámaras deben reducirse,

DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.	
Tesis: Estado del Arte	Pág. 46

perdiendo capacidad de producción, que está limitada, en el mejor de los casos a las 500.000 t/año, y además aumentarían las necesidades de sostenimiento de los techos, con un encarecimiento considerable de la producción. El coste, en las mejores condiciones, se puede considerar el doble del que se deriva de una explotación en ladera (Trigueros, E.; Alcaraz, M.; Martínez, M. A., 2007).

Como conclusión, consideramos que las MTD's, en cuanto al método de explotación, pasarían por incorporar de entre todos los métodos posibles aquel que mejor se adapte a las condiciones del emplazamiento y a las circunstancias del terreno.

Operaciones en Cantera

El sistema de arranque elegido va a depender de la ripabilidad o volabilidad del terreno, así, podemos utilizar los siguientes métodos tradicionales:

- Perforación y voladura.
- Arranque mecánico.
 - Tractor o bulldozer.
 - Excavadora y cargadora.
 - Cargadora.

Los índices de ripabilidad o volatilidad están relacionados, entre otros factores, con el origen de las rocas. De forma generalizada, podemos afirmar que las rocas ígneas son poco ripables (sólo lo serán cuando presenten un intenso grado de fracturación y meteorización). Las rocas metamórficas varían mucho con respecto a la ripabilidad, dependiendo de su esquistosidad. Las rocas sedimentarias, cuya principal característica es la estratificación son tanto más ripables cuanto menor es la potencia de los estratos (Luego, F. J.; González, S., 2004).

Uno de los criterios para poder elegir el método de arranque que vamos a utilizar consiste en considerar la dureza de la roca. En la figura 4-5, se comparan algunas clasificaciones, de diferentes procedencias, en las que se agrupan los materiales de distinta dureza, en base a su resistencia a compresión simple.

En general, para rocas duras y homogéneas el sistema de arranque utilizado es la perforación y voladura, para rocas medias o diaclasadas podremos utilizar el tractor con escarificador o la excavadora, y por último, para rocas blandas y tierras el método más aconsejable es el de tractor con hoja de empuje o la carga directa con cargadora o excavadora.

Figura 4-5.- Comparación de las distintas clasificaciones en términos de resistencia.

Uno de los parámetros más importantes, y que afectará al resto de las etapas, es el diámetro de perforación. Éste será elegido en función de los siguientes factores (López, C., 1994):

- Características del macizo rocoso que se desea volar.
- Grado de fragmentación requerido.

- Altura de banco y disposición de las cargas en el barreno.
- Economía del proceso de perforación y voladura.
- Dimensiones del equipo de carga y transporte.

La productividad de la **perforación** ha aumentado notablemente en el último siglo, pasando de unos pocos metros perforados por hombre y hora, mediante perforadoras manuales, a las grandes producciones de más de 200 m, con los modernos Jumbos (figura 4-7).

El gran desarrollo tecnológico, sufrido por este tipo de maquinaria en la última década, a permitido que los equipos de perforación ofrezcan ventajas como: emboquillado automático, control total de perforación, protección anti-atascamientos e identificación de averías, siendo la base para otros adelantos (Appelgren, J., 2008):

- Sistemas que permiten a un equipo conectarse con una red en el lugar de trabajo y transmitir y recibir datos de trabajo. *Rig Remote Access*.
- Intercambio estandarizado de datos entre un equipo y sistemas de producción. *Internacional Rock Excavation Data Exchange Standard (IREDES)*.
- Identificación remota de averías y servicios online, que permiten la comunicación directa entre el equipo y el fabricante a través de Internet.
- Tecnología de aprendizaje experto. Se registran una serie de parámetros, tales como, profundidad del barreno, velocidad, presión etc., proporcionando información para posteriores perforaciones de ese tipo de roca. *Measure While Drilling (MWD)*.

<p style="text-align: center;">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
Tesis: Estado del Arte	Pág. 49

- Control remoto, que permite al operario trabajar con el equipo a distancias cercanas a los 100 m, evitando situaciones de riesgo.
- Generación, por rayo láser, de un plano de referencia que permite definir las profundidades para garantizar el mismo alcance, independientemente de la orografía del terreno.
- Posicionamiento automático que reduce tiempos de posicionamiento y elimina errores de emboquille.
- Sistemas de alimentación automática de barras que permite al operario perforar, sin su intervención en el cambio de varillaje.
- Sistemas de navegación GPS. Permite el posicionamiento de la máquina con un margen de 5 cm, evitando el marcado manual de barrenos y mejorando la malla de perforación.

Los equipos que incorporan estos sistemas son llamados “**carros de perforación inteligentes**” (Atlas Copco, 2007) y presentan, además, sistemas de control como el RCS (Rig Control System en inglés) (figura 4-6) que permite manejar eléctricamente las válvulas hidráulicas, lo que implica, una disminución del número de latiguillos hidráulicos y una reducción del ruido en cabina. Se ha reducido, también, el cableado eléctrico y sustituido el control de instrumentación por una pantalla, lo que proporciona un mayor espacio en la cabina, mejorando la visibilidad y la ergonomía del operario.

Las tendencias, marcadas por las empresas fabricantes de equipos de perforación persiguen, mediante estas operaciones autónomas (no tripuladas), el objetivo de que un solo operario puede trabajar desde un mismo puesto de trabajo con más de una unidad a la vez. Esto es, centralizar el control de los equipos en lugares específicos de la cantera o mina.

Otro campo en el que se está investigando es en el referente a la interacción de máquinas con seres humanos, de tal manera que, las áreas automatizadas no requieran su desconexión al abandonar o entrar los operarios a la máquina en los cambios de turno (Appelgren, J., 2008).

Las nuevas perforadoras aportan mejoras en los aspectos de seguridad e higiene laboral, llegando a reducir el nivel de ruido en el exterior hasta valores máximos de 113 dB(A), mientras que en el interior de la cabina se alcanzan valores máximos de 75 dB(A). Además, las cabinas están provistas de sistemas anticaída de objetos (FOPS) y antivuelco (ROPS).

Figura 4-6.-Sistema RCS. (Cortesía Atlas Copco).

La evolución es evidente, cuando nos referimos a rendimientos de perforación, ya que, en algo más de cinco décadas, se ha pasado del “método sueco”, consistente en la utilización de perforadoras ligeras combinadas con avance neumático y barrenas integrales, con avances de pocos metros hora, a equipos con martillos hidráulicos, más pesados, con rendimientos superiores a los 240 m/h en equipos (figura 4-7).

Podemos organizar un esquema general de los sistemas de perforación según su aplicación en minería y los diámetros empleados, mediante gráficas como las de la figura 4-8.

Figura 4-7.-Evolución histórica de los distintos equipos de perforación. (Cortesía Sandvik).

El diámetro de perforación usual se encuentra en una horquilla que abarca desde las 3" hasta las 7" para el caso concreto de las explotaciones de áridos. Los aumentos de la profundidad de perforación para perforadoras de martillo en cabeza son significativos, llegando a longitudes de 40 metros (figura 4-8), con desviaciones tolerables para el correcto desarrollo de las voladuras (Torrija, M., 2007).

Figura 4-8.- Métodos y aplicaciones de los distintos equipos de perforación. (Cortesía Sandvik).

Los sistemas de iniciación en **voladuras** han sufrido un cambio sustancial. Se ha pasado de la utilización de detonadores eléctricos al empleo de detonadores no eléctricos. El principal avance tecnológico experimentado en este campo consiste en la aparición de **detonadores electrónicos (Uni-Tronic^{TM1})**, una opción que se viene incorporando en los últimos años.

Se trata de un detonador de aspecto convencional, sin embargo, en su interior alberga un sistema electrónico que le confiere unas propiedades no alcanzables con otros sistemas de iniciación. Un microchip alojado en el interior de la cápsula de aluminio (foto 4-7) permite programar cada detonador con tiempos comprendidos entre 1 y 25.000 ms con incrementos de 1ms y un error de disparo despreciable: 0,1 %. (Muñoz, J.; López, J., 2007).

En la actualidad no se consumen más que de forma testimonial en las explotaciones de áridos, debido al coste, pero en el futuro el sector se aprovechará de sus ventajas, como ya ocurrió con los detonadores no eléctricos (Primadet).

Foto 4-6. Nuevos Minipol según los criterios de la norma UNE-EN 1143-1.

¹ La marca comercial del explosivo citado corresponde a la empresa MAXAM que acapara prácticamente la totalidad del sector en la CARM.

Foto 4-7. Cápsula del detonador electrónico. (Cortesía Maxam).

Uno de los problemas más operativos, en lo referente a voladuras, es la gestión de explosivos y, sobre todo, la adquisición de los nuevos minipolvorines. Los actuales polvorines auxiliares de distribución deben presentar un grado de resistencia VII de acuerdo con lo establecido en la norma UNE-EN 1143-1 y serán considerados como cajas fuertes empotrables. Así, el método de encofrado deberá garantizar como mínimo ese grado de resistencia, cuyas indicaciones técnicas de instalación se deben proporcionar con la caja fuerte para que el comprador, de dicho polvorín, siga rigurosamente dichas especificaciones y será necesario que un laboratorio autorizado presente un informe favorable que se adjuntará con cada MINIPOL.

La problemática suscitada a la hora de la adquisición de estos equipos, debido a la falta de existencias, el precio, y sobre todo, la gestión de los polvorines, ha llevado a **numerosas empresas a desestimar su adjudicación**. En la foto 4-6, aparece el director facultativo de una cantera explicándonos el uso de los nuevos polvorines.

En los últimos años se han desarrollado técnicas de fragmentación con **productos no explosivos**. Básicamente en dos líneas, como son:

- **Cemento expansivo** (CBA, 2008), es un producto demoledor no explosivo que se mezcla con un porcentaje adecuado de agua, proporcionando una presión que alcanza las 9.000 t/m².
- **Pyroc**, es un sistema de Presión de Gas Direccional usado para la rotura de grandes fragmentos rocosos (foto 4-8). Es una mezcla pirotécnica (no contiene pólvora) contenida en el interior de un cartucho de cartón que se inicia con un inflamador eléctrico. Tras su iniciación la mezcla es quemada generando un gas no combustible que se expande con una velocidad de deflagración muy baja (aprox. 40 m/s frente a +6.000m/s de algunos explosivos convencionales) dentro de un espacio confinado (p.ej. un barreno), haciendo que se agriete el material a lo largo de sus líneas naturales de debilidad. Se trata por tanto de una deflagración (no una explosión). Hasta la fecha, su uso, queda restringido a la fragmentación de sobretamaños (bolos), bien en cantera o aquellos que provocan paradas en las machacadoras primarias.

Foto 4-8. Producto pirotécnico Pyroc.

En cuanto al **arranque directo**, se están haciendo pruebas con rozadoras en las explotaciones de áridos. El avance tecnológico que ha experimentado este tipo de maquinas, debido fundamentalmente a su utilización en túneles, ha llevado a plantear sus posibilidades para la extracción de áridos. Esta máquina está constituida por un grupo móvil (orugas) provista de una cabeza giratoria con picas, montada sobre un brazo articulado y con un sistema de recogida y transporte (foto 4-9).

Los rendimientos obtenidos por rozadoras, en función de la calidad de la roca, se muestran en la tabla 4-1. El sistema ICUTROC («*I cut rock*» – *Corto la roca*) es un proyecto conjunto de investigación y desarrollo, con fondos de la Comunidad Europea, y que ha adquirido una gran importancia medioambiental y económica para excavación de roca dura. Se desarrolló un nuevo sistema de corte para las rozadoras que emplea menos de la mitad de la energía específica que empleaban los sistemas anteriores, con una baja velocidad de corte y un concepto de corte más efectivo (Mota, E., 2007).

Foto 4-9.- Rozadora AHM 105 ICUTROC. (Cortesía Voest-Alpine Bergtechnik).

Una rozadora que se está utilizando ya en concreto para la extracción de áridos (foto 4-10), es el equipo Surface Miner 2200 SM de Wirtgen Group, en la imagen se muestra extrayendo caliza en una explotación de áridos en Alemania.

ALPINE 105		ICUTROC
Rest. Compresión (MPa)	Media	52,6
	Máxima	104,9
Rest. Tracción (MPa)		7,2
m ³ /hora		41,3
Picas/m ³		0,097
Horas netas roce		1.162
Horas de Hidráulico		3.624
m ³ excavados		48.034

Tabla 4-1.- Rendimientos de la rozadora AHM 105 ICUTROC. (Cortesía Sandvik).

Foto 4-10. Equipo Surface Miner 2200 SM en cantera de caliza (Cortesía Wirtgen Group).

El equipo está dotado de un tambor de arranque frontal que actúa como fresa sobre el piso (foto 4-11) con el que se realiza la operación de arranque. La rozadora dispone de una cinta transportadora que, o bien deposita el material en

un equipo de transporte, o bien lo apila en hileras para su posterior carga. Los rendimientos alcanzados en esta cantera con el equipo Surface Miner 2200 SM llegan a valores de entre 250 a 300 t/h. Las propiedades principales de la roca, que afectan el rendimiento de corte con una máquina de este tipo son: la resistencia a la compresión uniaxial y a la tracción, la abrasividad y el diaclasado de la masa de roca. Los rendimientos en función de la resistencia de la roca (MPa), para los distintos modelos de este tipo de rozadora, se muestran en la figura 4-9.

Foto 4-11. Tambor de corte para una máquina Surface Miner 4200 SM (Cortesía Wirtgen Group).

Figura 4-9. Rendimiento de las máquinas Surface Miner para rocas de diferentes resistencias a compresión (Cortesía Wirtgen Group).

La **carga y transporte** del material arrancando va asociada al método de explotación que estemos desarrollando. La carga se realiza tradicionalmente con excavadoras de cadenas o con palas cargadoras, y el transporte, se suele llevar a cabo por medio de volquetes.

Las principales novedades están relacionadas con el control de la producción desde zonas remotas a los puntos de trabajo. Por ejemplo, los equipos de transporte presentan Sistemas de Gestión de Producción (TPMS), con información sobre el estado y peso de la carga útil, el tiempo y la distancia de desplazamiento con la máquina cargada, y el peso acumulado. Este sistema puede almacenar 2.400 ciclos para el análisis de datos.

La aparición en el mercado de sistemas de control de carga para las palas cargadoras ha supuesto una mejora en las condiciones de carga tanto en posición estática como en movimiento, reduciendo significativamente los efectos negativos sobre el peso idóneo por cazo provocados por los movimientos del vehículo o los cambios de dirección en el trayecto.

Otro sistema que se pueden disponer en la actualidad en las palas cargadoras es la telemetría que permite la comunicación entre la oficina y el palista pudiendo actualizar los datos de carga de una manera instantánea (foto 4-12).

En los aspectos de seguridad y salud se ha mejorado enormemente con respecto a la maquinaria existente en las explotaciones hace dos décadas. A los ya mencionados sistemas ROPS y FOPS, se ha añadido una distribución de los controles de mayor ergonomía, lo que mejora la eficiencia del trabajador y reducen la fatiga.

Foto 4-12. Sistemas de Control de Carga en una Pala Cargadora.

Como alternativa al sistema de transporte convencional de material desde el frente de cantera hasta la planta de tratamiento, se utilizan cintas transportadoras. El sistema está poco extendido, a pesar de ser muy interesante para largas distancias. Así, en la cantera Swiden (Inglaterra), la carga se realiza por medio de una excavadora de orugas sobre una machacadora móvil, en la que se produce la primera reducción de tamaños, en el propio frente (foto 4-13a), el transporte realizado por cinta transportadora distribuye los tramos análogamente a como se realiza en la minería del carbón al trabajar con rotopalas (foto 4-13b).

Foto 4-13.- Sistema de trasporte por cinta transportadora en Swiden Quarry (Cortesía Tarmac).

Por último, se van ha describir las MTD's en el ámbito de las **plantas de tratamiento**, siempre teniendo en cuenta de que el proceso de clasificado y

separación de tamaños se lleva a cabo por vía seca, hecho frecuente en toda la mitad meridional de España, en la que se sitúa la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Los avances mas significativos giran en torno a la eliminación o reducción del polvo y del ruido. Por este motivo, las modernas plantas de tratamiento de áridos, se diseñan con un grado de carenado o cerramiento muy alto: primario, prestock, secundario, zona de clasificación, así como, de todos sus elementos (foto 4-14).

Foto 4-14. Montaje de una planta de tratamiento de árido diseñada el objetivo de reducción del polvo y ruido. Cantera Arenas Forna (Alicante).

Uno de los principales focos de generación de polvo se sitúa en las conexiones de un equipo a otro, como puede ser el punto de paso de material de un molino a una cinta transportadora. Para paliar este problema, se incorporan equipos habituales en las grandes factorías metalúrgicas, como son los filtros electrostáticos basados en el principio físico de separación por ionización. Se colocan directamente sobre la cinta transportadora y funcionan mediante suministro eléctrico a 230 V (foto 4-15).

Foto 4-15. Equipo Electrostático HX410 para supresión de polvo. (Cortesía Sandvik)

Se usan también, contra estos contaminantes, sistemas de aspersión, pulverización o de nieblas, situados en los puntos más conflictivos como son las zonas de carga y descarga.

El sistema, desarrollado por la empresa DSI, consigue adherir las partículas de polvo existentes en el aire a las gotas de agua, hasta que estas adquieran el suficiente peso para precipitar por gravedad hacia la corriente general del proceso (DSI, 2008). En la foto 4-16 se muestra el llenado de niebla previo a la descarga de material sobre la caja de un volquete.

Los cambios más representativos en materia de seguridad se produjeron a partir de la aparición de Ley de Prevención de Riesgos Labores en 1995. En ésta, se establecía la dotación al personal de equipos de protección individual (EPI's), las

acciones de formación, la exigencia de seguridad en máquinas y equipos, y la utilización de los medios para evitar los posibles accidentes, como los sistemas de parada de emergencia en caso de atrapamiento en cintas transportadoras, cubrepoleas, cubretambores, etc., lo que ha influido en una importante reducción de los índices de incidencia y del número de accidentes en los centros de trabajo.

Foto 4-16.- Caja de volquete llena de niebla antes de producirse la descarga (Cortesía DSI).

Hay que subrayar, el incremento considerable de automatismo en las plantas de tratamiento, hasta la completa manipulación de la planta desde un único puesto de trabajo, en las sala de control, como encontramos en la explotación de áridos de Valdilecha (Madrid) (Esquitino, F., 2003). Como ejemplo de estos sistemas de control de las instalaciones la figura 4-10; en la imagen de la izquierda, se observa el sistema de control de llenado de los silos, mientras que en la imagen de la derecha, se muestra la pantalla de gestión de molinos que contempla, entre otras funciones, la alimentación de los mismos, con la posibilidad de paradas en el caso de que las tolvas de entrada hayan cubierto su capacidad.

Figura 4-10.- Control automático de elementos de la planta. Izq. Control de llenado de silos. Drcha. Control de molinos.

Otras innovaciones, que podemos resaltar, son las referentes a la forma de gestionar la expedición del producto acabado (figura 4-11). Las palas disponen de un control de carga que le permite conocer en todo momento la cantidad aportada a la caja del camión, y evitar el exceso de material cargado. En caso de producirse la sobrecarga, obligaría al vaciado de la parte sobrante antes de la salida del vehículo de las instalaciones de la planta.

Figura 4-11.- Sistemas de gestión de producto acabado. Izq. Báscula de entrada de explotación. Drcha. Control de carga instalado en la caja del camión.

Asimismo, los datos de la carga pueden ser impresos en la misma cabina del palista. Por su parte, los camiones utilizan cámaras situadas en la zona posterior del camión, que garantizan una correcta distribución de la misma. Además,

<p align="center">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
<p>Tesis: Estado del Arte</p>	<p>Pág. 64</p>

existen básculas que ofrecen el resultado de la carga por medio de un recibo, sin necesidad de que el camionero descienda del vehículo.

Existe un nuevo concepto denominado en inglés “**Mine to Mill**” que tiene que ver con la optimización del conjunto de etapas que configuran todo el proceso de extracción, carga y transporte y reducción de tamaño y clasificación.

Mine to Mill es un nuevo enfoque que hace referencia al coste por tonelada producida. Se genera la idea de un análisis global y no individual de cada uno de los costes parciales en el marco del ciclo de producción del árido. Bajo el fundamento “*la disminución del total compensa sobradamente los incrementos parciales*” (Cebrián, B., 2004) se intenta acabar con el planteamiento que la mayoría de las empresas mineras conciben de los costes generados por tonelada de producto acabado, en las cuales, las etapas de perforación y voladura, carga y transporte y tratamiento están totalmente desligadas. La filosofía actual de que cada departamento responsable de una etapa reduzca los costes por separado, implica por lo general, actuaciones inversamente proporcionales, es decir, la disminución en el coste en una etapa supone el incremento del coste en las restantes. Se asume que el incremento en el consumo de explosivo, y por tanto en su coste, redundará en una bajada del coste total del proceso. Esto se consigue fundamentalmente por la mayor fragmentación conseguida y se basa en (Maxam, 2007):

- Los explosivos constituyen la energía más barata con la que se dispone en la actualidad para extraer la inmensa mayoría de las rocas.
- Si la pila de roca producida por una voladura se encuentra perfectamente fragmentada se optimizarán los procesos de carga y transporte, con vehículos más llenos lo que implica una reducción de los ciclos y por tanto un descenso de los costes.

- Menor necesidad de mantenimiento de los equipos móviles.
- Si la fragmentación es adecuada, se reducirá o eliminará lo sobretamaños con una reducción en el empleo de equipos de martillo hidráulico que encarecen excesivamente el coste total.
- Se reducen los costes en trituración y molienda debido a la entrada en la planta de materiales con curvas granulométricas mas reducidas.
- El material no volado presenta una resistencia estructural interna mayor que el obtenido a través de la voladura, lo que conlleva mayores necesidades energéticas en las etapas de conminución.

Sistemas Integrados de Gestión

La normativa desarrollada en los últimos años ha provocado que las empresas necesiten equipos de trabajo destinados exclusivamente a la implantación de sistemas que garanticen el cumplimiento de la legislación vigente. Concretamente el desarrollo normativo ha ido dirigido hacia tres vertientes: calidad, medio ambiente y prevención de riesgos laborales.

Los sistemas de gestión de la calidad, gestión medioambiental y gestión de la prevención de riesgos laborales que han de implantarse, por diferentes razones, en la empresa presentan similitudes, ya que los principios que sirven de los tres sistemas son similares, así como sus implantaciones y puntos normativos.

La evolución de cada disciplina ha seguido un recorrido independiente pero en paralelo. En muchas organizaciones la seguridad ha sido responsabilidad del departamento de recursos humanos, la calidad del departamento de operaciones y el medio ambiente se ubica en las áreas técnicas (CEPYMEARAGON, 2009).

En la actualidad se pueden integrar estos tres sistemas de gestión en una única sistemática documental que permita el acceso a todos los requisitos establecidos por la Dirección, con una notable reducción en tiempo, esfuerzo y costes. Al no existir, en la actualidad, ninguna norma reconocida a nivel internacional para el desarrollo de los Sistemas de Gestión Integrados, el éxito radica en definir y documentar cada uno de estos sistemas con una única estructura y no realizar una integración sólo formal.

Figura 4-12.- Sistemas de Gestión Integrados. (Cortesía LRQA).

Un esquema de la interacción entre los distintos sistemas y su coste asociado se muestra en la figura 4-12, en la que quedan establecidos los principales solapamientos (Valera, N., 2008).

Ahora bien, como se comentó al principio de este capítulo, el desarrollo sostenible tiene un triple objetivo: un desarrollo económicamente eficaz, socialmente equitativo y sostenible desde el punto de vista medioambiental. No solo manifiesta, por tanto, una preocupación por el medio ambiente sino que establece un marco de equilibrio entre las dimensiones económica, social y ambiental. Estos tres aspectos son conocidos en muchas empresas como **“la triple cuenta de resultados”** o **“Triple Bottom line”**. Ésta hace referencia a los resultados de una

empresa medidos en términos económicos, ambientales y sociales. Se acostumbra a presentar en las memorias corporativas de las organizaciones que quieren mostrar su compromiso con la sostenibilidad, con la particularidad de ofrecer datos y mediciones con carácter voluntario. Surgieron inicialmente en Europa y posteriormente se desarrollaron en Estados Unidos, y son el resultado de la demanda, cada vez más elocuente, por parte del consumidor, de productos respetuosos con el medio ambiente y que repercutan cada vez más en el ámbito social. Así, por ejemplo, surgen iniciativas que consideran estos tres conceptos conjuntamente, también, en el desarrollo de actividades mineras.

La institución independiente, sin ánimo de lucro, **Global Reporting Initiative (GRI)** creada en Boston en el año 1997 (GRI, 2009), proporciona una herramienta para la implantación de un sistema de indicadores, aplicables a las tres vertientes de la sostenibilidad (Dubourdieu, B., 2006). Además, presenta una guía GRI para la elaboración de memorias de sostenibilidad. Todas las organizaciones que deseen recurrir a este modelo deben utilizar la guía GRI como base de su memoria, con el apoyo de otros documentos suministrados por dicha institución. Dispone de un suplemento para el sector de Minería y Metales (Suplemento, 2005).

Básicamente, el sistema GRI establece una serie de indicadores clasificados en indicadores principales y adicionales. Los principales son aquellos que presentan un mayor interés para las organizaciones como por ejemplo:

- El indicador cuyo código es el **EN1** corresponde al consumo de materias primas.
- El **EN2**, es el porcentaje de materias primas que son residuos procesados o no procedentes de fuera de la organización.

- El **EN16**, es el número de episodios y multas asociados al incumplimiento de normas internacionales nacionales, regionales y locales de índole ambiental.

Los indicadores adicionales son aquellos que presentan una práctica destacada en la medición de los aspectos económicos, ambientales y sociales. Éstos, a través de la investigación, podrán convertirse en principales. Algunos ejemplos pueden ser:

- El **EN30**, Emisiones indirectas de gases con efecto invernadero, resultantes de las actividades de la empresa, pero emitidos desde otra entidad que le sirve o suministra (expresado en equivalente de CO₂).
- El **EN31**, que valora la producción, transporte, importación o exportación de residuos considerados como peligrosos en los anexos I, II, III y IV del Convenio de Basilea.

El resultado que se persigue es la preparación objetiva de **memorias de sostenibilidad** que constituyan la herramienta de gestión y de comunicación entre la empresa y los distintos agentes involucrados en la actividad extractiva (Dubourdieu, B., 2006).

Otra iniciativa, de esta naturaleza, la impulsa la Comisión Europea que lanza en el año 2000 la publicación "Promoting Sustainable Development in the EU Non-Energy Extractive Industry". Es una iniciativa voluntaria, con el objetivo de incentivar a la industria extractiva en el compromiso con el desarrollo sostenible. Se establecen unos 20 **indicadores, Sustainable Development Indicators (SDI)** basados en los beneficios económicos, el bienestar social y la protección al medioambiente. Dichos índices intentan proporcionar una base para la comunicación entre las empresas y las partes interesadas; administraciones, opinión pública y organizaciones no gubernamentales. Intenta, además, informar

sobre el grado de dependencia de la sociedad moderna en lo referente al consumo de materias primas (EU, 2003).

Más próximas al sector de los áridos, encontramos otras iniciativas dirigidas en el mismo sentido, que consisten en considerar que el análisis de un proyecto de minería de áridos debe de hacer referencia, además del aspecto económico, a otros aspectos importantes tales como el técnico, financiero, social, medioambiental y de riesgo. Se propone, por ejemplo, un **índice de evaluación de proyectos (IEP)** (González, C., 2006) que representa una medida de valoración del proyecto. Teniendo en cuenta los aspectos citados y según el resultado de la fórmula expresada por la ecuación 4-1, clasifica un proyecto en uno de los ocho grupos, que están clasificados desde excepcionalmente buenos a excepcionalmente malos.

$$IEP = \alpha \cdot ue + \beta \cdot ua + \delta \cdot us + \gamma \cdot ur$$

Ecuación 4-1

Donde:

- **ue:** son las unidades económicas obtenidas a partir del diagrama de flujo **económico**.
- **ua:** son las unidades ambientales obtenidas a partir del diagrama de flujo **ambiental**.
- **us:** son las unidades sociales obtenidas a partir del diagrama de flujo **social**.
- **ur:** son las unidades de **riesgo**.

α , β , δ y γ : factores multiplicativos de las dimensiones económicas, ambientales y sociales y de riesgo respectivamente.

<p style="text-align: center;">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
Tesis: Estado del Arte	Pág. 70

El cálculo del diagrama de flujo ambiental va orientado a la afección sobre el medioambiente y es similar a las matrices de impacto utilizadas para determinar la afección sobre el medioambiente de cualquier actividad antrópica.

Para el cálculo del diagrama de flujo social se tienen en cuenta apartados como: satisfacción del proyecto, creación de empleo, desarrollo cultural y mejora de la calidad de vida.

Y para el cálculo del diagrama de flujo de riesgo, se consideran aspectos como: la presencia de edificios, los riesgos geológicos identificados y otros asuntos políticos e institucionales.

Los parámetros α , β , δ y γ permiten modular el valor de los índices para cada caso según las circunstancias que lo rodean, adaptando el índice global en función de la importancia local concreta de cada aspecto.

Análisis DAFO

La utilidad del Diagnóstico Tecnológico se consigue organizando sus resultados, de forma que, se pueda realizar el **Análisis Estratégico**. El análisis DAFO resume las cuestiones clave sobre el entorno empresarial y la capacidad estratégica del sector, que puede afectar con más probabilidad al desarrollo de la estrategia, resultando útil como punto de partida para la planificación estratégica.

El objetivo es valorar en qué grado, las actuales fortalezas y debilidades, son relevantes para superar los cambios que se están produciendo en el entorno empresarial. Sin embargo, la capacidad estratégica de una organización no es una cuestión absoluta, sino relativa a la situación de los competidores, de forma que, el análisis DAFO, sólo es realmente útil si es un análisis comparativo (Johnson, G.; Aholes, K.; Whittington, R., 2006). Es por este motivo, por lo que

<p align="center">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
<p>Tesis: Estado del Arte</p>	<p align="right">Pág. 71</p>

ha sido seleccionada, como más conveniente, para el desarrollo del diagnóstico tecnológico, la herramienta de análisis estratégico “benchmarking” ya citada.

El origen del análisis DAFO suscita alguna controversia, no estando claramente identificado ningún documento que lo acredite. Todas las investigaciones realizadas conducen al investigador de la Universidad de Stanford, Albert S. Humphrey, por el artículo que publicó en el boletín informativo de la asociación de alumnos del Instituto de Investigación de Stanford (SRI Alumni Associations Newsletter) en el año 2005, donde se describe la metodología empleada por dicho instituto en 1960. En la que comenta:

En el año 1949 la empresa DuPont, que aparece en la lista publicada de forma anual por la revista Fortune 500; listado de las 500 mayores empresas estadounidenses de capital abierto a cualquier inversor según su volumen de ventas (Fortune, 2009), se anticipa al resto y desarrolla su planificación estratégica, también conocida como planificación a largo plazo (Boxwell, 1995).

Para el año 1960 todas las empresas de Fortune 500 disponían de un “gerente de planificación corporativa” o cargo equivalente, al mismo tiempo que, aparecen asociaciones de “planificadores corporativos a largo plazo” en Estados Unidos y Gran Bretaña.

Los resultados obtenidos no alcanzaron las expectativas, creándose una opinión unánime, en las empresas, de que la planificación estratégica, era un error, convirtiéndose en un gasto elevado e inútil, y que el cambio de gestión era difícil y generalmente cuestionable.

Un grupo de investigadores del Instituto de Investigación de Stanford (SRI) dirigido por Robert Stewart y formado por Marion Doshier, Dr Otis Benepe, Binger Lie y Albert S. Humphrey, llevan a cabo un estudio para descubrir cuales son los motivos por los que falla la planificación estratégica y crear un nuevo sistema para

el cambio de gestión, con el objetivo de lograr que la dirección aprobara y se comprometiera con una serie de programas de acción concreta. La investigación fue financiada por el Fortune 500 y se desarrolló entre los años 1960 y 1969, se elaboró un cuestionario con 250 preguntas que fue contestado por más de 5.000 ejecutivos en 1.100 empresas.

El tipo de preguntas formuladas fue: ¿qué hay de bueno y de malo sobre las operaciones?, ¿qué hay de bueno y de malo sobre el presente y el futuro?, que condujeron a las afirmaciones: lo que es bueno en el presente es Satisfactorio, bueno en el futuro Oportunidad, malo en el presente es Falta y malo en el futuro es Amenaza. Por esto se llamó análisis SOFA (SOFT, en inglés).

En 1964 se presentaron los resultados de este análisis en un seminario de planificación a largo plazo celebrado en Zurich, donde se sustituyó la letra F por la W, quedando el acrónimo como lo conocemos hoy en día, SWOT (en inglés).

El siguiente paso consistió en clasificar los temas en seis categorías de planificación: producto, proceso, cliente, distribución, finanzas y administración, distribuyendo los temas con un tratamiento a corto y a largo plazo. Este enfoque refleja el compromiso de quienes, en última instancia, tienen que hacer la labor de alcanzar los objetivos.

El plan de acción se convirtió en ¿qué debe hacer el equipo acerca de los problemas en relación con cada una de estas categorías?. El proceso de planificación se diseñó en un proceso de 17 pasos a partir de SWOT, con cada tema registrado por separado en una sola página llamada "tema de planificación". Robert Stewart afirmó tras su desarrollo que, "DAFO identifica todas las reclamaciones sobre la gestión de la atención". El primer prototipo fue probado y publicado en 1966, modificado y completado en 1973, a partir de ser utilizado para fusionar las empresas CWS con J.W. French Ltd.

Algunos autores (Tunner, 2002) atribuyen a Igor Ansoff el origen del análisis DAFO al ser el autor de la matriz que lleva su nombre "Ansoff's Matrix" y que consiste en una herramienta de marketing que permite ayudar a las empresas a decidir qué curso de acción deben tomar a partir de los resultados actuales (figura 4-13). La matriz (publicada por primera vez en su artículo "Estrategias de diversificación" en la Harvard Business Review, 1957), consta de cuatro estrategias del crecimiento en la matriz producto/mercado.

Figura 4-13.-Ansoff Matrix.

Más recientemente, en 1982, fue Weihrich, H. quien relaciona los conceptos Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades, y formula las estrategias basadas en dichas relaciones, configurando la matriz denominada TOWS, que conocemos en la actualidad (figura 4-14).

<div> <div>Factores Externos</div> <div>Factores Internos</div> </div>	Oportunidades Externas (O)	Amenazas Externas (A)
Fortalezas Internas (F)	FO <i>“Maxi-Maxi”</i> Estrategias que utilizan las fortalezas para aprovechar las oportunidades	FA <i>“Maxi-Mini”</i> Estrategias que utilizan las fortalezas para evitar las amenazas
Debilidades Internas (D)	DO <i>“Mini-Maxi”</i> Estrategias que minimizan las debilidades aprovechando oportunidades	DA <i>“Mini-Mini”</i> Estrategias que minimizan las debilidades y evitan las amenazas

Figura 4-14.- TOWS Matrix.

CAPÍTULO 5. CONSUMO

5. CONSUMO

5.1 Introducción

El cálculo del consumo de áridos en la Región de Murcia puede considerarse como nueva hipótesis que completa y/o ajusta los resultados del cálculo de la producción, ya que, como es evidente, lo consumido ha de ser producido, y en un mercado como éste, lo producido se consume a menos de 100 Km.

Conociendo los puntos del territorio donde se produce, hay que desarrollar el balance, investigando cuales son aquellos en los que se consume. Este planteamiento permite elegir a las canteras que por su estratégica situación, y volumen de reservas, deban formar parte del conjunto estudiado.

5.2 Importancia del Sector de los Áridos dentro del Sector Industrial en la Región de Murcia

La importancia de la “**La Fabricación de Áridos**” en el Sector Industrial de nuestra Región es elevada, puesto que afecta, en términos económicos, al 7,3 % del PIB industrial (INE, 2005). Esta cifra se obtiene al sumar el suyo propio y el de la producción de hormigones y prefabricados, grandes consumidores de áridos, con un resultado de 254,2 M€ de aportación conjunta al PIB (CREM, 2005).

No obstante, este es tan solo el primer eslabón de una cadena de actividades económicas estrechamente ligadas a la **Obra Pública** y la **Edificación**. La Industria de la Construcción, que tiene un peso similar al de la Industria en el PIB Regional (2.806 M€ absoluto, que resulta el 11,7 % del PIB regional del año 2.005), consume en grandes cantidades los materiales en cuya composición interviene mayoritariamente el árido: zahorras, balastos, hormigones, viguetas y bovedillas, etc. Dos conclusiones se derivan de ésta interdependencia: por un

<p align="center">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
Tesis: Consumo	Pág. 78

lado, la necesaria capacidad del sector del árido para abastecer las demandas de la construcción, y por otro, la inmediata repercusión que los cambios de ritmo de ésta tienen sobre aquél (Sánchez, R. 2008).

5.3 Características del Mercado del Árido en Murcia

El consumo de áridos acompaña al crecimiento económico de una sociedad, estableciendo niveles de consumo que difícilmente decrecen, puesto que, el mercado de nuevas construcciones da paso al de reparaciones y reposiciones. De esta forma, la evolución económica de nuestro país ha hecho que el consumo de áridos pase de las 264 millones de toneladas (Mt) consumidas en 1990 a las 486 Mt de 2006 (UPEG, 2007), situando a nuestro país en el segundo lugar europeo en consumo absoluto, detrás de Alemania.

Al ser una **materia de bajo precio**, los costes de transporte encarecen bastante dicho precio, de manera que, si tenemos que transportarlo hasta los 60 km que establece la Ley de Minas de 1973, para los productos de la seccion A, con escaso valor, los costes de producción, prácticamente, se duplican. Solamente ante circunstancias que desemboquen en un desabastecimiento local, se recurre a esta solución de suministro, que supone un considerable derroche energético. Lo más normal es que el punto de consumo: la planta de hormigón, de preparación de morteros o de prefabricados, se encuentre a menos de 25 km de la cantera.

El mercado del árido es, por ello, **un mercado comarcal**, que solo puede extenderse más allá si se disponen de infraestructuras para el transporte mediante ferrocarril o barco. Hoy en día, la mejora de las carreteras, ha permitido extender el radio de acción del recurso, llegando a transportarlo, desde las canteras de la Región de Murcia, hasta **distancias máximas de 70 km**.

5.4 El Cálculo del Consumo Global de Áridos en la Región de Murcia

De entre los datos estadísticos que se han utilizado, el que más se aproxima a la realidad, es el de consumo de cemento de la Región de Murcia, puesto que, la mayor parte de las empresas productoras están asociadas a **Oficem**, en concreto, aquellas que fabrican **clinker**. El uso fundamental del cemento es la fabricación de hormigones, morteros y prefabricados. Utilizamos un parámetro de dosificación medio de cemento, en su mezcla con los áridos, de 0,3 t de cemento por cada 2 t de áridos, es decir, 6,7 toneladas de árido por tonelada de cemento. Este es el valor mínimo de árido, empleándose, en ocasiones, más.

Una vez repasadas las fuentes (OFICEMEN, SEOPAN, COPVT-CARM...), damos como bueno, en el año 2005, un dato de consumo de cemento en Murcia de 2,6 Mt. Con esa cifra, el consumo de áridos, de tipo calizo, para hormigones, prefabricado y morteros, estaría en un valor mínimo de 17,42 Mt.

Teniendo en cuenta que por cada tonelada arrancada en bruto, en frente Cantera, se producen, como término medio unas 0,28 t de zahorra, y 0,72 t de balasto, gravas y arenas, encontramos una cifra de áridos de relleno compactado, para **Firmes y Zanjas**, producida con los áridos necesarios para las mezclas con cemento, de 6,77 Mt, situando el total de 24,19 Mt.

Examinados numerosos proyectos de urbanización, así como, secciones tipo de normas municipales de urbanización, el perfil tipo medio de un Firme o Zanja sería:

- 0,30 m. de Zahorras, compactadas (1,9 t de Zahorras por m³).
- 0,20 m. de Aglomerado asfáltico (2,2 t de Árido calizo por m³)
- 0,03 m de Capa de rodadura (2 t de Árido porfídico por m³).

De este modo, para cada m² de vial o zanja son necesarios 0,44 t de áridos calizos, 0,06 t de áridos porfídicos y 0,57 t de zahorras de compactación.

Por lo tanto, para acompañar a los 6,77 Mt de zahorras (que proceden de la extracción de áridos para hormigón) que se utilizan para firmes, explanadas y zanjas, se han de consumir además áridos para **mezcla bituminosa** en cantidad de 5,20 Mt de áridos calizos y 0,71 Mt de porfídicos, para lo que, a su vez, han de producirse nuevas zahorras, llegando en un segundo tanteo a la cifra de 8,79 Mt de zahorras, 6,89 Mt de áridos calizos y 0,92 Mt de porfídicos.

Podemos concluir, con estas consideraciones, que el consumo de áridos en la Región de Murcia con datos del año 2005, se situó en un total de 34 Mt, con 33,1 Mt de áridos calizos y 0,92 Mt de porfídicos. Y a la vista de los datos sobre licitación pública, viviendas en construcción en el año 2006, la cifra sería muy similar.

La sensibilidad del consumo de áridos, en relación con el parámetro que nos sirve de referencia, el consumo de cemento se recoge en la tabla 5-1.

Consumo total de cemento (Mt)	Consumo por habitante (t/hab.)	Consumo de Áridos (Mt)
2,0	1,50	26,21
2,2	1,65	28,70
2,4	1,80	31,46
2,6	1,95	34,10
2,8	2,10	36,72
3,0	2,25	39,34

Tabla 5-1. Variación del Consumo de Áridos en relación con el Consumo Absoluto de Cemento, en la Región de Murcia.

5.5 Características del consumo de Áridos en la Región de Murcia

Para regionalizar el consumo de los áridos basta con identificar donde se encuentran las Plantas de Hormigón Preparado y las Fábricas de Prefabricados. Son estos los puntos de destino, que las decisiones empresariales han ido situando, de manera “equilibrada” para atender la demanda. Es interesante conocer, por municipios, el número de aquellas instalaciones de preparación de materiales de composición árido-cemento, lo que una vez recopilado, hemos organizado en forma de tabla (tabla 5-2), y unas figuras que nos indican la densidad de instalaciones en unos mapas bastante elocuentes en relación con las zonas de consumo (figura 5,1 y figura 5-2).

MUNICIPIO	HORMIGÓN PREFABRICADOS		TOTAL
Abanilla			0
Abarán	1	0	1
Águilas	5	0	5
Albuidete			0
Alcantarilla	2	1	3
Alcázares	2	0	2
Aledo			0
Alguazas			0
Alhama de Murcia	1	0	1
Archena	0	1	1
Beniel	1	1	2
Blanca			0
Bullas	1	0	1
Calasparra	1	0	1
Campos del Río			0
Caravaca de la Cruz	5	2	7
Cartagena	11	4	15
Cehegín	1	0	1
Ceutí			0
Cieza	2	0	2
Fortuna	2	1	3
Fuente-Álamo	4	6	10
Jumilla	2	0	2

Tabla 5-2. Instalaciones de Elaboración de Hormigón y Prefabricados en 2.005, Región de Murcia.

**DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS
Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.**

Tesis: Consumo

Pág. 82

MUNICIPIO	HORMIGÓN	PREFABRICADOS	TOTAL
Librilla	1	0	1
Lorca	8	2	10
Lorquí	3	0	3
Mazarrón	2	0	2
Molina de Segura	9	1	10
Moratalla			0
Mula	2	0	2
Murcia	9	9	18
Ojós			0
Pliego			0
Puerto Lumbreras	1	0	1
Ricote			0
San Javier	5	0	5
San Pedro del Pinatar	1	0	1
Santomera	3	1	4
Torre-Pacheco	3	0	3
Torres de Cotillas	2	3	5
Totana	1	4	5
Ulea			0
Unión	2	0	2
Villanueva			0
Yecla	2	2	4
TOTAL R. M.	95	38	133

Tabla 5-2. (Continuación): Instalaciones de Elaboración de Hormigón y Prefabricados en 2.005, Región de Murcia.

El consumo de áridos para hormigones y prefabricados se incrementa notablemente en los municipios de mayor población y más cercanos al litoral, y de igual manera, ocurre con los áridos para firmes y zanjas que se consumen para urbanización, proporcionalmente a la edificación. La tendencia, en el futuro, estará marcada por los municipios costeros, en los que el número de nuevas viviendas por cada nuevo habitante es muy superior a la media.

Siguiendo con las producciones del año 2005, si tenemos en cuenta la capacidad de las 95 plantas de Hormigón Preparado, podemos aproximar la producción de éstas, considerando una producción media de 55.000 m³ al año (HOLCIM, 2008), lo que supone un total de 5,23 Mm³, cifra superior a los 2,9 Mm³ que ANEFHOP considera en dicho período, en parte, porque solamente considera la producción

de sus asociados. Bajo esta hipótesis, el árido utilizado para hormigones en las centrales de preparación alcanza las 10,46 Mt. El resto, hasta las 17,42 Mt consumidas con cemento, se reparte entre los prefabricados y los morteros a partes iguales, es decir, 3,48 Mt para cada uso.

Figura 5-1. Situación Centrales de Hormigón en 2.005, Región de Murcia.

Podemos tener en cuenta, en este punto, la estructura de consumos del Sector de la Construcción marcada por SEOPAN, según la cual, la actividad de obras se reparte en un 25 % en la Obra Civil y en un 75% en la Edificación. Además, si precisamos dentro de ésta, con mayor detalle, y según la misma fuente, la edificación residencial supone el 36 % sobre el total, la no residencial el 16 % y la rehabilitación y el mantenimiento el 24 %.

Figura 5-2. Situación de Empresas de Prefabricados en 2.005, Región de Murcia.

Adaptando los consumos de árido a esta estructura, podemos aproximarnos a la tipología y uso de los áridos consumidos en la Región, tal como aparece en la tabla 5-3. Vemos que el uso que se hace de los áridos de tipo porfídico es escaso, si bien, no se ha contemplado, por lo poco relevante de la cifra, la utilización de balastos de ferrocarril. En el año 2005, las inversiones son mínimas en este capítulo. Si se tendrá en cuenta para los consumos extraordinarios del AVE a realizar en breve.

Como elemento de control en relación con el consumo, está el que uno de los datos que se manejan en la construcción de una vivienda es el consumo de unos 60 m³ de hormigón, y las cifras que se deducen de esa estructura son compatibles en 2005 con la construcción de 32.000 viviendas, empleando 210 t de árido por vivienda.

**DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS
Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.**

Tesis: Consumo

Pág. 85

CONSUMO R. MURCIA	ZAHORRA	CALIZO	PÓRFIDO
*cantidades en Mt			
HORMIGÓN		10,46	
EDIF. RESIDENCIAL		3,77	
REHABILITACIÓN Y MTO		2,51	
EDIF. INDUSTRIAL Y EQUIPAMIENTO		1,67	
OBRA CIVIL		2,51	
PREFABRICADOS		3,43	
EDIF. RESIDENCIAL		1,24	
REHABILITACIÓN Y MTO		0,82	
EDIF. INDUSTRIAL Y EQUIPAMIENTO		0,55	
OBRA CIVIL		0,82	
MORTEROS		3,43	
EDIF. RESIDENCIAL		1,61	
REHABILITACIÓN Y MTO		1,1	
EDIF. INDUSTRIAL Y EQUIPAMIENTO		0,72	
FIRMES	8,96	6,89	0,92
CARRETERAS	2,77	2,14	0,63
URBANIZACIÓN INDUSTRIAL Y URBANA	6,19	4,75	0,29
SUBTOTAL	8,96	24,21	0,92
TOTAL			34,1

Tabla 5-3. Tipos y usos del árido consumido en 2005, Región de Murcia.

<p align="center">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
Tesis: Consumo	Pág. 86

Según los resultados expuestos, se conoce de manera muy fiable la producción de áridos del año 2005, que fue de 45,28 Mt, con 43 Mt de áridos calizos y de 2,28 Mt de áridos porfídicos.

5.6 Reservas de Áridos en la Región de Murcia

El cálculo de reservas, se desarrolló por parte de los investigadores de la Universidad Politécnica de Cartagena (Alcaraz, M. 2008), considerando los litotipos explotados en las canteras y otros potencialmente explotables, tras una labor de campo en la que se identificaron y cartografiaron éstos. El área de trabajo se acotaba previamente sobre cartografía 1:25.000, y se cubicaban las zonas que reunían los requisitos planteados: buena calidad, escasa visibilidad, sin protección ambiental, etc.

De esta forma, a las reservas de las explotaciones, declaradas en planes de labores, se sumaron las de ampliación de las explotaciones, cuando esto se observó posible, y finalmente, en cada municipio se incorporaron los “puntos de interés extractivo” como reservas nuevas.

Figura 5-3. Producción de áridos calizos por Municipios, Región de Murcia.

En los áridos calizos, la producción está repartida por todas las comarcas de la Región, sobresaliendo, como municipios productores, los de la zona de Abanilla-Fortuna-Santomera, con un 44 % de la producción y el municipio de Fuente Álamo con un 14 % de la producción (figura 5-3).

En los áridos porfídicos, existen dos municipios que aportan casi toda la producción: principalmente Abarán, con un 66% de la producción y el municipio de Alhama de Murcia con un 26,5 % de la producción.

La capacidad de abastecimiento de Murcia se muestra en la tabla 8-3 donde figura el resumen de reservas y el cálculo de los años de abastecimiento, con la producción actual.

Región de MURCIA		RESERVAS (Mt)			
PRODUCCIÓN (Mt)		Reservas P.L.	Ampliación Explot.	Nuevas	TOTALES
CALIZOS	43,02	796	329	9.542	10.668
Años reservas		18,5	7,6	222	248
PORFÍDICOS	2,27	27	52	147	225,2
Años reservas		11,9	23	65	99

Tabla 5-4. Producción y Reservas de áridos en la Región de Murcia.

La diferencia entre la producción y el consumo se exporta a la zona sur de la Comunidad Valenciana, puesto que en las Comarcas del Bajo Segura, el Bajo Vinalopó, con poblaciones como Orihuela, Elche y Torrevieja, hay una población equivalente a la mitad de la de Murcia (593.230 habitantes) y muy cerca Alicante con otros 443.261 habitantes.

La cantidad exportada (tabla 5-5), se calcula por la diferencia entre las producciones y lo consumido en Murcia, resultando el balance que figura en la tabla 8-4 y que se considera bastante realista.

R. MURCIA	CONSUMO	PRODUCCIÓN	EXPORTACIÓN
ÁRIDOS CALIZOS	33,18	43	9,82 Mt
ÁRIDOS PORFÍDICOS	0,92	2,2	1,28 Mt

Tabla 5-5. Consumo, Producción y Exportación de áridos en la Región de Murcia.

Con todos los datos obtenidos, y con la situación geográfica de las explotaciones, estamos en disposición de plantearnos la importancia estratégica de cada una de ellas, un dato más para definir cuales deben ser incluidas en el presente trabajo de investigación.

CAPÍTULO 6. PRODUCCIÓN

6. PRODUCCIÓN

6.1 Introducción

El sector europeo de los áridos se ha consolidado en las últimas décadas como el mayor sector extractivo no energético en la Unión Europea, con una producción anual de 3.000 millones de toneladas. Está constituido por más de 28.000 explotaciones en toda Europa, con una estructura empresarial donde destacan las pequeñas y medianas empresas (PYMES). **La producción anual media de áridos** es similar al consumo, al ser un producto de uso local, que prácticamente no se exporta, y es de 7 toneladas por ciudadano de la UE por año (UEPG, 2007).

La Industria Europea de los Áridos - Estadísticas 2006

Fecha: 22 de Abril 2008

País	Empresas	Explotaciones	Empleados	Producción (millones de toneladas)					
				Arena y Grava (2)	Roca Triturada(3)	Áridos Marinos	Áridos Reciclad(4)	Manufacturados (5)	Total
Alemania	1.800	5396	92625	277	270	0,4	48	30	625,4
Austria	950	1260	21400	66	32	0	3,5	3,0	104,5
Belgica	184	253	15919	10,07	55,5	3,5	13	1,3	83,4
Croacia	500	330	7000	6,2	21,8	0	0	0	28,0
Dinamarca*	350	400	3.000	58	0,3	13,6			72
España	1.600	1950	86000	170	314	0	1,5	0	485,5
Finlandia	400	3550	3000	54	46	0	0,5	0	100,5
Francia	1.680	2700	17300	167	233	7	14	9	430,0
Holanda	60-70	40-45	400	44,5		50	25		119,5
Irlanda*	250	450	5.100	54	79		1	0	134
Italia	1.700	2360	24000	210	135	0	5,5	3,5	354,0
Noruega	1.500	2000	1839	13,4	45	0			58,4
Polonia	2.200	2550	53600	115	43		8	3	169,0
Portugal	331	379	4.560		97,5	0			97,5
Reino Unido	350	1300	46000	68	123	13	58	12	274,0
Republica Checa	208	490	3368	27,1	41,5	0	3,8	0,3	72,7
Republica Eslovaca	175	213	3700	10	16,5	0	0,2	0,3	27,0
Rumania		440	11600	15,5	6,5	0	0,5	0,5	23,0
Suecia	120	2410	3500	23	62	0	1,8	0,2	87,0
Suiza	350	480	3200	50	5,7	0	5,7		61,4
Turquia	770	770	20240	24	260	0	0	0	284,0
Total	13.618	24.285	334.726	1283,27	1519,8	87,1	142	33,1	3.065,3

* Datos 2005
** Datos 2004
*** Datos 2003
Datos no disponibles

Fuente: UEPG

Figura 6-1. Producción Europea de Árido 2.006 por Países.

En la figura 6-1, se muestran las producciones de la industria europea de los áridos distribuidas por países, empresas, explotaciones, empleados y por fuentes de abastecimiento. Es interesante comentar las distintas vías de obtención de

DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.	
Tesis: Producción	Pág. 92

áridos presentes en la tabla, aún siendo las dos primeras las de mayor importancia:

- * Roca Triturada (3). Producción vendida, excluyendo grava triturada.
- * Arena y Grava (2). Producción vendida, incluyendo grava triturada.
- * Áridos Reciclados (4). Materiales provenientes de los desechos de la construcción y demolición usados en el mercado de los áridos.
- * Áridos Marinos. Procedentes de dragados.
- * Áridos Manufacturados (5). Incluyen escorias de altos hornos, escorias de hornos eléctricos, cenizas de incineradoras (IBA) y cenizas pulverizadas de combustibles (PFA).

El mayor productor europeo es Alemania con 625,4 Millones de toneladas, seguida de cerca por España, con 485 Millones de toneladas anuales, y la producción conjunta de Alemania, España, Francia, Italia, Reino Unido y Turquía supone aproximadamente el 67% de la producción total.

La procedencia del material que se usa como árido en la Región de Murcia como el de el resto de España, es mayoritariamente de árido triturado teniendo una menor importancia las explotaciones de arena y grava natural que conocemos como “graveras”. Subrayar que, en España, el porcentaje de áridos extraídos de las zonas marinas y procedentes de manufacturados son nulos, así como los provenientes del reciclado que, hasta la fecha, tienen poca importancia cuantitativa.

La producción minera extractiva, en Murcia, en base a los datos proporcionados por las empresas explotadoras, ascendió a 38.098.703 t. correspondiendo, al sector de los áridos, el 92,9% de la producción minera regional (figura 6-2).

En el año 2006, el valor económico del conjunto de la producción minera, en Murcia, fue de 264,17 millones de euros. El subsector de los áridos continúa siendo el primero en importancia con un 58,30% del valor total de la producción (154,00 millones de euros), lo que denota la importancia del sector tanto para la minería como para la economía regional, siguiéndole de cerca el subsector de rocas ornamentales con un 35,98% del total (95,06 millones de euros).

Figura 6-2. Porcentaje de la producción (t) regional por sustancias para año 2.006.
(Dirección General de Industria, Energía y Minas, Servicio de Minas).

Uno de los objetivos de este estudio consiste en conocer la producción de árido de cada comarca, encontrando un valor lo más ajustado a la realidad. La intención es, compararla con los consumos, de forma que, se obtenga el balance comarcal y se conozcan los flujos de importación y/o exportación murcianos.

<p align="center">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
Tesis: Producción	Pág. 94

6.2 Cálculo de La Producción

La necesidad de efectuar el cálculo de la producción viene provocada porque, como ocurre con otras estadísticas, el cómputo de la producción anual de un sector como el de los áridos, presenta variaciones en función de la entidad que registre los datos.

En la Región de Murcia coexisten dos asociaciones empresariales, AFAREM y ANEFA, las cuales disponen de unos resultados no muy precisos, no cubriendo, además, cada una de ellas, por separado, la totalidad de las empresas del sector.

La Dirección General de Industria, Energía y Minas obtiene unos datos que son los oficiales y que provienen de los planes de labores anuales que han de presentar las empresas. En éstos, se muestran los valores de producción que son estimados por las canteras antes del ejercicio anual, pudiendo haber variaciones por motivos de mercado. Además, si nos fijamos en otro documento, los proyectos de voladura, en el que los directores facultativos solicitan el explosivo necesario para llevar a cabo una producción anual determinada, por lo general, los cálculos no coinciden con la de los planes de labores, lo que hace necesario un estudio específico de las producciones en cantera.

Ante la dificultad de los cálculos, se tomó la decisión de obtener la producción por más de una vía, recurriendo al análisis de **ocho hipótesis** distintas, conjuntamente con la primera evaluación que obtuvo el equipo de investigadores, en cada una de las visitas en cantera, para determinar este parámetro de una forma lógica y creíble. Al conocer la producción de una explotación y con la estimación de un precio medio de venta del producto final, obtenemos también el volumen de negocio de la empresa, y por ende, la importancia de la misma en su entorno.

<p align="center">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
Tesis: Producción	Pág. 95

Las hipótesis se basan en algunos parámetros clave de las distintas etapas de producción: perforación y voladura, carga y transporte, y planta de trituración y clasificación.

6.2.1 Hipótesis 1. Producción según Proyectos de Voladura

El Proyecto de Voladura es un documento que se presenta anualmente a la administración competente conjuntamente con el plan de labores. Tiene por objeto justificar la cantidad de explosivo necesario para poder arrancar en cantera el volumen de árido previsto, un todo-uno que posteriormente será transportado hacia las plantas de trituración y clasificación. Este documento contiene los siguientes puntos:

- El volumen previsto de arranque.
- N° de voladuras de arranque.
- Estudio de vibraciones. Carga instantánea adoptada, y carga máxima corregida permitida.
- Tipo de explosivos y accesorios.
- Parámetros de la voladura tipo: esquema de perforación, geometría de la voladura, configuración de cargas y distribución de explosivos en barrenos. Sistema de encendido, iniciación y cebado de cargas. Tiempos de retardo y secuencia de encendido. Consumo específico.
- Presupuesto.

Como resultado del conjunto de datos anteriores el técnico calcula y justifica: que cantidad de explosivo va a necesitar en el siguiente ejercicio, teniendo en cuenta los periodos de tramitación, como y cuando va a ejecutar las voladuras, y sobre todo, qué material va a extraer y en qué condiciones. En la figura 6-3, se muestra las distintas variables que componen el diseño de la voladura en banco, la más habitual en cantera. La suma de los datos calculados en los proyectos de voladura de cada una de las canteras estudiadas, nos aporta un primer valor de producción global (tabla 6-3).

Figura 6-3. Parámetros Típicos de Voladura en Banco.

6.2.2 Hipótesis 2. Producción en base al Consumo de Explosivo

El explosivo utilizado en una voladura está vinculado principalmente con otras dos variables: la fragmentación y el volumen a extraer. Este trinomio está relacionado íntimamente, de manera que si modificamos una parte afecta al resto (figura 6-4). Por ejemplo, para una cantidad constante de explosivo, si aumentamos el volumen a extraer mediante el aumento de la malla de perforación, disminuimos la fragmentación obtenida y a la inversa.

Figura 6-4. Relación entre el trinomio Explosivo, Fragmentación y Volumen a Extraer.

De igual manera, si fijamos la fragmentación existe una relación directa entre explosivo y volumen a extraer, a la que denominamos “**consumo específico**” y que nos relaciona los kg de explosivo con los metros cúbicos de material volado. Si se incrementa la cantidad de explosivo, para mantener la fragmentación, se tendrá que aumentar la malla de perforación y por consiguiente el volumen a extraer crecerá.

Por ello, para la obtención de unos resultados de producción homogéneos, suponemos una **fragmentación igual** para todas las voladuras consideradas en el estudio. Solo nos queda establecer un consumo específico razonable para calcular la producción en m^3 de material, ya que conocemos el explosivo pedido, por las empresas, en los proyectos de voladura.

El consumo específico para obtener una fragmentación normal en la caliza típica ($\delta = 2,6 t/m^3$) que podamos encontrar en cualquier cantera de la Región de Murcia se ha estimado en unos $400 \text{ gr}/m^3$.

En base a este dato, se obtiene una producción (t) por cantera y realizando el sumatorio de todas las estudiadas obtenemos el segundo valor de la producción regional (tabla 5-3).

<p align="center">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
Tesis: Producción	Pág. 98

6.2.3 Hipótesis 3. Producción según la Capacidad de Carga y Transporte

En la cadena que supone el proceso de obtención de áridos, la carga y el transporte, es la operación existente entre la perforación y voladura y el proceso de machaqueo. La producción que sean capaces de mover los equipos de carga y transporte, supondrá la cantidad máxima total de material que será suministrada a la planta.

El resultado alcanzado en este apartado no considera la producción de escollera, un producto que, se ha podido comprobar que no tiene importancia suficiente en el conjunto de la producción total.

Como se analizará en el capítulo VII, los equipos de carga utilizados son excavadoras, con equipo frontal o retro, y palas de ruedas. En cuanto al transporte, resulta habitual el uso del volquete, rígido o articulado. Existen explotaciones donde se realiza una primera reducción, del todo uno, en las proximidades del frente; bien a través de una machacadora móvil o por medio de una instalación fija, a partir de la cual, se transporta el material por medio de cintas transportadoras. Aún en estos casos, el transporte entre el frente y esta instalación se lleva a cabo por medio de volquetes y, aún en el caso de utilizar una machacadora móvil, ninguna de las explotaciones estudiadas utiliza un sistema de transporte completo por cintas transportadoras hasta las plantas de tratamiento.

Para calcular la producción mediante esta hipótesis, se acomete el cálculo de dos aspectos limitativos, la capacidad de carga y la capacidad del transporte, que son complementarios.

En primer lugar, en la visita a la cantera se ha identificado y completado la maquinaria señalada en los planes de labores. Para obtener la distancia de

<p style="text-align: center;">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
Tesis: Producción	Pág. 99

transporte desde la zona donde se sitúa la machacadora principal (*Primario*) hasta el frente de cantera, se ha recurrido a la utilización del programa de visión por satélite Google Earth, analizando los posibles recorridos de los volquetes y calculando su longitud, para cada una de las canteras.

Además, se ha tenido en cuenta la posibilidad de extracción en varios frentes simultáneamente (en el caso de más de un equipo de carga), en función de la distancia de acarreo y del número de equipos de carga y transporte que dispone la empresa. En el cálculo, se han tenido en cuenta los siguientes parámetros de cada máquina.

➤ Para la Cargadora:

- Factor de llenado del cazo.
- Peso del cucharón (t).
- Eficiencia del Operador.
- Disponibilidad.
- Ciclo de carga por cazo (min).
- Producción (t/h).

➤ Para el volquete:

- Velocidad máxima (km/h).
- Velocidad media de vacío (km/h).

- Velocidad media lleno (km/h).
- Tiempo de descarga (min).
- Tiempo de Carga (min).
- Tiempo de Acarreo (min).
- Tiempo de Retorno (min).
- Nº de cazos para cargar el volquete.
- Carga útil (t).
- Ciclo de la pala (min).
- Ciclo del volquete (min).
- Eficiencia del Operador.
- Disponibilidad.
- Producción (t/h).

El valor de partida es la producción de la cargadora, con la que se ha calculado el factor de acoplamiento entre cargadora y volquete. Con el objetivo de ajustar la producción, los cálculos se han realizando imitando la realidad percibida en cantera, es decir, si en la visita observábamos que los equipos de carga o transporte permanecían parados, o que existían varios grupos de trabajo, en

<p style="text-align: center;">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
Tesis: Producción	Pág. 101

varios frentes, se ha intentado calcular la producción en base a estas circunstancias.

Para el cálculo de la producción por cantera, se ha supuesto una jornada de trabajo de 8 horas al día, 22 días a la semana y 11,5 meses al año (253 jornadas). En el caso de disponer de plantas de machaqueo con producciones superiores a las que puede suministrar el transporte con un turno de trabajo, se han considerado dos turnos, descartándose el turno de noche para las operaciones de carga y transporte. El mantenimiento se ha limitado a los sábados.

Para la gestión de los datos se han utilizado hojas de cálculo, lo que, además, ha permitido obtener otros resultados a partir de los datos de toda la maquinaria registrada en las visitas.

6.2.4 Hipótesis 4. Producción en Planta. Máxima Capacidad

La planta de trituración y clasificación representa la última etapa del proceso de obtención del árido, en la que se **reduce el tamaño del todo uno** procedente de la cantera en sucesivas fases y se clasifica en función de su uso final, cumpliendo los criterios del mercado CE.

Si se analiza el esquema de una planta de trituración, destacan una serie de puntos claves, en los cuales se produce el efecto “**cuello de botella**”. Lo que se pretende, es descubrir cuales son los equipos por donde pasa el total del material, ya que la máxima producción de la planta vendrá limitada por las toneladas que traten estos equipos.

Como se explicará en el capítulo VII, el esquema más típico de planta de machaqueo, en las empresas del sector de los áridos en Murcia, consiste en una sola línea, con un *Primario*, un *Secundario* y un *Terciario* (figura 6-5). La

producción de la planta vendrá, para este ejemplo, supeditada a la de dos flujos. Por un lado, la producción del *Secundario*, y por otro, la mayor o menor proporción de zahorra obtenida a través del precribador anterior al *Primario*.

Se han revisado los diagramas existentes de cada una de las explotaciones con el objetivo de definir los puntos cuya capacidad establece la producción máxima, siempre con la información de los técnicos de las empresas, y según los datos de las visitas a las canteras. Para conseguir la producción, basta con establecer las producciones (t/h) de estos equipos y sus horarios de trabajo.

Figura 6-5. Esquema típico de planta de trituración en el sector del árido en la RM.

Las producciones horarias se han establecido a partir de los datos de los catálogos que aportan los fabricantes. En el caso de no disponer de esta documentación, por antigüedad de la maquinaria, se han correlacionado con la de

<p style="text-align: center;">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
Tesis: Producción	Pág. 103

otros equipos a través de sus potencias (Kw). Como es lógico, los equipos no se encuentran a plena carga el 100% del tiempo. Por este motivo, se han estimado unos factores de utilización del 80% para el *Primario* y el *Secundario*, del 90% para el *Terciario* y del 85% para el resto de equipos que configuran la instalación, y en el caso de coexistir más de un equipo de las mismas características, en cualquiera de las fases citadas, se le aplica el mismo coeficiente.

Es absurdo pensar que una planta de trituración, o cualquier máquina, pueda desarrollar su actividad durante 24 horas al día, 30 días al mes y 12 meses al año. Si se calculase la producción fijando estos parámetros resultaría un valor máximo que puede aportar una instalación, pero lógicamente irreal e inalcanzable. Hay que considerar roturas, mantenimiento de instalaciones y equipos, imprevistos, etc. Razón por la que la producción máxima en cada cantera, se ha adaptado a unas circunstancias horarias de producción razonables. Los horarios se ajustan en función del tipo de máquina y de la parte de la semana en la que se desarrollan los trabajos.

Para el *Primario*, constituido por equipos con mayor capacidad de producción, se establece una menor franja horaria por dos motivos: Este equipo depende de los equipos de transporte, que por norma general desempeñan su actividad de lunes a viernes, dejando el sábado para mantenimiento, y en segundo lugar, a igualdad de horarios con el *Secundario*, de menor producción, el desfase se podrá mantener mientras se llena el acopio existente entre ambos (prestock). De hecho, en las plantas que optan por este modelo (acopio intermedio), su objetivo es el de independizar la zona de trituración y clasificación de la de machaqueo primario, para evitar paradas provocadas ya sea por roturas en el primario o por problemas en el transporte.

La posibilidad de que los equipos de transporte aporten mayor cantidad de material de la que es capaz de procesar el *Primario*, con el objetivo de generar acopios perimetrales en la zona donde se ubica, que sirvan como suministros

para el fin de semana, la consideramos una práctica antieconómica, debido a la necesidad de disponer de un equipo para la alimentación de la machacadora durante este periodo de tiempo.

		Horarios de Trabajo			
		PRIMARIO		RESTO	
Máxima	Lunes-Viernes	7:00	21:00	0:00	24:00
Producción	Sábado-Domingo	8:00	18:00	6:00	24:00
Se consideran 14 horas de parada semanales para mantenimiento o imprevistos.					

Tabla 6-1. Horarios semanales para obtener la máxima capacidad de producción de la planta.

Como reflejamos en la tabla 6-1, el primario trabajará de 7:00h a 21:00h de lunes a viernes, y de 8:00h a 18:00h los fines de semana. El resto de equipos que configuran la instalación de 0:00h a 24:00h de lunes a viernes y de 6:00h a 24:00h de sábado a domingo. A efectos de cálculo de producción, se ha considerado una parada de 14 horas semanales para mantenimiento o por imprevistos.

Finalmente, y en base a las toneladas por hora producidas por los equipos considerados claves, en los horarios establecidos, se calcula, para cada explotación, la producción obtenida trabajando 299 días al año, es decir, 26 días al mes durante 11,5 meses al año. Hay que tener en cuenta que estos valores de producción nos hablan más de la capacidad máxima que del valor real.

6.2.5 Hipótesis 5. Producción en Planta. Condiciones Normales

Esta hipótesis se desarrolla análogamente a la anterior, pero considerando ahora que toda la instalación trabaja la misma cantidad de horas (manteniendo los factores de utilización). El inconveniente que surge, en este supuesto, es el tiempo que la machacadora trabaja en vacío.

Como se muestra en la tabla 6-2 toda la planta mantiene el mismo horario; de 7:00h a 20:00h de lunes a viernes. El mantenimiento preventivo podrá llevarse a cabo los sábados y el correctivo en la misma jornada laboral, pudiendo cumplir con los horarios de producción debido a la flexibilidad de la jornada.

		Horarios de Trabajo			
		PRIMARIO		RESTO	
Máxima Producción	Lunes-Viernes	7:00	20:00	7:00	20:00
	Sábado	Mantenimiento			

Tabla 6-2. Horarios semanales para obtener la capacidad de producción de la planta.

Las toneladas por hora producidas, por los equipos clave, y con los horarios establecidos, se calcula para cada explotación, trabajando 253 días al año, es decir, 22 días al mes durante 11,5 meses al año. El valor real de la producción estará situado entre el valor obtenido en esta hipótesis y el que se obtuvo en la hipótesis anterior.

6.2.6 Hipótesis 6. Producción en Planta. Máximo Consumo Eléctrico

Otra posible vía para determinar la producción es el consumo de energía eléctrica de las instalaciones. En principio, se planteó la posibilidad de recoger tanto los consumos como los costes en electricidad incorporados en los planes de labores. Se descartó esta última opción, ya que el precio de la electricidad que pagan las empresas depende de la capacidad de negociación de sus propietarios, no existiendo una relación, que pudiese adoptarse como regla general, entre coste en energía y producción.

Empero, al disponer de las potencias instaladas en cada una de las plantas, de una manera detallada, se ha podido calcular los consumos (Kw) de cada una de ellas a partir de los horarios de trabajo y considerando los factores de utilización de cada uno de los equipos.

A tenor de lo expuesto, para conocer la máxima capacidad de producción a partir de la máxima energía eléctrica consumida, como proponemos, se han considerado los horarios de trabajo y los mismos factores que al considerar la máxima producción de planta:

- Equipos 1ª fase (primario): 80%.
- Equipos 2ª fase (secundario): 80%.
- Equipos 3ª fase (terciario): 90%.
- Resto instalación: 85%.

La potencia instalada es la suma de las potencias útiles de los diferentes motores de la planta. La potencia mensual se registra en uno o varios aparatos denominados **maxímetros** según el contrato realizado por la empresa. A efectos de cálculo se ha supuesto la contratación de un solo maxímetro.

La potencia registrada en el maxímetro (P_m) es la máxima o punta de potencia activa media en períodos de 15 minutos. Los diferentes motores de una instalación en general no trabajan simultáneamente. Esta característica se refleja en el llamado **factor de coincidencia** o relación entre la potencia registrada por el maxímetro y la instalada (P_m/P_i). En el caso de una planta de trituración este cociente suele ser de 0,4-0,5 (Marfay, A., 2004).

Una vez concretado el consumo energía eléctrica por parte de la instalación con los horarios asumidos, se necesita una expresión que relacione el consumo (Kwh)

<p style="text-align: center;">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
Tesis: Producción	Pág. 107

con la producción (t). Al igual que hicimos con el explosivo, se puede establecer un trinomio formado por el coste del Kwh, un precio por tonelada extraída y el consumo eléctrico de la planta.

El consumo de energía, se considera como el sumatorio de los Kwh consumidos por todos los equipos eléctricos de la planta con las restricciones establecidas en los párrafos anteriores. En este caso, con la máxima franja horaria. El coste del Kwh se ha establecido en unos 0,10 € a partir de los datos facilitados en las entrevistas con los directores facultativos de las empresas.

Por último, el parámetro que nos queda por definir se basa en la **eficiencia energética**. Es importante considerar si una instalación aprovecha la energía o incurre en unos consumos excesivos de la misma. Por ello, se ha considerado como una muy buena gestión energética de la instalación, un coste eléctrico, por tonelada producida, de unos 0,10 €.

Existe un cuarto parámetro que se deduce inmediatamente, y que es la relación existente entre los Kwh consumidos y las toneladas producidas. Se establece como un consumo normal de energía eléctrica los 2 Kwh/t.

De nuevo, una vez calculado los consumos energéticos de todas las canteras y, a partir de estos, se ha alcanzado la producción total del sector (tabla 6-3).

6.2.7 Hipótesis 7. Producción en Planta. Consumo Eléctrico Normal

En este caso, se trabaja de igual forma que en la anterior hipótesis, llegando a una diferencia en el consumo de la instalación, ya que se considera ahora el horario normal.

<p align="center">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
Tesis: Producción	Pág. 108

6.2.8 Hipótesis 8. Producción Reflejada en los Planes de Labores

Anualmente, el Servicio de Minas de la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Región de Murcia presenta una memoria de actividades en la que figuran, entre otros datos, la producción de las diferentes sustancias. El árido supuso en el año 2.006 el 92,9% de la producción minera regional con una producción de 35.402.441 t. Estos valores se obtienen a partir de los datos indicados en los planes de labores.

6.2.9 Cálculo de la Producción por Cantera.

El objetivo que perseguimos es aproximarnos de la manera más razonable al valor de la producción regional de áridos. Una vez establecidas las producciones para cada una de las 8 vías citadas, se ha ajustado para cada empresa empleando un procedimiento que comprueba y garantiza que, manteniendo las limitaciones incluidas en los apartados anteriores, se puede disponer de esa producción. En general, no existe un equilibrio entre la maquinaria de todo el proceso, lo que es un dato importante de cara al Diagnóstico Tecnológico.

Consumos Específicos y Fragmentación

Las voladuras se diseñan con el objetivo de alcanzar una producción definida, de manera aislada y sin tener en cuenta los procesos de reducción de tamaño posteriores, sin considerar que constituye la primera etapa de fragmentación del material; dependiendo de las características de la misma, así se van a ver determinadas las sucesivas etapas de la secuencia del proceso productivo.

Los principales parámetros en el diseño de una voladura relacionado con la cantidad de material a arrancar es la malla de perforación; a mayores dimensiones de ésta, mayores producciones. Evidentemente, si este aumento de

mallla no se realiza con los ajustes pertinentes de otros parámetros como diámetro de perforación, cargas por barreno etc., el resultado puede ser el fallo de la voladura o bien una granulometría con un exceso de sobretamaños, que exija un proceso de reducción posterior antieconómico.

Una gran variedad de modelos, desde los puramente empíricos hasta los modelos numéricos, han intentado predecir la fragmentación de las voladuras. El modelo Kuz-Ram es probablemente el más popular y menos sofisticado. Fue desarrollado por Cunningham (1983) quien modificó la ecuación de Kuznetsov para el año [5-1], basada en la cantidad de TNT equivalente a la carga de explosivo por barreno (kg), para estimar el tamaño medio de fragmentación (X_{50}) y combinada con la ecuación de Rosin-Rammler para predecir la distribución de tamaños resultantes de la voladura (Kanchibotla et al., 1998).

$$x_{50} = A \left(\frac{V_0}{Q} \right)^{0.8} Q^{\frac{1}{6}}$$

Ecuación 6-1

$$x_{50} = A \left(\frac{V_0}{Q} \right)^{0.8} Q^{\frac{1}{6}} \left[\frac{E}{115} \right]^{\frac{19}{30}}$$

Ecuación 6-2

$$R = 100 - e^{-0.693(x/x_{50})^n}$$

Ecuación 6-3

Las variables de las ecuaciones son:

- A Factor de la roca. 7 para rocas medias.
 10 para rocas duras altamente fisuradas.
 13 para roca muy duras, débilmente fisuradas.
- Q Cantidad de explosivo por barreno (kg).
- V_0 Volumen de roca fragmentada por barreno (m^3).
- E Potencia Relativa en Peso de explosivo (ANFO =100, TNT=115).

- R Porcentaje de material que pasa para una apertura de malla x.
- n Índice de uniformidad. Determina la forma de la curva de fragmentación. Normalmente los valores de n comprenden un rango entre 0,8 y 2,2 (Cunningham, C., 1983). Valores altos indican una fragmentación uniforme, mientras que valores pequeños reflejan cantidades importantes, tanto de finos como de tamaños gruesos.

Las limitaciones, a tener en cuenta, del Modelo Kuz-Ram son (López, C., 1994):

- La relación S/B (espaciamiento/piedra) está aplicada al esquema de perforación y no a la secuencia de encendido. No debe exceder de 2. (Ninguno de los esquemas analizados supera el 1,5).
- La secuencia de encendido y los tiempos de retardo deben ser tales que proporcionen una buena fragmentación, sin producir cortes o fallos.
- El explosivo debe desarrollar una energía próxima a la potencia relativa en peso calculada.
- La fracturación y homogeneidad del macizo requiere un estudio cuidadoso, especialmente, cuando el espaciamiento entre discontinuidades es mas pequeño que la distancia entre barrenos.

En la actualidad existen otros sistemas para la obtención de la curva de fragmentación resultante de la voladura, basados en el tratamiento de imágenes realizadas sobre la pila de material volado (SPLIT, 2009), con las limitaciones del número de fotografías hechas y del tiempo de procesado de las mismas, en función, de la pericia de la persona que las realiza (Sanchidrián, J. A.; Segarra, P., López, L. M., 2006).

<p align="center">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
Tesis: Producción	Pág. 111

Teniendo en cuenta las dimensiones de la boca de admisión de la machacadora (primario), utilizando el modelo Kuz-Ram, se obtienen diversas granulometrías (figura 6-6) según vamos modificando la malla de perforación. Conforme vamos aumentando los parámetros de la malla de perforación se incrementa el volumen (m^3) de tamaños superiores “bolos” a las dimensiones de la boca del primario.

Es un hecho común, en el frente de cantera, la reducción “in situ” de los bolos, ya que por sus dimensiones obstaculizarían a la machacadora, ello exige disponer de una máquina (o varias) para esta actividad. Esta máquina es una excavadora, a la cual se le cambia el cazo por un martillo hidráulico, y en muchas ocasiones, se ocupa exclusivamente de esta función.

Procedimiento para Estimar la Producción

A tenor de lo expuesto, el procedimiento puede esquematizarse en un diagrama como el que se comenta en los siguientes pasos (figura 6-7):

- A partir de la malla de perforación ExV (Espaciamiento x Piedra) considerada, como tipo, en los proyectos de voladura, se ha ido incrementando su valor, manteniendo el mismo consumo de explosivo y aumentando la producción por voladura (reduciendo el consumo específico).
- Una vez determinada la producción y con el tamaño de la boca de admisión del primario, se analiza a través del modelo Kuz-Ram el porcentaje de sobretamaños o “bolos” que se produce. Este valor supone, por un lado, un coste de operación al necesitar recurrir a otra etapa de reducción de tamaño, y por otro, un incremento de los ingresos al aumentar la producción.
- Si el balance es positivo, hemos conseguido una producción adecuada con el coste ajustado. Sin embargo, si es negativo, es decir, si el coste que

genera el martillo hidráulico es superior al beneficio que supone el aumento de producción, provocado por la reducción de los bolos, es necesario reducir el tamaño de la malla E x V.

Figura 6-6. Curva granulométrica aportada por el modelo Kuz-Ram.

- Una vez asumida la producción procedente de la voladura (primera etapa), se procede a calcular por medio de los equipos de carga y transporte (segunda etapa) de que dispone la empresa el movimiento de material que satisfaga esta producción, variando los horarios de trabajos establecidos en la hipótesis de producción por carga y transporte. En el caso de que la carga o el transporte no cumpliesen con estas especificaciones se reduce la producción establecida por la voladura.
- A continuación, se ajusta la producción de la machacadora con los tiempos de trabajo del transporte, incluyendo la posibilidad de crear zonas de acopio, como se vio en la hipótesis relativa a la máxima producción en planta.
- Se analizan conjuntamente el funcionamiento del primario y del secundario, teniendo en cuenta el depósito intermedio situado entre ambos “prestock”.

Se consideran las restricciones y los condicionantes establecidos en esa misma hipótesis de máxima capacidad de la planta.

- En el supuesto de no poder hacer frente al suministro exigido para alcanzar la producción que viene impuesta por la 1ª y 2ª etapas se reducirá la producción inicial, en un proceso reiterado hasta que se obtenga un ajuste adecuado que nos determine el valor buscado.

Figura 6-7. Procedimiento para la estimación de la producción.

**DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS
Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.**

Tesis: Producción

Pág. 115

En síntesis, los resultados se exponen un cuadro resumen, con todos los valores de producción calculados en cada hipótesis y la finalmente estimada.

	ESTIMACIONES PRODUCCION								
	Planta						Energía Eléctrica		Producción
	Máxima	Normal	PL	Volad	Explosivo	Transporte	Máxima	Normal	
Cantera	1.501.860	970.667	910.000	955.500	916.500	1.200.000	2.057.542	1.007.971	1.100.000
TOTALES	57.228.435	35.133.957	35.402.441	37.538.275	35.394.572	54.566.614	52.492.712	27.445.659	45.288.934
Hipótesis	4	5	8	1	2	3	6	7	Estimada

Tabla 6-3. Producción total regional obtenida para cada hipótesis de cálculo.

En la primera fila de la tabla 6-3 (en azul), se muestra la evaluación hecha para una de las canteras en función de las distintas hipótesis y su producción estimada. Una vez realizado el cálculo para las cincuenta explotaciones, se ha procedido al sumatorio que aporta la cifra total de la producción regional bajo cada una de las hipótesis, y por último, el valor estimando. Resultan muy interesantes las conclusiones que se derivan del análisis de la producción cuyos resultados se pueden ver en la tabla:

- Las producciones cuyo cálculo proviene de los datos de los documentos presentados en la administración como: los planes de labores, el proyecto de voladuras y la petición de explosivo, presentan valores similares y, además, coinciden con los obtenidos en el cálculo de la producción de la planta, trabajando ésta con unos horarios normales, de lunes a viernes.
- Los valores obtenidos por la hipótesis de producción en planta con consumos eléctricos en horarios normales de trabajo resultan anormalmente bajos, debido al factor de simultaneidad aplicado a las hipótesis de energía eléctrica ($P_m/P_i=0,5$) y al horario establecido.
- La producción estimada por las empresas del sector de los áridos en la Región de Murcia, en el año 2.006, corresponde al 79% del valor máximo que pueden producir sus instalaciones.

- Las empresas disponen de la maquinaria móvil necesaria para acometer los incrementos de producción que pudieran ser necesarios para atender a los aumentos del consumo, ajustables a la capacidad de producción máxima de la planta.

Producción por Empresas

Tras analizar todos estos resultados podríamos preguntarnos, ¿cómo se distribuyen las empresas de la región en función de su producción?. Para ello, clasificamos a las empresas utilizando como límites entre los intervalos: 300 kt, 800 kt, 1.500 kt y 2.500 kt (figura 6-8). Consideramos que una producción anual de 1.500.000 t separa una “Pequeña o Mediana Cantera” de una “Gran Cantera”. Se muestra un gráfico de barras donde se encuentran los resultados en orden a esta clasificación. El 77% de las explotaciones se sitúa por debajo de la producción establecida como de “Gran Cantera”, el resto, el 23% de las explotaciones, presenta una producción superior al 1.500 kt anual.

Figura 6-8. Porcentaje de explotaciones de la Región de Murcia en función de la producción de árido.

<p align="center">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
Tesis: Producción	Pág. 117

Ahora bien, tiene también interés el responder a la pregunta: ¿qué volumen de producción proporcionan cada grupo?.

El 53% de la producción regional de árido es suministrada por las grandes canteas y el 47% lo produce el resto.

6.3 Estimación del Coste

La supervivencia de cualquier empresa exige la **rentabilidad** de su negocio, elemento motor de la actividad económica de la que dependen directamente los puestos de trabajo y una serie de consumos que mantienen la vitalidad de los mercados relacionados con aquella. La labor económica de la empresa se realiza en dos niveles: en el primer nivel se trabaja para minimizar los gastos, desde los departamentos técnico y económico, y en el segundo nivel, para maximizar los ingresos desde el departamento comercial. El departamento técnico de la empresa tiene que disponer de las herramientas que le permitan conocer cómo se originan los gastos, para adoptar las medidas de control y optimización más adecuadas y eficaces. No se trata de gastar poco, sino de conseguir una mejor relación entre el gasto y el ingreso, optimizando las inversiones y los sistemas productivos. Los Modelos Económicos son herramientas de control y simulación, que incluyen los datos y cálculos a partir de los que estimar la inversión y los costes de operación, así como los ingresos que se pueden obtener para determinada intensidad del negocio, a partir de la información comercial de que se disponga. (Trigueros, E. 2006).

La estimación de los costes en minería exige un esfuerzo creativo, cuyo alcance y exactitud depende de la información de que se dispone (Stebbins, S.; Schumacher, O., 2001). Estos autores, ante la posibilidad de utilizar métodos de estimación de los costes de capital y operación a partir de ciertos parámetros índice, tales como, el método del Índice de Coste, el método del Proyecto Similar,

DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.	
Tesis: Producción	Pág. 118

el de Coste-Capacidad, etc. (López C. 1995), consideran más adecuado para la estimación de los costes en minería el Método de Detalle Simplificado. Para aplicarlo consideran la siguiente división de tareas dentro del proceso de Evaluación Económica:

- Diseño y descripción de los trabajos y operaciones.
- Cálculo de los equipos, trabajadores y suministros relacionados con dichas operaciones.
- Aplicación de los datos de costes, salarios y precios para el cálculo de los costes de capital (amortización de la inversión) y de operación.
- Estudio del Flujo de Fondos para el cálculo de la rentabilidad.

Los dos primeros conjuntos de tareas del proceso anterior, se han realizado ya en el capítulo de cálculo de producciones, mediante el procedimiento para la estimación de la producción, por lo tanto, solo nos queda aplicar los costes a cada una de las etapas de producción y realizar el estudio de rentabilidad.

Para el análisis de la rentabilidad se han utilizado los métodos de Evaluación de la Rentabilidad (Bustillo, M. y López C. 1.997), tales como el VAN y el TIR, métodos bien conocidos y fácilmente implementables una vez que conozcamos los flujos dinerarios.

La cifra de referencia a la hora de conseguir la rentabilidad consiste en el precio de venta del producto. Se han recopilado las tarifas de precios de las empresas visitadas. Debido a la gran variedad de productos ofertados y al margen de maniobra que disponen las empresas a la hora de realizar descuentos por ventas, se han tomado como valores de referencia los precios de venta ofrecidos por la Federación de Áridos (FdA, 2008).

<p align="center">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
Tesis: Producción	Pág. 119

La calidad del modelo se ha comprobado utilizando los datos reales de dos de las canteras para su calibración. A continuación se ha empleado para el conjunto de canteras evaluadas, un total de 31 explotaciones de las que se disponía de datos suficientes para poder obtener resultados representativos.

6.3.1 Estructura y Organización de los Costes

Se ha adoptado la estructura y la organización de los costes sugerido por Carlos López Jimeno (1.995) adaptándola a las peculiaridades del sector.

Costes de Capital (Amortización de la Inversión)

- a. Investigación y estudios de ingeniería: investigación geológico-geotécnica. Proyecto de apertura. Estudio de Impacto Ambiental. Planes de Labores.
- b. Adquisición de Terrenos: superficie de explotación y de servicios de la cantera.
- c. Obras e Infraestructuras: accesos, edificaciones, centro de transformación, depósitos y/o pozos de agua y depósitos de combustible.
- d. Instalaciones y Servicios mineros: Compresores y redes de distribución de aire, bombas y redes de distribución de agua, generadores y líneas eléctricas fijas y sistemas de iluminación.
- e. Maquinaria móvil: Palas, volquetes, cubas y automóviles.
- f. Mobiliario y enseres: mobiliario y enseres de oficina, almacenes y talleres, vestuarios y comedores.

<p align="center">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
Tesis: Producción	Pág. 120

- g. Imprevistos: 15 % del total de las inversiones.
- h. Capital circulante: necesario para comenzar la operación. Tomamos un cuatrimestre de los costes indirectos (O'Hara, T., 1.979).

Costes de Operación

- a. Mano de Obra: Salarios y seguridad social.
- b. Compras y suministros: Perforación, explosivos, martillo hidráulico, energía, combustibles y aceites, neumáticos y agua.
- c. Mantenimiento: De todas las instalaciones y equipos móviles.
- d. Indirectos: Gastos financieros, seguros de la maquinaria y de los trabajadores, gastos generales y administrativos.
- e. Restauración.
- f. Canon e impuestos municipales.

6.3.2 Procedimiento de trabajo

6.3.2.1 La herramienta informática

El modelo económico se desarrolla en soporte informático, una hoja de cálculo confeccionada en EXCEL, programa perteneciente al paquete de programas de Microsoft-Office. Se trata de un libro en cuyas hojas vamos a encontrar tres tipos de celdas, dependiendo de su uso:

<p style="text-align: center;">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
Tesis: Producción	Pág. 121

Azules: son aquellas celdas destinadas a la introducción de los datos necesarios para el cálculo. Es muy importante el introducir los datos en las unidades exigidas, ya que sino, los resultados serán erróneos.

Verdes: son datos genéricos, en general costes unitarios, que proporcionamos como valor más común o más adecuado desde nuestro punto de vista, pero que pueden ser modificados por el usuario según lo considere conveniente, pudiendo simular el efecto que suponen los abaratamientos o encarecimientos de los diferentes suministros (la electricidad, el gasoil, neumáticos, etc).

Rojas: son las casillas en las que aparecen reflejados los resultados de los cálculos y que no pueden ser modificadas de ninguna manera al estar bloqueadas.

La mayoría de las celdas para introducción de datos son numéricas, pero en algunos casos nos encontramos con celdas alfabéticas como la introducción del nombre de los equipos.

6.3.2.2 Perforación y Voladura

La primera hoja del modelo está destinada al cálculo del coste de la perforación y voladura. En ésta se introducen los parámetros básicos, como los datos que son necesarios para el resultado final: las cantidades explosivo por voladura, el consumo específico, etc.

Para el coste, se han utilizado un listado de precios unitarios facilitados por la empresa fabricante (MAXAM, 2007). Aparecen en la hoja de cálculo todos los accesorios que pueden necesitarse para la ejecución de la voladura, permitiendo al usuario disponer de ellos según su criterio. De tal forma que, si no se utilizan no afectan al cálculo global.

<p align="center">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
Tesis: Producción	Pág. 122

Un hecho habitual, de las explotadoras de canteras es la subcontratación de la perforación y voladura. La empresa subcontratada realiza la perforación y ejecuta la voladura (coste del explosivo a cargo de la empresa). Por este motivo, el cálculo de la perforación se ha limitado a la introducción de un coste unitario por metro lineal (el total de metros viene contemplado por los parámetros introducidos previamente), una información que ha sido obtenida en las entrevistas con los directores facultativos y perforistas.

Un aspecto importante, en el cómputo general, es el coste aplicable a la operación con martillo hidráulico. Éste viene afectado directamente por el porcentaje de sobretamaños (materiales que exceden de tamaño a las dimensiones de la boca de admisión de la machacadora) generados tras la voladura. A efectos de cálculo, se introducirá este porcentaje, obteniendo un volumen y aplicando un coste por metro cúbico.

Seguidamente se refleja el coste imputable a la mano de obra: salario neto, contribución a la seguridad social e IRPF, siempre calculado, para cada categoría, en función de los trabajadores que sean necesarios. Hay que considerar si el personal que realiza la carga de explosivo es de la empresa o subcontratado. Además, se debe introducir el número de días trabajados, así como el porcentaje de gastos generales, que consideramos como un tanto por ciento del coste de mano de obra.

Por último, se presenta un resumen de los costes por tonelada de las distintas partidas que intervienen y el coste total de perforación y voladura.

6.3.2.3 Carga y Transporte

La segunda hoja está dedicada al cálculo del coste de la carga y del transporte. Es necesario introducir los datos relativos a estas operaciones, comprobando si, con las horas trabajadas y con los equipos utilizados, se puede satisfacer la

<p align="center">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
Tesis: Producción	Pág. 123

producción deseada. Una vez ajustada esta producción, dispondremos de las horas trabajadas por los distintos equipos, y solo nos queda introducir el coste de adquisición de los mismos para determinar su coste horario.

Se muestran dos columnas de coste de adquisición, la primera (coste unidad nueva) es necesaria para el posterior cálculo del mantenimiento, que viene expresado en un tanto por ciento del coste de la unidad nueva. Si el equipo es nuevo, este tanto por ciento será mínimo y si el equipo es antiguo el coste en mantenimiento es, inevitablemente, superior. En la segunda columna aparece el coste de la unidad, dato que conjuntamente con las horas de amortización de la máquina, es la base para determinar el coste horario.

Los neumáticos representan un capítulo muy importante dentro del coste de suministros. El modelo permite introducir el coste por unidad y las horas de vida del repuesto, así por ejemplo, para un volquete articulado, se ha considerado un coste por neumático de 4.500 euros y un cambio cada 4.000 horas.

Por la gran variedad de equipos móviles, que se han encontrado en las canteras, y por la importancia que tienen en el computo general los costes imputables al consumo de gasoil, se ha decidido unificar los criterios a la hora de cuantificarlos. El procedimiento seguido se basa en conocer la potencia en Kw de la máquina, escoger su homóloga para la marca de referencia (Caterpillar) y, a través del manual de rendimientos de este suministrador (Caterpillar, 2006), obtener el consumo.

Por último, figuran los costes de mano de obra, en los que actuamos de la misma forma para todos los capítulos.

<p align="center">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
Tesis: Producción	Pág. 124

6.3.2.4 Planta de Trituración y Clasificación

En la tercera hoja del modelo, se calculan los costes por tonelada imputables a la planta de trituración y clasificación. En primer lugar se introducen las toneladas que se desean tratar anualmente. A continuación se establecen las condiciones horarias de trabajo, tanto para la maquinaria de planta y acopios, como para la propia planta.

En el subgrupo denominado “A. ADQUISICIÓN” aparecen, como en el apartado anterior, dos columnas de adquisición de maquinaria y de la planta con el objeto de evaluar posteriormente el coste de mantenimiento. Continuando con la misma filosofía; en función de la antigüedad de la maquinaria, así será el coste de mantenimiento. Se determinará seguidamente la amortización de los equipos y, en función de las horas trabajadas anualmente, se obtendrá el coste de propiedad por tonelada.

En cuanto a los consumos de energía, se tendrá en cuenta la potencia instalada y los factores de simultaneidad, así como, el precio del Kwh. Los consumos de combustible se calculan en base a la potencia de los equipos móviles, cuyo consumo se obtiene de los equipos homólogos de la marca de referencia.

6.3.2.5 Coste de Restauración y Gabinete

Dependiendo del método de explotación podemos encontrar distintas formas de llevar a cabo la restauración, como caso más frecuente, se realiza la restauración una vez finalizado el proceso productivo. Para conocer la extensión de la superficie a restaurar y el valor del aval que ha de ser presentado ante la administración, necesitamos conocer el ángulo y la altura del talud y la corrida del frente. Con estos datos se determina el total de hectáreas a restaurar, y a continuación solo nos queda introducir el precio del aval por hectárea, habiendo considerado un valor, por defecto, de 60.000 euros.

Los costes relacionados con: los estudios técnicos, la dirección facultativa (externa), administraciones, seguros y gastos generales, se consideran un tanto por ciento (15%) del coste del árido por tonelada.

6.3.2.6 Costes Parciales y Totales

Una vez calculados los costes de operación, incluyendo los derivados de la restauración, se muestran gráficamente en la hoja cuatro y cinco los costes parciales y totales. Los resultados corresponden a una de las explotaciones evaluadas, donde se observa, la importancia relativa de los componentes del coste considerados (figura 6-9), y los costes de cada una de las tres etapas del ciclo productivo y del conjunto del coste de restauración (avales) y de gabinete (figura 6-10).

Figura 6-9. Costes Parciales de Operación y Restauración.

Figura 6-10. Costes por Etapa y Restauración.

6.3.2.7 Estudio de Rentabilidad

Para terminar, se lleva a cabo un análisis de rentabilidad. Algunos datos necesarios que no se incluyen en los apartados anteriores y que también se recogen en la hoja, son:

- Compra del terreno.
- Obras e infraestructuras
- Mobiliario y enseres.

El cálculo realizado por la hoja se divide en tres partes:

- a. **Gastos Financieros.** Se incorporan la posibilidad de préstamos a corto y a largo plazo. Así como el cálculo de los intereses generados.

- b. **Costes de operación.** Se incluyen los citados en los apartados anteriores sumándoles los correspondientes a los intereses si se ha optado por la opción de pedir préstamos.

- c. **Cálculo del TIR.** Para ello es necesario introducir el IPC y el precio de venta.

CAPÍTULO 7. DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO

7. DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO

Frente al diagnóstico tecnológico clásico, ya obsoleto, de considerar como nivel tecnológico de unas instalaciones el correspondiente a la modernidad de sus equipos, actualmente hay que ir más allá, realizando un análisis más completo de todos los elementos que componen el sistema de producción, como la organización de los recursos humanos, la eficiencia de los procesos o la disposición en planta.

Por ese motivo, en este apartado, sin dejar de incorporar el inventario de maquinaria, centramos la mayor parte del trabajo sobre el diseño de la matriz de evaluación y, sobre la aplicación de ésta hasta terminar con los resultados y la interpretación de éstos en forma de conclusiones.

7.1 Inventario de Maquinaria

Un primer indicador del nivel tecnológico de un sector es la antigüedad de sus instalaciones y equipos. El objetivo recogido en este epígrafe consiste en comparar el estado de la maquinaria con respecto a la localizada fuera de la CARM y, sobre todo, a la nueva oferta presente en el mercado, con las últimas innovaciones.

En primer lugar abordamos la ejecución de un **inventario de maquinaria, tanto móvil como fija**. El recuento de equipos móviles de trituración ha sido imposible, con carácter general, debido a la utilización temporal en muchas de las explotaciones que optan por este tipo de maquinaria.

Es interesante, conocer, además, el modelo y fabricante de los equipos empleados más habitualmente en cada etapa del proceso, así como su grado de

<p align="center">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
<p>Tesis: Diagnóstico Tecnológico</p>	<p>Pág. 132</p>

implantación en el sector regional. Los resultados vendrán definidos separadamente para los equipos móviles y los fijos.

El histograma de equipos móviles, por fabricante, que se encuentran en las explotaciones que han sido evaluadas se muestra en la figura 7-1, destacando tres suministradores por encima del resto; Caterpillar, Komatsu y Volvo, con aproximadamente el 60% del parque móvil regional².

Podemos hacer un análisis más detallado para las distintas fases del proceso productivo: perforación, carga y transporte y planta de tratamiento. En la figura 7-2, se muestra un gráfico de barras donde se encuentran los resultados en función del fabricante y de la etapa considerada. Los equipos del fabricante caterpillar son los más utilizados para la carga del material en el frente, ya sea, tipo excavadora de cadenas (CAT 385 B³), o bien, cargadora de ruedas (CAT 992).

Para el transporte del todo uno hacia la planta, los modelos están más repartidos entre las marcas antes citadas. La diferencia estriba en el tipo de volquete, rígido o articulado. Las canteras que apuestan por volquete fijos lo hacen con las marcas caterpillar o komatsu (CAT 773, HD 456) y las que usan articulados, lo hacen de la marca volvo (A40), dependiendo de las características de las explotaciones.

En la tercera etapa, planta de tratamiento, los equipos más frecuentes son las palas cargadoras de ruedas tipo WA 500, CAT 988 o L120, así como, los volquetes articulados, tipo A25, para la gestión de stock, y por último, el empleo de camiones, no articulados, para el movimiento de materiales por el interior de la instalación y para su uso como camión cisterna, en el riego de pistas.

² En el cálculo porcentual no se han incluido los equipos de perforación.

³ Modelos más frecuentes.

Aunque como indicamos, los fabricantes presentes son tradicionales podemos resaltar la incorporación de marcas como Hitachi que, en los últimos tiempos, se están introduciendo en el sector.

El parque de maquinaria móvil está constituido, en mayor medida, por máquinas nuevas o seminuevas, con un alto nivel tecnológico y con elevadas prestaciones en materia de prevención de riesgos laborales.

Distribución de Equipos por Fabricantes

Figura 7-1. Número de equipos por fabricantes presentes en las canteras evaluadas.

En la planta de tratamiento y clasificación se distinguen tres etapas de reducción de tamaño a las que denominamos primario, secundario y terciario.

Los histogramas que se muestran en las figuras 7-3, 7-4 y 7-5, corresponden al tanto por ciento de equipos suministrados por cada fabricante a las empresas del sector, en función, de la etapa correspondiente. Subrayar que, “Roher” es el principal proveedor de maquinaria para canteras, del sector de los áridos de Murcia, debido, fundamentalmente, al montaje de instalaciones completas.

Nº Equipos por Etapas y Fabricante

Figura 7-2. Número de equipos clasificados por la etapa en la que trabajan y por fabricante.

Hacer referencia, al alto índice de los clasificados como “otros”, debido a la imposibilidad de concretar el fabricante o no aparecer este dato en los planes de labores.

Merece ser comentada la aparición de un fabricante local como “Guerrero”, procedente de la comarca de Cartagena, que en los últimos tiempos ha instalado un gran número de equipos a las empresas de la región.

También es relevante, la fuerte incorporación de equipos terciarios (figura 7-5), más conocidos como “areneros”, del fabricante “Magotteaux”, alcanzando aproximadamente el 20% de los equipos terciarios instalados.

Equipos Primarios según Fabricante

Figura 7-3. Porcentaje de equipos primarios clasificados por fabricante.

Equipos Secundarios según Fabricante

Figura 7-4. Porcentaje de equipos secundarios clasificados por fabricante.

Equipos Terciarios según Fabricante

Figura 7-5. Porcentaje de equipos terciarios clasificados por fabricante.

En conclusión, la maquinaria que hemos encontrado en la mayoría de las instalaciones está acorde con los requerimientos y las garantías exigidas en la actualidad. Con esto, se cubre una parte del estado tecnológico, es decir, maquinaria moderna, pero con ello no es suficiente, es necesaria la implicación de la dirección, una adecuada organización y filosofía empresarial, etc., todo ello interviene en el resultado tecnológico.

7.2 Matriz de Evaluación de Canteras de Áridos (mECA)

7.2.1 Introducción

En la actualidad, ya no es suficiente con realizar únicamente un análisis de viabilidad económica a la hora de definir una explotación o proceder a su apertura. Hay que tener en cuenta otras componentes de la viabilidad: **tecnología (eficiencia y calidad), medio ambiente, seguridad y aceptación social.**

La necesidad de disponer de una herramienta para la gestión y tratamiento de los datos obtenidos en la primera fase del presente trabajo de investigación, ha llevado al desarrollo de esta matriz, en la que se distribuyen por áreas de trabajo los aspectos técnico, medioambiental, en seguridad y socioeconómico. Hagamos un repaso de cuales han sido los aspectos evaluados más importantes en éstas áreas.

Análisis de la Técnica Minera

Se trabajó con los datos sobre maquinaria móvil (incluyendo plantas) y fija, las variables de la voladura, la geometría de la explotación, etc. Procediendo, para cada explotación, al cálculo de:

- **Las fragmentaciones** resultantes de las voladuras, incidiendo sobre la proporción de sobretamaños (para el cálculo de los costes asociados al martillo hidráulico).
- **Los ciclos de trabajo** de la maquinaria móvil, según la disposición de las diferentes zonas de cantera y planta.
- **Las producciones de las plantas de tratamiento y clasificación**, teniendo en cuenta los tiempos de producción, la conexión entre primarios y secundarios, y la reserva aportada por el prestock. Producciones máximas y normales por planta en función de los horarios de trabajo.
- Las capacidades de producción que permiten **los equipos de carga y transporte** de que se dispone.
- **Los consumos energéticos y el coste por tonelada** de cada una de las actividades.

<p align="center">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
<p>Tesis: Diagnóstico Tecnológico</p>	<p align="right">Pág. 138</p>

Análisis de aspectos Medioambientales y de Seguridad.

Parte de los datos que se tomaron en cantera, lo fueron para completar los documentos disponibles en relación con estos aspectos, comprobando la existencia, o no, de medidas encaminadas a eliminar o reducir los impactos y molestias, como ruido, polvo, impacto visual y la correcta gestión del agua. El nivel de restauración. Los peligros en zonas de presencia de trabajadores, la señalización, el uso de EPI's y la limpieza y organización de las instalaciones. Los documentos de marcado CE, la implantación de sistemas de gestión ambiental y de calidad, etc.

Análisis de la situación Socio-económica

Se trabajó, en este sentido, sobre los datos del número medio de empleos directos e indirectos, del número de jornadas trabajadas, de los índices de absentismo, del volumen de negocio, inversiones, etc.

El análisis de cada grupo consistió en organizar los datos de partida y sacar los valores medios, comparando los resultados con las encuestas europeas (EU, 2003) y viendo las desviaciones más significativas. Además, se estudiaron aspectos como el transporte para la distribución y su afección a las infraestructuras, o el consumo de agua y los abastecimientos de energía, así como, otros estudios económicos, de diversa naturaleza, como los de la incidencia del coste de árido en el hormigón.

Una vez finalizado el proceso de análisis y evaluación, con la obtención de los resultados de cada una de las variables analizadas en cada cantera, se podían emitir juicios parciales, en relación con un aspecto concreto, pero deseábamos disponer de un único parámetro global de la explotación que integrara a todos los demás. Se requería poder utilizar, según la naturaleza de la variable evaluada,

<p align="center">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
<p>Tesis: Diagnóstico Tecnológico</p>	<p>Pág. 139</p>

calificaciones numéricas o alfabéticas. Y en ese punto, decidimos recurrir a un sistema de evaluación multiparamétrico, en forma matricial.

La estructura de la matriz y su funcionamiento debía permitir asignar a la explotación un valor dentro de un rango de 0 a 100, con carácter porcentual, en el que el 100% correspondería a una explotación que cumple con todos los criterios técnicos, medioambientales, de seguridad y socioeconómicos. En el proceso de cálculo hasta el resultado final, la calificación de cada uno de los aspectos evaluados, es sometida a una ponderación, en relación con el peso que queremos que tenga dentro del valor global.

El proceso de evaluación tenía, además, que ser simple, claro y objetivo, de forma que la respuesta a un extenso cuestionario, que pudiera albergar todos los datos necesarios, condujera directamente a la puntuación y al diagnóstico.

7.2.2 Manejo de la mECA

La matriz de evaluación de canteras de áridos (mECA) pretende, por tanto, ser una herramienta de fácil utilización para el técnico o evaluador, que le permita con su utilización, una imagen integral de la explotación. Otros autores desarrollan modelos de estudio similares pero refiriéndose únicamente a aspectos parciales. Además de su carácter global, se ha diseñado para que nos permita realizar análisis individuales, de los distintos campos que encontramos en la matriz, haciendo posible una planificación, sobre aquellos aspectos críticos, peor evaluados.

La primera columna de la mECA incluye, a modo de cuestionario, las variables o indicadores, que son los aspectos y actividades que se evalúan agrupadas por conjuntos más generales. Por ejemplo, el primer conjunto que es “*Cantera*” contiene los siguientes aspectos a evaluar: “*Altura total del frente*”, “*Altura de los bancos*”, “*Método de explotación*”, “*Nivel de restauración*” e “*Impacto visual*”.

Cada una de las cuatro columnas restantes de la mECA, se refiere a un punto de vista diferente en la evaluación de los aspectos nombrados. Permiten calificar cada indicador, desde la dimensión técnica, medio-ambiental, en seguridad y socioeconómica.

ASPECTOS, VARIABLES, INDICADORES	VALORACIÓN TÉCNICA				
	c	v (0-5)	i	p	
FRENTE DE CANTERA					
Altura total frente	60		0%	0,00	
Altura de los bancos	20	4	30%	1,20	sobre
Método de explotación	BD	4	50%	2,00	4,0
Nivel de restauración	malo		0%	0,00	3,20
Impacto visual	grande		0%	0,00	80%

Figura 7-6. Una parte de la mECA en la que se valoran técnicamente (primera columna) aspectos del frente de la cantera (primer conjunto de filas).

Siguiendo el ejemplo de la figura 7-6, al enfrentar el conjunto de aspectos de la “Cantera” con la primera columna de “Valoración Técnica” lo primero que hacemos es introducir el dato que hemos recopilado en campo, el dato de cuestionario, en la subcolumna “c”. En este ejemplo, la altura total del frente es de “60” m, la altura de los bancos de “20” m, el método de explotación es el de banqueo descendente “BD”, el nivel de restauración es “malo” y el impacto visual generado por el frente de cantera es “grande”.

Hemos considerado como variables o indicadores a todos aquellos aspectos de una explotación de áridos susceptibles de evaluación técnica, medioambiental, en seguridad o socioeconómica. Se han recopilado 200 variables, aunque no todas las variables mantienen relación con todas las columnas de valoración. Por

<p align="center">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
Tesis: Diagnóstico Tecnológico	Pág. 141

ejemplo, el número de bancos de una explotación no tiene influencia directa sobre la situación socioeconómica.

7.2.3 Procedimiento de Valoración y Recorrido Horizontal por la mECA

Los criterios (baremos de asignación de puntuación y peso a cada variable) utilizados para analizar los aspectos técnicos, se basan en considerar como punto de referencia (benchmark), la mejor técnica disponible o la operación minera más rentable, así como, la calidad de los productos finales. Desde el punto de vista medioambiental, el criterio seguido como evaluación positiva es la reducción o eliminación del agente contaminador. Para evaluar la seguridad, se han tenido en cuenta el cumplimiento de la normativa vigente como el RGNBSM, los reglamentos electrotécnicos de baja tensión, etc.

Siguiendo con el ejemplo mostrado en la figura 7-6, si el aspecto evaluado es susceptible de calificación técnica le damos un valor entre 0 y 5 en la subcolumna “v” de valoración. En este caso son las “*Altura de banco*” y el “*Método de explotación*” los que tienen una incidencia sobre la calidad técnica de los procedimientos de la cantera, y se les ha asignado un valor de 4, bastante favorable.

La subcolumna “i” marca el peso o importancia de las variables dentro del conjunto global de la valoración. Han sido ajustados por nosotros, y por comodidad su suma puede superar el 100%. Así, por ejemplo, para una cantera de áridos, a escala medioambiental, afecta más el impacto visual de la explotación que el sistema de riego de pistas que utiliza la empresa. Ambos parámetros son importantes pero, evidentemente, no se les puede asignar la misma influencia. Volviendo al ejemplo del frente de cantera, los dos aspectos

<p style="text-align: center;">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
Tesis: Diagnóstico Tecnológico	Pág. 142

valorados tienen un peso de 30 y 50% respectivamente, dejando a cero los que no tienen influencia.

La puntuación final, en la subcolumna “p”, nos da la puntuación, y se obtiene al multiplicar el valor de la valoración “v” por la importancia “i”. En la última subcolumna aparecen tres celdas, bajo la palabra “sobre”, a las que denominaremos, de arriba hacia abajo:

- **VMCe**, valor máximo del campo, que corresponde con la máxima puntuación que una cantera puede obtener al sumar los valores de subcolumna “p”, y que corresponde, lógicamente, con el caso de una valoración igual a 5 en todos los aspectos susceptibles de evaluación de la columna “v”. En la figura 7-6, vemos que se podría haber estimado un valor máximo de 4 como suma de 1,5 y 2,5, con lo que VMCe es 4.
- **VCe**, valor del campo obtenido, al sumar los valores de subcolumna “p” para nuestro caso concreto. En el ejemplo, la celda VCe tiene un valor de 3,2.
- **PCe**, es el porcentaje entre lo obtenido en la valoración VCe y lo máximo que podríamos haber logrado VMCe. En el ejemplo, corresponde al resultado de dividir 3,2 entre 4, es decir, un 80%.

Tendríamos, pues, nuestro primer resultado parcial: en la cantera analizada la valoración técnica del frente de cantera es del 80%.

De igual forma, actuaremos, si continuamos recorriendo la mECA horizontalmente y, como vemos en la figura 7-7, la valoración ambiental, *Pce*, de los frentes de cantera es tan solo del 21 %, debido en gran parte a la importancia asignada al impacto visual, con una *i* del 450%. Puede parecer curiosa esta cifra, para este

caso, pero corresponde al valor necesario para que el indicador influya con un 10% sobre la valoración medioambiental total.

Por último, para acabar ese recorrido horizontal por la mECA, para la valoración de la variable “*Frente de cantera*”, abordaríamos la valoración socioeconómica de este indicador. Lógicamente, no tienen una influencia directa, como reflejamos en la parte de la matriz que aparece en al figura 7-8.

ASPECTOS, VARIABLES, INDICADORES	VALORACIÓN MEDIOAMB. Y SEG.				
	c	v (0-5)	i	p	
FRENTE DE CANTERA					
Altura total frente	60		0%	0,00	
Altura de los bancos	20	5	20%	1,00	sobre
Método de explotación	BD	5	50%	2,50	36,4
Nivel de restauración	malo	2	200%	4,00	7,50
Impacto visual	grande	0	450%	0,00	21%

Figura 7-7. Parte de la mECA en la que se valoran medioambientalmente y en relación con la seguridad (segunda columna) aspectos del frente de la cantera (primer conjunto de filas).

ASPECTOS, VARIABLES, INDICADORES	VALORACIÓN SOCIOECONÓMICA				
	c	v (0-5)	i	p	
FRENTE DE CANTERA					
Altura total frente	60		0%	0,00	
Altura de los bancos	20		0%	0,00	sobre
Método de explotación	BD		0%	0,00	0
Nivel de restauración	malo		0%	0,00	0
Impacto visual	grande		0%	0,00	0%

Figura 7-8. Parte de la mECA en la que se valoran a nivel socioeconómico (tercera columna) las características del frente de la cantera (primer conjunto de filas).

- **VMC**, valor máximo del campo, considerando todos los criterios de evaluación. Será la suma de los VMCe en horizontal. Para nuestro ejemplo, es la suma de 4,0 y de 36,4, es decir vale 40,4.
- **VC**, valor del aspecto de la explotación que ha sido valorado para la cantera que está siendo analizada. Se consigue sin más que al sumar los valores obtenidos en todas las valoraciones VCe en la horizontal. En nuestro caso será 10,7.
- **PC**, La relación porcentual entre lo obtenido y lo máximo que podríamos haber logrado. Para el ejemplo considerado, el resultado de dividir 10,7 entre 40,4, es decir un 26,5%.

VARIABLES	VALORACIÓN TÉCNICA					VALORACIÓN MEDIOAMBIENTAL Y DE SEGURIDAD					VALORACIÓN SOCIOECONÓMICA					
	c	v (0-5)	i	p		c	v (0-5)	i	p		c	v (0-5)	i	p		
CAMPO	PC										PC	PC				
VARIABLES																
					VMCe										VMCe	
					VCe										VCe	
					PCe										PCe

VMC
VC
PC

El recorrido horizontal (figura 7-9), nos permite llegar a la conclusión de que, debido a sus características, el conjunto “*Frente de Cantera*”, se encuentran en

<p align="center">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
<p>Tesis: Diagnóstico Tecnológico</p>	<p>Pág. 145</p>

una cuarta parte de la que sería la mejor situación. Este análisis permite adoptar las medidas de mejora sin más que busca la explicación: el gran impacto ambiental del frente.

7.2.4 Importancia e influencia de los indicadores

La matriz de evaluación ha sufrido un proceso de ajuste durante todo el período de trabajo en la búsqueda del equilibrio. Se trataba de ser lo más realista posible con la columna de influencias (subcolumna “I”), que es la que va a condicionar el peso de cada aspecto en la columna de valoración, introduciendo reflexiones contrastadas, pero que, no estuvieran contaminadas por intereses particulares.

Ya se ha visto, que el valor porcentual de un impacto visual acusado del frente de cantera, en la valoración ambiental, supone un 10% de toda la evaluación medioambiental. Otros aspectos, como el consumo de gasoil, tienen influencia técnica y ambiental. Para consumos de más de 0,42 l/t en la carga y transporte (a causa, por ejemplo de una distancia excesiva) se adoptaría un valor de 0, contando con un 30 % de influencia en la valoración técnica.

En la figura 7-10, se muestra el porcentaje de influencia de todos los aspectos que tienen relevancia en el análisis técnico. Observamos la gran diferencia entre ellos y, sobre el resto, dos variables, una es el “*Grado de mantenimiento de la planta de tratamiento*” al que se le ha asignado un peso del 8%, y otra, la “*Fragmentación de la voladura*” a la que se le ha asignado el 6%. Las demás variables, se sitúan dentro de un rango que oscila entre el 0,5% y el 4%. Los indicadores sin valoración, que se aprecian en la figura, corresponden a aquellos que no afectan a la valoración técnica.

Figura 7-10. Importancia de las variables o indicadores según la evaluación técnica.

Otros aspectos que destacan, por su mayor importancia, en las otras dos evaluaciones son el “*Impacto visual*”, los “*Accidentes mortales*”, el “*Volumen de negocio*” o el “*Importe de las inversiones*”.

7.2.5 Importancia de las Evaluaciones parciales en el Global.

Recorrido Vertical

Otro conjunto de resultado que podemos obtener lo conseguimos con un recorrido vertical (figura 7-11), ya que, cada columna de la mECA supone, en vertical, la valoración o evaluación de unos 200 aspectos, o variables, de la cantera, objeto del análisis, bajo uno de los 3 aspectos de los que venimos hablando, que son el Técnico, MA y Seguridad y Socio-Económico.

Ya podemos imaginar que trabajando con la cifra de valoración de cada uno de los aspectos, Pce, puedo construir como suma el índice final de evaluación. No es habitual conferir la misma importancia a cada conjunto de criterios, por lo que, aunque nosotros hemos dado un 30% para las tres primeras evaluaciones y con un 10% para la evaluación socioeconómica. Cada circunstancia de evaluación

VARIABLES	VALORACIÓN TÉCNICA				VALORACIÓN MEDIOAMBIENTAL Y DE SEGURIDAD				VALORACIÓN SOCIOECONÓMICA				
	c	v (0-5)	i	p	c	v (0-5)	i	p	c	v (0-5)	i	p	
CAMPO					C				PC	PC			
VARIABLES													
					Ce				VMCe				VMCe
					e				VCe				VCe

MATRIZ DE EVALUACIÓN			
	Criterio		Ponderador
E V A L U A C I Ó N	Características Técnicas		30
	Características Medioambientales		30
	Características Seguridad		30
	Características Socio-económicas		10

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA
DPTO. DE INGENIERÍA MINERA, GEOLÓGICA Y CARTOGRÁFICA

<p style="text-align: center;">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
Tesis: Diagnóstico Tecnológico	Pág. 148

7.2.6 Cálculo del índice mECA

Sin perder de vista nuestro objetivo principal, que consiste en obtener un valor que defina de una manera integral el estado de una explotación de áridos, existen otros análisis que pueden realizarse con el auxilio de la mECA.

Ya hemos visto como el tratamiento horizontal (figura 7-9), nos conduce para la variable “*Frente de Cantera*”, en nuestro ejemplo, a identificar que un aspecto de suma importancia es el impacto visual, con lo que se ve muy penalizada su evaluación medioambiental. Así pues, el resultado del tratamiento horizontal constituye el estudio de cada actividad en función de todas las evaluaciones. Este análisis nos permite individualizar las distintas etapas de la actividad minera pero confiriendo un tratamiento global por actividad, lo que nos faculta para una planificación individualizada de nuestra explotación por etapas o por grupos de interés.

Si se lleva a cabo el análisis realizando un recorrido vertical (figura 7-11), lo que se consigue es obtener una visión de toda la explotación para un grupo de características concreto. En la mayoría de los casos, el técnico dispone de una información parcial en relación con la evaluación, conoce, por ejemplo, cuales son las deficiencias en materia de seguridad en la cantera, pero no tiene una información global de la seguridad en todo el proceso, desde el método de explotación elegido, hasta la salida de material de la planta de tratamiento. Este análisis vertical permite disponer de una visión integral del aspecto que se pretende analizar.

Para llegar a completar la asignación final de todo el estudio, utilizamos de nuevo el valor de asignación de peso “**Ponderadores**” (1ª columna, figura 7-13) que hace referencia a la importancia que, para el evaluador, van a tener los aspectos técnicos, medioambientales, de seguridad y socioeconómicos, para las circunstancias concretas que rodean su actuación. **El índice específico** (2ª

columna, figura 7-13) hace referencia a los valores obtenidos en la mECA una vez se ha realizado el análisis de recorrido vertical para cada uno de los aspectos. El **índice global** (3ª columna, figura 7-13) es el resultado de multiplicar la importancia de cada ponderador por el índice específico. Y por último, una vez completadas las celdas anteriores, se obtendrá un valor como suma de todos los índices globales, representando el valor cuantitativo entre 0 y 100 al que denominamos **Índice mECA**.

ASPECTO	PONDERADORES	ÍNDICES ESPECÍFICOS	ÍNDICES GLOBALES	
TÉCNICO	30,0%	84%	25%	
MA-S	60,0%	63%	38%	
SOCIAL	10,0%	89%	9%	
				ÍNDICE mECA
				72%

Figura 7-13. Resultados Globales, Índice mECA

$$\text{índice mECA} = \varphi_1 \cdot \sum itec + \varphi_2 \cdot \sum (iamb + iseg) + \varphi_3 \cdot \sum isoe \quad \text{Ecuación 7-1}$$

Los resultados que aparecen en la figura 7-13, corresponden a una cantera con una producción anual de 1.500.000 t año. El resultado final coloca a la explotación en un 72% de lo que sería una explotación modélica: aquella que utiliza todos los medios conocidos para eliminar los riesgos laborales, que emplea mejores técnicas para mitigar los impactos medioambientales, que se relaciona con la sociedad que la rodea, informando de sus actividades, etc.

7.3 Procedimiento de Evaluación y Resultados

La matriz de evaluación de canteras de áridos puede ser utilizada como herramienta de planificación de mejoras, en los diferentes aspectos, o de auditoria externa. Con el objetivo de situar a la empresa dentro de un baremo preestablecido o de homologarla con objetivos comerciales o administrativos.

<p style="text-align: center;">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
Tesis: Diagnóstico Tecnológico	Pág. 150

El procedimiento seguido, para el Diagnóstico Tecnológico, ha consistido en analizar con la mECA cada explotación y, posteriormente, hacer un estudio estadístico del conjunto. La presentación de los resultados se va a efectuar en dos niveles y con dos enfoques:

- Primeramente se describirán los aspectos más característicos de una explotación media, consiguiendo con ello la definición de una **cantera tipo media**.
- Seguidamente se analizarán los resultados de evaluación del índice mECA, para cada cantera y, por extensión, para el sector, de forma que se pueda elaborar, con ellos, un **análisis DAFO** en el presente.

7.3.1 Descripción de la Cantera Tipo de la CARM

En este apartado, se pretende ofrecer una imagen de cómo es una explotación típica del sector de los áridos en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia en el presente, describiendo sus principales características y haciendo referencia a las variaciones más significativas en relación con las demás canteras estudiadas, aprovechando los mimos grupos de valoraciones planteadas en la mECA: técnica, medioambiental, seguridad, calidad y socioeconómica.

7.3.1.1 Características Técnicas.

El método de explotación de esta cantera tipo sería el de banqueo en ladera (foto 7-14), con un 80% de los casos evaluados, de los cuales el 58% se desarrolla por banqueo ascendente. También se encuentra alguna explotación en corta y con banqueo en hueco troncocónico.

La altura del frente, más frecuente, es inferior a los 100 metros (55%), estando compuesto éste, en la mayor parte de los casos, por dos ó tres bancos con una altura inferior a los 20 metros (61%).

Foto 7-1. Método de Explotación en Ladera. Sentido de avance ascendente.

Las características del arranque dependen de la ripabilidad o volabilidad del terreno, tal y como se indicó, pudiéndonos encontrar con los siguientes métodos:

- Perforación y voladura.
- Arranque con Tractor, con o sin prevoladura.
- Excavación directa con excavadora ó cargadora.

La distribución de los sistemas de arranque utilizados en la región se muestra en la figura 7-14, con un arranque mayoritariamente resuelto mediante perforación y voladura. En unos pocos casos se utilizaron tractores (CAT D11R), o se emplean prevoladuras y tractor de orugas.

Figura 7-14. Distribución de los Sistemas de Arranque en la CARM.

Figura 7-15. Distribución por tipo de Martillo, por Diámetros de Perforación y por Perforación Específica.

<p align="center">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
<p>Tesis: Diagnóstico Tecnológico</p>	<p>Pág. 153</p>

La perforación, en la explotación tipo, se llevara a cabo según las siguientes características, reflejadas en la figura 7-15:

- El diámetro de perforación más empleado es de 3^{1/2"}.
- Se utilizan perforadoras de martillo en cabeza, con una orquilla de diámetros que abarca desde las 2" hasta las 6^{1/2"}.
- La relación entre los metros lineales perforados y los metros cúbicos extraídos (perforación específica) se situaría entre 0,07 y 0,175 ml/m³.

Si relacionamos el diámetro de perforación con la perforación específica, puede apreciarse que, según vamos aumentando el diámetro, la perforación realizada por metro cúbico va descendiendo (figura 7-16), lo que se traduce en una disminución de los costes de perforación para un mismo volumen extraído. Por otro lado, a partir de una perforación específica de 0,075 m/m³ se aprecia una asíntota horizontal, que nos indica, que por encima de 115 mm (4^{1/2"}) los aumentos del diámetro no consiguen disminuir ya la perforación específica.

Los equipos de perforación existentes son de última generación, contando con los últimos adelantos en materia de prevención de riesgos laborales, tanto por su ergonomía, como por las condiciones de seguridad e higiene que permiten para el trabajador. Hacer hincapié, en la dificultad tenida a la hora de localizar este tipo de maquinaria en cantera, cuando se realizaban las visitas, debido al alto índice de subcontratación.

- El sistema de iniciación consiste en la utilización de un detonador eléctrico para iniciar la pega, seguido de hilo de conexión conectado con conectores no eléctricos en superficie (tipo EZTL 42) y con detonadores no eléctricos en el fondo del barreno (tipo MS-20).
- El barreno esta constituido en su carga de fondo por explosivo gelatinoso (tipo goma 2 ECO) y en su carga de columna por explosivo anfo (tipo Nagolita⁴).
- El número de barrenos esta en torno a 75 por voladura.

⁴ El suministrador del explosivo citado es la empresa MAXAM que acapara prácticamente la totalidad del sector en la CARM.

- La malla de perforación corresponde a E x V, de 3,5 x 3,0.
- Los barrenos se perforan con una inclinación de 18°.
- La sobreperforación esta entre los valores, 0,8 y 1,1 m.

Figura 7-17. Sistemas de iniciación de voladuras empleado en las canteras.

Figura 7-18. Consumo Específico y Tipo de explosivo utilizado.

<p style="text-align: center;">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
<p>Tesis: Diagnóstico Tecnológico</p>	<p>Pág. 156</p>

La gráfica de la figura 7-17 muestra la importancia relativa de los distintos sistemas de iniciación utilizados por los directores facultativos en los esquemas de voladura, y la de la figura 7-18, el tipo de explosivo utilizado y los consumos específicos. En el eje de ordenadas se representa el tanto por ciento de los esquemas que siguen el criterio considerado.

En relación con la carga y el transporte (2ª etapa), nuestra explotación tipo presenta, como elemento de carga, una excavadora con equipo retro de cadenas, y el transporte, se lleva a cabo por medio de volquete, aunque de forma minoritaria aparecen otras soluciones reflejadas en el histograma de la figura 7-19.

Un punto crítico, en este asunto, tiene que ver con la distancia al frente. Evidentemente, cuanto mayor sea ésta, mayores **consumos de combustible** serán requeridos, con el consecuente encarecimiento de la tonelada producida. En el 80% de las explotaciones existe entre el frente y la machacadora una distancia entre 200 y 1.500 m, estando el consumo de los equipos de transporte por encima de 0,60 l/t.

Aún siendo un sistema razonablemente eficiente, no existe **ninguna explotación** que haya optado por el sistema de carga y transporte integrado por una machacadora móvil en el frente como elemento de primera reducción y con un **transporte por cinta transportadora** hasta la zona de planta. Si aparecen las cintas transportadoras, en algunas canteras, pero combinadas con volquetes, intercalados en alguna etapa del transporte.

Figura 7-19. Porcentaje de los distintos sistemas de carga y transporte utilizados en las canteras evaluadas.

Por último, se describirá el proceso de tratamiento y clasificación (3ª etapa). En la figura 7-20, se representa una imagen digital de una planta en la que de izquierda a derecha se sitúan las distintas fases del proceso productivo. El esquema de planta más frecuente consiste en la utilización de un primario (machacadora de mandíbulas) un secundario (molino de impactos) y un terciario (arenero), aunque existen varias configuraciones como se muestra en la figura 7-21. En la parte derecha del gráfico aparecen la leyenda de distribución de molinos, donde, por ejemplo, 1+1+2 significa que, la planta dispone de un primario, un secundario y dos terciarios.

Dentro de una infinidad de posibilidades, lo más común, es encontrar un precribador que clasifica el material en dos productos; uno que deriva en la obtención de zahorra y otro que alimenta a una machacadora de mandíbulas (81% de los casos) que actúa de primario.

En la primera línea se pueden encontrar varias soluciones: la colocación de una criba que realice una clasificación del material, que devuelva parte del mismo a la línea principal, y/o la utilización de un molino para la generación de arenas.

Dependiendo de la calidad de éstas, podemos estar hablando de un producto vendible como zahorra de buena calidad, o bien, de una serie de operaciones llamadas “limpiezas”. El material reducido por el primario, pasará a un prestock (65%) que sirve como regulación entre el primario y el secundario. El porcentaje de los distintos tipos de acopio intermedio que nos encontramos en las plantas se refleja en la tabla 7-1.

Después del prestock, se sitúa un molino secundario de impactos, y lo que pasa, llega a la zona de clasificación donde se produce una separación de tamaños. Por un lado, se obtiene producto acabado en función de los productos requeridos por la empresa, y por otro, sobretamaños que son recirculados a un molino terciario donde se vuelve a reducir el tamaño y de ahí reenviados nuevamente a la zona de clasificación. Esta zona está constituida normalmente por dos o más cribas colocadas en serie. Los acopios de producto acabado se pueden disponer o bien en silos (47%) o bien directamente sobre el suelo o muro.

Tipo de Acopio	Silo	Prestock (t)			Sin
		2.000	5.000	8.000	
	13%	19%	23%	23%	22%

Tabla 7-1. Tipos de Acopio Intermedio entre Primario y Secundario.

Otros resultados de interés obtenidos en relación con la etapa de conminución y clasificación, son:

- Existe red de suministro de energía eléctrica desde compañía suministradora en un 81% de los casos, empleando grupo electrógeno el resto de las instalaciones.
- El nivel de mantenimiento de los equipos es bueno o muy bueno en un 42% de las plantas, regular en un 39%, y malo o muy malo en el 19% restante.

Figura 7-20. Imagen digital de una planta de tratamiento y clasificación de áridos.

Figura 7-21. Porcentaje de los diversos esquemas analizados teniendo en cuenta los molinos por fase.

<p style="text-align: center;">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
<p>Tesis: Diagnóstico Tecnológico</p>	<p>Pág. 160</p>

7.3.1.2 Valoración Medioambiental

En este importante aspecto, los impactos que se han estudiado, son: el impacto visual, el ruido, el polvo, la gestión de residuos y la gestión del agua.

Impacto Visual.

Uno de los principales “**enemigos**” de la minería lo constituye la excesiva visibilidad de sus explotaciones. Son importantes los esfuerzos que el sector está realizando, en los últimos años, para la mitigación de este problema, habilitando soluciones como: la constitución de pantallas artificiales que se interpongan entre las instalaciones y las zonas de tránsito; el desarrollo de métodos de explotación que incluyen en sus planteamientos la preservación de zonas que sirvan como pantallas, con el mismo efecto que las artificiales, etc.

El origen del problema reside, también, en que la mayoría de las canteras llevan ejerciendo su actividad desde hace varias décadas, cuando no existía una conciencia ambiental tan importante como la actual. Por ese mismo motivo, los frentes de cantera se iniciaban en explotaciones a media ladera, con el impacto que ello supone. Asimismo, existen canteras, localizadas en zonas que, en la fecha de inicio de la actividad minera, estaban **despobladas**, y con el paso del tiempo se han convertido en lugares habitados. Debido a las importantes repercusiones de este aspecto, en la matriz de evaluación, se le ha asignado un valor importante, equivalente al 10% de toda la evaluación medioambiental.

Continuando con la descripción de la cantera tipo, en general, las explotaciones presentan un impacto visual medio⁵, entendiendo como medio, aquellas canteras que no llegan a ser vistas desde una población o desde vías de comunicación importantes, como puede ser una autovía. Hay que reseñar que la existencia de un 23% de los casos con un impacto visual importante.

⁵ Este valor hace referencia a las explotaciones evaluadas. No se han incluido en el estudio las abandonadas.

Otro aspecto de interés, que va ligado al impacto visual, es el correspondiente al nivel de restauración existente en la explotación, casi nulo (inexistente en el 94% de las canteras). La forma de abordar esta cuestión por las empresas, hasta la fecha, se resume a la presentación de avales de restauración ante la administración, que constituye un depósito que garantiza la restauración de la cantera una vez finalizada la actividad extractiva. El método de explotación utilizado aporta la explicación de este comportamiento, ya que **un sistema en ladera con banqueo ascendente** no permite la restauración hasta que finaliza la vida útil de la explotación.

Ruido y Polvo

En lo referente al ruido y al polvo, en las etapas de arranque, carga y transporte, el estudio se centra en la adopción de medidas correctivas encaminadas a la reducción de los impactos generados por los equipos móviles. Algunas de las circunstancias reflejadas en las evoluciones:

- **La disminución de ruido y polvo en los equipos de perforación**, tiene una repercusión muy satisfactoria sobre la seguridad e higiene del personal perforista; los equipos van dotados de elementos de retención y captación de polvo, como pueden ser sistemas de filtros incorporados en la máquina, así como de cabinas insonorizadas.
- El 58% de las canteras disponen de **pantallas naturales o artificiales** que, actúan como aislante acústico.
- El 74% ya no utiliza en la ejecución de sus voladuras **cordón detonante**, lo que conlleva una reducción muy significativa de la onda aérea.
- No existen explotaciones con las **pistas y accesos asfaltados**, o que realicen acciones preventivas, como la cubrición de la carga en cantera.

- El sistema de eliminación de polvo en pistas y accesos se basa casi en la totalidad de las explotaciones en la utilización de camiones cisterna (94%). El resto utiliza un sistema combinado, **camión cisterna y aspersores**.

En la planta de tratamiento y clasificación, el análisis gira en torno a los cerramientos de los puntos más generadores de polvo (figura 7-22) y ruido:

- Sólo el 23% de las plantas tiene realizado **el carenado de la tolva de alimentación** al primario, aunque el 61% dispone de algún sistema de eliminación de polvo (aspersores, campanas, etc.).
- **El cerramiento del prestock**, refiriéndose al acopio intermedio existente entre primario y secundario, no se ha efectuado en ninguna explotación. No obstante, a efectos de cómputo, se consideran cerrados el 35%, debido a la colocación de silos o a las instalaciones que no disponen de prestock.
- Los porcentajes de canteras con los **equipos de trituración, molienda y clasificación carenados** corresponden al 19%, 23% y 16% respectivamente.
- Los acopios de árido depositados al aire libre no están cerrados, aunque en un 45% de los casos, las empresas tienen instalados **elementos de protección contra el viento**.
- El 77% de las canteras no dispone de **un sistema de lavado de ruedas y carga**, que nos parece básico en la actualidad.

Figura 7-22. Sistemas de Eliminación de Polvo en Cantera.

Gestión de Residuos

En una cantera, se pueden producir dos tipos de residuos; residuos asimilables a urbanos, procedentes de los comedores, oficinas, etc., y residuos derivados de la maquinaria: aceites, filtros, etc.

En cada caso, se ha analizado si la empresa dispone de un plan de gestión de residuos asimilables a urbanos en el que se incluya la reducción, la valorización (reutilización, recuperación de materiales, valorización energética) y la eliminación. El resultado es positivo en un 20% de canteras que si cuentan con este plan de gestión. Para el segundo tipo de residuos es necesaria la autorización como pequeño productor de residuos peligrosos. El número de explotaciones que cumple este requisito asciende al 42 %, aunque hay que subrayar el alto índice de canteras en donde no es conocido este dato (52%).

El 42% de las empresas no dispone de sistemas encaminados a evitar el vertido de aceites y combustibles, como la colocación de envases en cubetas diseñadas a tal efecto.

Gestión del Agua

En las plantas de lavado de áridos el principal problema lo crean los efluentes generados en el propio proceso de lavado, y es ahí, en el origen, donde debería actuarse, estudiando la cantidad de agua mínima que hay que emplear para conseguir el efecto de lavado buscado, sin olvidar que dadas las cada vez más estrictas normas medio-ambientales, resultará necesario controlar o preferiblemente eliminar los vertidos (Bouso, J. L. 2000). Añadir a este párrafo que el agua es un recurso escaso en el lugar geográfico donde nos ubicamos.

El consumo de agua para el lavado de árido, arenas y grava, depende de los equipo incluidos en el circuito que estemos utilizando (tabla 7-2), pudiendo variar entre 189.720 m³ y 123.720 m³ anuales para una planta de lavado de 250 t/h de capacidad, que producirá 90 t/h de árido grueso (36%), 150 t/h de arena (60%), y 10 t/h de finos (4%) (Bouso, J. L. 2000).

El número de explotaciones que optan por el sistema “húmedo” y necesitan **agua para el lavado de sus áridos** en la región es inferior al 10%. Se deduce con facilidad que para una producción total estimada de 45 Mt el aporte de agua necesaria representaría un problema para las empresas debido a la situación de escasez y coste del agua en la Región de Murcia.

		Circuito 1	Circuito 2	Circuito 3	Circuito 4
Lavado de Gruesos		x	x	x	x
Lavado de Arenas	Noria	x	x		
	Tornillo	x	x		
	Hidrociclón			x	x
Escurredor				x	x
Clarificador		x	x	x	x
Filtro Prensa			x		x
Wn	m ³ /t	0,25	0,21	0,21	0,16
Wt	m ³ /h	62,49	51,78	51,47	40,75
Waño	m ³	189.720	157.192	156.248	123.720

Tabla 7-2. Consumos de agua, dependiendo de los equipos utilizados, para una planta de 250 t/h de capacidad, con un 36% de árido grueso, un 60% de arena y un 4% de finos.

<p align="center">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
Tesis: Diagnóstico Tecnológico	Pág. 165

7.3.1.3 Valoración en Seguridad

Como referencia para la evaluación, se han utilizado como mejores prácticas disponibles, las actuaciones contempladas en las I.T.C.'s del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, así como, en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales en sus especialidades de Seguridad e Higiene Laboral.

El indicador más importante en materia de seguridad es el número de accidentes; lógicamente si es alto nos indica directamente que las cosas no se están realizando correctamente en materia de prevención. En este apartado nos fijamos en la ejecución de medidas encaminadas a la prevención de accidentes, así como, de enfermedades profesionales.

En las etapas de perforación, carga y transporte se han tenido en cuenta el estado de los equipos según:

- * Cumplimiento de la normativa vigente (RD 1435/1992). Los equipos, como se ha citado en otros capítulos, son máquinas nuevas o seminuevas provistos de sistemas ROPS y FOPS.
- * Cabinas cerradas e insonorizadas (< 80 dB).
- * Ergonomía de los puestos y sistemas de mando.
- * Sistemas de aire acondicionado.

Por lo que respecta a la planta de tratamiento y clasificación, los puntos más representativos del estudio están relacionados con el estado de las instalaciones y la utilización de protecciones.

Especial atención se ha otorgado a las protecciones de las cintas transportadoras⁶, siendo elevado el % de casos en los que existen elementos de seguridad o se han tenido en cuenta en el diseño de la planta estos aspectos (figura 7-23):

- * Sistemas de seguridad que garanticen la **parada de la cinta** en caso de atrapamiento del personal.
- * **Protección de las correas** de los motores (cubrepoleas) 77%.
- * **Protección de los tambores** (carenado del tambor de cola) 71%, estando, dichos tambores, a una altura adecuada para la correcta limpieza en el caso de roturas de la cinta, 39%.
- * **Las cintas transportadoras** se encuentran **capotadas** en un 61%. El grado con respecto al total de la planta, así como, el estado del mantenimiento de la misma.
- * Las cintas disponen de **escalerilla de acceso y pasarela** de vista en un 87%.

⁶ En la planta de trituración y clasificación, los tantos por ciento se han valorado de 0 a 5, en función del grado de implantación de la característica a la que se hace referencia.

Figura 7-23. Sistemas de Seguridad Evaluados en Cintas Transportadoras.

Otro tema de gran interés, en materia de prevención, es el referente al estado eléctrico de las instalaciones (figura 7-24). Se ha revisado la situación de los cuadros eléctricos, de los centros de transformación, así como, el estado de las canalizaciones.

Se ha considerado si los trabajadores utilizan los equipos de protección individual (EPI's), como mínimo:

- * Cascos.
- * Botas de seguridad.
- * Chalecos reflectantes.

De igual manera, se han valorado los sistemas de prevención colectiva en los distintos lugares de trabajo, la correcta señalización de las vías de circulación dentro de la explotación, la existencia de cámaras para la visualización de las descargas de los materiales, etc.

Instalaciones

Figura 7-24. Estado de las Instalaciones en Planta de Tratamiento y Clasificación.

Desde el punto de vista de higiene en el trabajo, se ha evaluado el estado de las casetas de control de equipos, los lugares destinados al aseo de los trabajadores y la existencia o no de comedores en planta.

7.3.1.4 Valoración en Calidad

En este apartado, el término calidad hace referencia al control de los productos que se fabrican en el sector. La Directiva 89/106/CE sobre productos de la Construcción (DPC) tiene como objetivo primordial la libre circulación de productos de la construcción en el mercado de la Unión Europea (UE). Esta directiva dispone que los productos de la construcción, que, como en el caso de los áridos, se incorporen con carácter permanente a las obras, se deben adaptar, en todos los países de la UE y, mediante una adecuada armonización de su normalización (normas de ensayos y de especificaciones), a los requisitos esenciales de seguridad y salud, así como, a otros requisitos que deberán ser exigidos para garantizar la seguridad de los mismos (ANEFA, 2003).

La transposición de dicha DPC a la legislación española se realizó a través del RD 1630/1992 por la que se dictan disposiciones para la libre circulación de

productos de la construcción. En su artículo 2, apartado 1, se especifica que los productos de la construcción podrán incorporarse, comercializarse y utilizarse en todo el territorio español, siempre que cumplan con las siguientes condiciones:

- * Que satisfagan las **especificaciones técnicas** de la norma armonizada correspondiente y, como consecuencia, los requisitos esenciales.
- * Que lleven el **Marcado CE**.

NORMAS ARMONIZADAS		
UNE-EN	12620:2003	Áridos para hormigón
UNE-EN	13043:2003	Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales de carreteras, aeropuertos y otras zonas pavimentadas.
UNE-EN	13055-1:2003	Áridos ligeros. Parte 1: Áridos ligeros para hormigón, mortero e inyectado
UNE-EN	13139:2003	Áridos para morteros.
UNE-EN	13242:2003	Áridos para materiales tratados con ligantes hidráulicos y materiales no tratados utilizados para los trabajos de ingeniería civil y para la construcción de carreteras.
UNE-EN	13383-1:2003	Escolleras. Parte 1: especificaciones.
UNE-EN	13450:2003	Áridos para balasto

Tabla 7-3. Normas Armonizadas.

El marcado CE de los áridos indica que éstos son conformes con las normas armonizadas (EN). Las normas se organizan según la aplicación del árido (tabla 7-3).

La **declaración de conformidad**, es un documento que, permite al fabricante imprimir el marcado CE, bien en el propio producto, en una etiqueta fijada al mismo, en su embalaje o en los documentos comerciales de acompañamiento.

Así pues, el objeto de esta valoración ha sido constatar el número de empresas adscritas a esta normativa, así como, el número de productos con el marcado CE. En la tabla 7-4, se muestra el reparto de explotaciones en función de si disponen o no de marcado CE. De las cincuenta explotaciones encuestadas el 70% lo ha obtenido mientras que el 20% carecen todavía de él. También se contabilizan en

esta tabla, las entidades que certifican, pudiéndose apreciar que AIDICO (Instituto Tecnológico de la Construcción de Valencia) es la entidad certificadora con mayor presencia en el sector. El porcentaje de certificaciones que aparece en la tabla es respecto al total de empresas con marcado CE, que son 35.

RESUMEN DE DATOS		
	Nº	%
Explotaciones de Áridos	50	100
con MARCADO CE	35	70
sin MARCADO CE	10	20
SIN DATOS	5	10
ENTIDADES CERTIFICACIÓN		
	Nº	%
AIDICO	18	51,43
AENOR	7	20,00
OTRAS	1	2,86
sin datos	9	25,71

Tabla 7-4. Porcentaje de Mercado CE y Entidades de Certificación.

Datos sobre el MARCADO CE		
	Nº	%
Explotaciones de Áridos	35	100,00
UNE-EN 13055-1	0	0,00
UNE-EN 13139	19	54,29
UNE-EN 13383	2	5,71
UNE-EN 12620	26	74,29
UNE-EN 13043	13	37,14
UNE-EN 13450	1	2,86
UNE-EN 13242	20	57,14

Tabla 7-5. Porcentaje de empresas con certificaciones según norma armonizada.

Hay que puntualizar que tener el marcado CE, por parte de una empresa, no implica que todos los productos que ofrece al mercado lo tengan. En la tabla 7-5 se muestra para el conjunto de empresas, con marcado CE, el porcentaje de aquellas que tienen certificaciones para cada norma armonizada. Por ejemplo, para la norma UNE-EN 13242:2003 referente a normas de ensayos y especificaciones de áridos para materiales tratados con ligantes hidráulicos y materiales no tratados utilizados para los trabajos de ingeniería civil y para la

**DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS
Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.**

Tesis: Diagnóstico Tecnológico

Pág. 171

construcción de carreteras, de las 35 empresas con marcado CE, tan sólo, 20 cumplen con los requisitos de ésta (57,14%). Además, se puede afirmar que la norma armonizada más certificada es la que corresponde al árido para hormigón (UNE-EN 12620).

Granulometrias certificadas		
UNE 12620		
nº granulometrias	27	
nº explot. cumplen 12620	26	100
Tipo	nº canteras	% canteras
0/4	24	92,31
6/12	13	50,00
12/20	13	50,00
4/12	6	23,08
0/2	4	15,38
4/8	4	15,38
4/12	3	11,54
2/6	2	7,69
4/6	2	7,69
11/12	2	7,69
4/10	2	7,69
10/20	2	7,69
20/40	2	7,69
11,2/22,4	2	7,69
0/5	2	7,69
6/10	1	3,85
2/4	1	3,85
14/20	1	3,85
4/20	1	3,85
1/4	1	3,85
8/20	1	3,85
11/22	1	3,85
12/32	1	3,85
6/20	1	3,85
12/20	1	3,85
5,6/11,2	1	3,85
0/5,6	1	3,85

Tabla 7-6. Porcentaje de empresas con certificaciones para UNE-EN 12620 por granulometría.

Por otra parte, para la fabricación de los diferentes tipos de hormigón es necesario mezclar varias granulometrías. En las tablas 7-6 y 7-7, se muestran la relación de granulometrías que se llegan a producir por las distintas empresas y el cómputo de certificaciones por tipo.

En el caso de los áridos para hormigones el tipo de producto más certificado es la arena 0/4 con un 92% de las canteras y para el caso de morteros (UNE-EN 13139), los productos con mayor certificación son la arena 0/2 (68,42%) y la arena 0/4 (57,89%).

Granulometrias certificadas		
UNE 13139		
nº granulometrias	6	
nº explot. Cumplen 13139	19	100
Tipo	nº canteras	% canteras
0/2	13	68,42
0/4	11	57,89
0/3	2	10,53
0/8	1	5,26
4/10	1	5,26
10/20	1	5,26

Tabla 7-7. Porcentaje de empresas con certificaciones para UNE-EN 13139 por granulometría.

Por último, se muestran en la tabla 7-8 las empresas que tienen concedida o están en trámite de conseguir un certificado de calidad como la ISO 9001, o bien, un sistema de gestión ambiental como la ISO 14001. De las 50 empresas revisadas (solo tenían documentación disponible 45), un porcentaje superior al 5% tienen concedido el certificado de calidad ISO 9001 y aproximadamente el 4% se encuentra tramitando el certificado del sistema de gestión ISO 14001. En relación con otros aspectos y según la información suministrada por el Centro Tecnológico de la Construcción de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, existen cuatro empresas en disposición de adquirir el sistema de gestión ambiental EMAS.

En materia de seguridad y salud, las empresas evaluadas cumplen con los requisitos establecidos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y de la ITC MIE S.M. 02.1.01, no existiendo ninguna empresa con un sistema de gestión de seguridad como OHSAS 18001.

SISTEMAS DE GESTIÓN		
Explotaciones de Áridos	45	%
ISO 9001 concedida	12	5,4
ISO 9001 en trámite	1	0,5
ISO 14001 concedida	2	0,9
ISO 14001 en trámite	9	4,1

Tabla 7-8. Porcentaje de Sistemas de Gestión.

7.3.1.5 Valoración Socio-económica.

El indicador más importante de este apartado consiste en el número de accidentes mortales ocurridos en el sector, por el impacto que genera en la sociedad la pérdida de vidas humanas. Según la memoria de actividades que emite la Dirección General de Industria, Energía y Minas, Servicio de Minas de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia en el año 2.006 hubo cuatro accidentes calificados como graves, en el **sector minero regional**, y un accidente mortal (no correspondiente al sector de los áridos) (figura 7-25).

En cuanto al total de accidentes producidos durante el año 2.006, incluyendo los accidentes leves, de acuerdo con los datos proporcionados por el Instituto de Seguridad y Salud Laboral de la Región de Murcia, alcanzaron la cifra de 176, lo que ha supuesto una reducción de diez accidentes respecto del año 2.005.

En términos económicos y de empleo (tabla 7-9), podemos resaltar la importancia del sector de los áridos en el conjunto de la minería regional. Cuenta con 54 explotaciones activas (2.006) con un número de empleos directos establecidos en 572 trabajadores, lo que supone la generación de otros 3.100 trabajadores asignables de manera indirecta. Estas explotaciones pertenecen a 24 municipios, repartidos por toda la geografía regional, más de la mitad de los 44 existentes.

Figura 7-25. Accidentes Graves y Mortales en la Minería Murciana. Periodo 2.003-2.006.

Se han revisado el número de jornadas trabajadas por los empleados de cada empresa y los **índices de absentismo**, pudiendo subrayarse la importancia de la **subcontratación** en determinadas etapas del ciclo productivo.

Otro aspecto, a resaltar, es la importancia económica de esta actividad para algunos municipios de la Región de Murcia que no tienen otra fuente de riqueza, o cuyos presupuestos municipales son del orden del valor de la producción de la empresas de áridos (Fortuna o Abanilla). El valor de la producción se ha calculado para cada explotación, en función, del árido extraído y un precio medio, establecido por nosotros. El número de trabajadores asignados a la cantera, nos ha permitido, además, clasificar a las explotaciones, en general, como micro, pequeñas y medianas empresas (**PYMES**). Ninguna de las canteras evaluadas se ha considerado como perteneciente a una gran empresa, debido fundamentalmente, a que se han evaluado a las canteras de manera única, sin tener en cuenta las empresas asociadas, ya que ninguna gran corporación o multinacional, posee más de una cantera, en la Región, a la fecha del estudio.

**DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS
Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.**

Tesis: Diagnóstico Tecnológico

Pág. 175

Se han analizado, también, las distancias medias de transporte desde el punto de extracción hasta los puntos de consumo, y según las vías de comunicación utilizadas: carretera, ferrocarril, transporte fluvial o marítimo.

DATOS DE LAS EXPLOTACIONES MINERAS POR SUSTANCIAS

SUSTANCIA	Nº Expl.	Expl.	Nº Obr	Prod.	Coste €	Avaes €	Nº de Municipios
Arcillas	10	4	13	327.774	411.696	79.658	4
Áridos	88	54	546	35.402.441	51.270.183	5.146.558	24
Rocas Orn.	144	83	572	842.355	24.200.714	4.073.852	15
Marga	1	1	4	269.040	292.155	74.168	2
Pórfido	11	6	42	996.825	1.949.390	377.359	6
Sal	7	4	92	46.650	454.284	6.957	4
Trípoli	3	0	0	0	0	22.373	2
Silíce	1	0	0	0	0	23.981	2
Bauxita	1	0	0	0	0	30.050	1
Yeso	9	5	13	213.618	375.525	162.711	7
TOTAL	275	157	1.282	38.098.703	78.953.947	9.997.668	28

Tabla 7-9. Datos de las explotaciones mineras de CARM por sustancias para el año 2.006.
(Dirección General de Industria, Energía y Minas, Servicio de Minas).

Se ha evaluado un aspecto que pensamos que es de especial importancia a nivel tecnológico y que presenta un peso específico en todas las valoraciones realizadas; la presencia de **técnicos de minas en la cantera**, concediéndole a este aspecto una importancia en torno al 7% del valor de la evaluación.

7.3.2 Resultados Globales índice mECA.

Sobre el conjunto de las 50 canteras, los cuadros y figuras de resultados que se muestran a continuación se han obtenido utilizando una muestra de las **31 explotaciones** con producciones mayores a 100.000 toneladas anuales.

Una vez analizadas y evaluadas todas las cualidades, se han preparado unas gráficas de resultados (figuras 7-26 y 7-27). En la primera de ellas, situamos en abscisas cada una de las canteras y dibujamos en forma de barra el resultado para cada uno de los 3 aspectos evaluados sin tener en cuenta los ponderadores,

es decir, suponiendo que todas las valoraciones tienen la misma importancia. Destacan los resultados en la valoración socio-económica debido fundamentalmente a la inexistencia de accidentes mortales e incidentes medioambientales que hayan afectado a las poblaciones próximas a las explotaciones.

Los resultados de la valoración medioambiental, en seguridad y en calidad representados por la barra de color morado son menos brillantes que para el caso socioeconómico. El escaso nivel de restauración llevado hasta la fecha y la falta de carenados en la planta de trituración penalizan este apartado.

La situación desde un punto de vista técnico es buena, la existencia de métodos adecuados de explotación, con consumos, por norma general aceptables, y un adecuado uso de la energía mejoran los resultados de esta valoración.

Figura 7-26. Porcentajes alcanzados para cada uno de los aspectos suponiendo igual importancia para todas ellas.

Figura 7-27. Índice mECA de las explotaciones evaluadas.

En la figura 7-27 aparece el resultado final (índice mECA) para cada una de las canteras evaluadas, utilizando ahora los ponderadores que son del 30% para los tres primeros aspectos y de un 10% para el socioeconómico.

Ahora bien, los datos individuales ofrecidos por estas gráficas sólo nos aproximan al conocimiento de la situación global del sector. Para obtener una información más detallada, se han organizado de otra manera los resultados donde se muestra los porcentajes anteriores que sobrepasan una determinada nota (valoración en %) en cada uno de los aspectos.

Mostrando en forma de histograma la información de la tabla 7-10 (figura 7-28) se pueden sacar una serie de conclusiones:

- El porcentaje de empresas que después de haber realizado la valoración técnica presentan un resultado por debajo del nivel mínimo (50%) es bajo, aproximadamente un 10%.

- Como se ha comentado los resultados en la valoración MA-SEG (figura 7-29) son los peores: la mayor parte (61,3%) se sitúa con una valoración entre 50%-70%. Se observa que existen sólo 4 empresas de las estudiadas con una valoración entre 70%-80% y 10 canteras están por debajo del 50%.
- En la valoración socio-económica (figura 7-30) ninguna empresa está por debajo del 50%, y existen once con valores superiores al 90%.

VALORACION	TÉCNICA	MA-SEG	SOCIO-ECO	Índice mECA
>90%	6,5%	0,0%	32,3%	0,0%
90%-70%	48,4%	6,5%	45,2%	32,3%
70%-50%	35,5%	61,3%	22,6%	48,4%
<50%	9,7%	32,3%	0,0%	19,4%

Tabla 7-10. Resumen porcentajes por evaluaciones e índice mECA.

Figura 7-28. Histograma del Porcentaje de Evaluación Técnica realizado a las empresas.

Figura 7-29. Histograma del Porcentaje de Evaluación MA-SEG realizado a las empresas.

Figura 7-30. Histograma del Porcentaje de Evaluación SOCIO-ECONOMICA realizado a las empresas.

En cuanto al índice global mECA, el análisis de su distribución (figura 7-31) permite concluir que no existen canteras con índices superiores al 80%, y que el mayor porcentaje de la muestra estudiada se localiza ente el 50% y el 70%, estando un 19,4% de las empresas por debajo del 50% (tabla 7-10).

Figura 7-31. Histograma del Porcentaje de Evaluación del índice mECA realizado a las explotaciones.

7.4 Análisis DAFO

Introducción

Antes de tomar cualquier decisión estratégica, es imprescindible realizar un diagnóstico del sector. El análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades), denominado en inglés SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) es un método sencillo y eficaz para decidir sobre el futuro, cuyo principal objetivo es ayudar a una organización a identificar los factores

estratégicos críticos, para apoyar en ellos los cambios organizacionales: consolidando las fortalezas, minimizando las debilidades, aprovechando las ventajas de las oportunidades, y eliminando o reduciendo las amenazas, basándose en dos pilares básicos: el análisis interno y el análisis externo de una organización.

El análisis DAFO en nuestro caso permitirá clasificar y sintetizar toda la información adquirida de acuerdo con la finalidad del análisis estratégico: identificar las oportunidades y las amenazas, las debilidades y las fortalezas del sector. Consideramos:

- **Debilidades** o aspectos negativos del sector para hacer frente al futuro.
- **Amenazas**, pronósticos negativos o tendencias negativas.
- **Fortalezas** o elementos positivos que posee el sector.
- **Oportunidades**, factores que son un potencial a desarrollar o tendencias que afectan positivamente al desarrollo económico, técnico y social del sector.

Es necesario tener en cuenta que el análisis DAFO es relativo (toma como punto de referencia el sector en otras regiones), es indicativo (no proporciona criterios definitivos sino que facilita información para la elaboración de las estrategias) y es determinado (se refiere a un periodo temporal y a unas circunstancias concretas).

A continuación, se muestra el análisis interno y externo realizado sobre el sector de los áridos en la Región de Murcia como resultado de la aplicación del diagnóstico tecnológico.

<p align="center">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
<p>Tesis: Diagnóstico Tecnológico</p>	<p align="right">Pág. 182</p>

ANÁLISIS INTERNO

La importancia de conocer y analizar las características internas del sector dará una idea de las posibilidades y capacidades del mismo, así como, descubrir cuales son los aspectos destacados que podemos potenciar y cuales son los aspectos negativos, que debemos corregir, por presentar mayor debilidad. Las fortalezas observadas en el sector de la Región de Murcia son:

- **Alta calidad del recurso. Implantación del mercado CE.**
- **No necesidad de agua para el lavado del árido**, lo que denota la alta calidad del árido y la adaptación del sector empresarial.
- **Maquinaria moderna y de gran productividad (eficiente).** Se ha aprovechado el período expansivo para mejorar la capacidad de producción.
- **Importantes inversiones en instalaciones no productivas.** Se ha aprovechado el período expansivo para mejorar la seguridad y la calidad ambiental, disminuyendo las afecciones al entorno más próximo.
- **Diseño de los esquemas de planta** que permiten un cambio de tipología del producto.
- **Utilización de los sistemas de voladura con menor impacto.**
- **Sin generación de escombreras.** La inmovilización de superficie adicional es mínima.
- **Bajo índice de accidentes.** El concepto de seguridad está asumido.

- **Alto nivel de empleo. Importancia social** en las zonas de implantación.

Y las debilidades del sector son:

- **Dependencia del combustible.** Lo que hace necesario buscar nuevos procedimientos que usen otro tipo de energía o reduzcan el consumo de combustible.
- **Escaso nivel de carenado.** Producción de ruido y polvo en planta y acopios.
- **Poco o nulo nivel de restauración,** propiciado por el método de explotación.
- **Baja Implantación de sistemas de gestión.** Aunque se muestra una tendencia a la adquisición de estos sistemas, lo que, supondría convertir esta debilidad en una fortaleza.
- **Alto índice de absentismo,** más elevado en el personal propio.
- **Moderada presencia de personal técnico minero en cantera,** limitándose a las explotaciones más grandes.
- **Baja sinergia del sector.** Las empresas tienen una dimensión pequeña, con una sola cantera, lo que perjudica su capacidad para hacer frente a las amenazas por si mismas.
- **Falta de relación con las administraciones medioambientales.** Lo que es esencial para que organismos que han de evaluar los proyectos mineros conozcan en profundidad los métodos y procedimientos desarrollados en las actividades mineras.

- **Falta de ambición técnica en los nuevos proyectos mineros.** La adopción de nuevos métodos de explotación que conlleven mejoras medioambientales.
- **No se contemplan compensaciones en materia social y de medioambiente,** que provocarían una mejor imagen del sector.
- **Escaso nivel de marketing.** Es una de las tareas pendientes, el desconocimiento de la sociedad de las actividades que se desarrollan y de la importancia de las mismas, por parte de la empresa, provoca una mala imagen con los consecuentes prejuicios.

ANÁLISIS EXTERNO

Es tan necesario conocer los factores internos del sector como conocer los factores externos que nos rodean. Hay que tener en cuenta que se tiene poder de cambio sobre los aspectos internos pero no ocurre lo mismo con los externos. Las oportunidades observadas son:

- **Crecimiento de las inversiones públicas en infraestructuras.** El desplome de la construcción ha provocado la apuesta pública en infraestructuras.
- **Gran riqueza geológica.** Esto permite disponer de enclaves con menos impactos.
- **Cierre de explotaciones en comunidades vecinas.** Lo que implica una apertura de nuevos mercados.
- **Mayor exigencia en calidad.** Se dispone de un producto con alta calidad que cumple con los requisitos de la normativa.

- **Reciclado de materiales.** Posible línea de actuación para aprovechar el canal de distribución.
- **Reutilización de la ocupación del espacio generado.** Valor creciente del suelo.
- **Facilidades, por voluntad y condiciones territoriales para la Planificación Territorial** en la región.
- **Existencia de otros sistemas de explotación** que permiten la viabilidad de los proyectos.

Las amenazas son las siguientes:

- **Mayor competencia tras el periodo expansivo.** Las empresas que no se hayan adaptado a los nuevos requisitos no podrán sobrevivir.
- **Ralentización del sector de la construcción.** Alta dependencia. Esto provoca la selección de las empresas en función del coste y de la calidad del producto.
- **Fuerte presión ecologista, social.** Aunque se cumpla con los requisitos establecidos.
- **Inaccesibilidad a nuevas reservas en zonas despobladas cercanas a las explotaciones,** que en la actualidad se convierten en promociones urbanísticas.

- **Endurecimiento de la legislación, ambiental, territorial y municipal.** En el pasado reciente demasiada legislación y dificultades para adaptarse a ella.
- **Utilización de subproductos del mármol y de las infraestructuras.** Entrada en los canales de distribución perturbando el mercado, con pérdidas de márgenes comerciales.
- Dificultades para encontrar **mano de obra cualificada y técnicos.**

CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES

8. CONCLUSIONES

1. Al ser la Fabricación de Áridos una actividad muy regulada por la administración, ha sido muy útil la recopilación de los datos de los **documentos técnicos** que las empresas presentan anualmente, lo que ha permitido obtener un conocimiento previo de las canteras antes de acometer el resto del estudio. Las explotaciones a incluir en el análisis, se deben elegir en función de la importancia de la cantera en su radio de influencia a partir de la producción declarada.
2. No obstante, la toma de datos “**in situ**” se ha de considerar como una etapa fundamental en la confección del diagnóstico tecnológico, ya que, provoca el contacto entre el investigador y las empresas, permitiendo adquirir un conocimiento de los procedimientos de trabajo en cantera y en la planta de tratamiento y de diversa información que no está reflejada en la documentación existente, completando la ficha de datos, que debe ser lo suficientemente amplia para lograr con garantías, las etapas posteriores.
3. El **estudio de las producciones y capacidades de producción** por varias vías permitirá el conocimiento de los procedimientos y de los parámetros técnicos de las canteras, en sus diferentes etapas. La obtención de diferentes resultados por medio de diversos recorridos es muy útil, al ofrecernos una idea de la interconexión entre etapas, de la eficiencia de los procesos y, además, nos facilita la elaboración de un modelo económico para el estudio de la rentabilidad.
4. La elección de un procedimiento de Diagnóstico Tecnológico, como el **Benchmarking** (referenciación), ha permitido evaluar objetivamente las características de las explotaciones, pudiendo extraer conclusiones inmediatamente después de su aplicación. Ahora bien, no debemos reducir el

análisis a una simple comparación, siendo necesario una valoración más profunda para una correcta toma de decisiones.

5. Como herramienta para el benchmarking, se ha confeccionado una **matriz de evaluación de canteras de áridos (mECA)**. Se construye como evolución de **los sistemas integrados de gestión**. Constituye un soporte que facilita el manejo de la documentación y la tramitación necesaria, al refundir en una única metodología las evaluaciones en calidad, medioambiente y prevención de riesgos laborales, permitiendo definir el estado de la empresa, lo que supone un ahorro considerable en tiempo y recursos. Además, incorpora en sus planteamientos, evaluaciones técnicas de canteras y de plantas de tratamiento, así como, aspectos que afectan a las poblaciones próximas a las instalaciones (criterios sociales), que no son contemplados por los sistemas integrados de gestión.
6. La matriz diseñada se considera una buena **herramienta de análisis**, que aporta un mecanismo de evaluación sencillo, para la administración, a la hora de evaluar las explotaciones, para las empresas, definiendo el estado de sus canteras, y por último, para las compañías auditoras, que necesitan disponer de unos criterios que ya están incorporados en el propio soporte de sus evaluaciones. Permite al técnico **planificar** las mejoras, al disponer de una idea integral de su explotación, realizando la **Auditoria Interna**. De la misma manera, ofrece al evaluador externo la información necesaria para situar a la empresa dentro de un baremo preestablecido pudiendo preparar su **Auditoria Externa**.
7. La ejecución del Diagnóstico Tecnológico se circunscribe en un estudio más amplio, habiendo aportado el conocimiento de las capacidades de producción y de las variables que permiten que ésta se ajuste al mercado, y permitiendo conocer el balance correcto oferta-demanda.

- 7.1. En la Comunidad Autónoma de Murcia se **producen 45 Mt de áridos** (calizos y porfídicos). La producción de áridos calizos está repartida por todas las comarcas de la Región, sobresaliendo, como municipios productores, los de la zona de Abanilla-Fortuna-Santomera, con un 44 % de la producción y el municipio de Fuente Álamo con un 14 % de la producción.

Respecto a la producción de áridos porfídicos, existen dos municipios que aportan casi toda la producción regional: principalmente Abarán, con un 66% de la producción y el municipio de Alhama de Murcia con un 26,5 % de la producción.

- 7.2. En la actualidad se **consumen** en la Región de Murcia unos **34 Mt de áridos**. El consumo de áridos para hormigones y prefabricados se incrementa notablemente en los municipios de mayor población y más cercanos al litoral (San Javier, Mazarrón, etc.), y de igual manera, ocurre con los áridos para firmes y zanjas que se consumen para urbanización, proporcionalmente a la edificación. En total, aproximadamente unos 10 Mt de áridos son exportados fuera de la comunidad. El principal receptor de este producto es el sur de Alicante. Concretamente, las comarcas del Bajo Segura y el Bajo Vinalopó, con poblaciones como Orihuela, Elche y Torrevieja con unos aumentos de población importantes en los últimos años.

- 7.3. Los cálculos de la producción, obtenidos a partir de la planta, trabajando ésta en horario de 8 horas, de lunes a viernes, coinciden con los valores que se obtienen considerando la producción a partir de los planes de labores y otros documentos administrativos. En la etapa en la que se ha realizado este trabajo de investigación, los horarios eran mas amplios, lo que ha permitido aumentos del 30%, con lo que en los últimos 5 años, **el nivel de producción** de las empresas del

sector, se ha situado **en un 80% de la máxima capacidad**. Las canteras disponen de la maquinaria móvil necesaria para acometer los incrementos de producción que pudieran ser necesarios para atender a los aumentos del consumo, ajustables a la capacidad de producción máxima de la planta. Aunque, en general, no existe un equilibrio entre la maquinaria de todo el proceso.

8. Algunos de los resultados concretos, que merecen ser citados, una vez aplicada la metodología del Diagnóstico Tecnológico en la Región de Murcia, son:

8.1. **El coste de la producción de árido** oscila entre **2 y 2,5 euros por tonelada producida**, siendo las partidas más importantes la mano de obra, el mantenimiento de la instalación y la energía consumida (60%). La sensibilidad del coste final del árido ante las fluctuaciones de precio de la energía (gasoil y electricidad) son de escasa relevancia, estableciéndose un incremento inferior al 5%, en el coste, por cada aumento del 10%.

8.2. El 71% de las voladuras se inicia con detonadores no electrónicos, usándose en el 29% restante los eléctricos, ya que el empleo de **detonadores electrónicos** es una práctica inexistente en la actualidad en la Comunidad Autónoma.

El control de sobretamaños debe realizarse con el adecuado diseño de las mallas de perforación para evitar **incrementos en los costes** del producto final, por un uso excesivo de **martillo hidráulico**, que llega a alcanzar hasta un 9% del coste total.

Los **productos no explosivos** para la demolición y fragmentación de la roca, de reciente aparición, no tienen un uso significativo para el arranque en cantera.

La problemática que plantea la adquisición de **nuevos polvorines** (MINIPOL) debido a la falta de existencias, el precio, y sobre todo, a su gestión ha llevado a numerosas empresas a renunciar a su uso.

- 8.3. No existe ninguna explotación que haya optado por un sistema de **transporte por cinta transportadora** hasta la zona de planta, lo que podría ser, en el caso de las de mayor producción, una alternativa que redujera los costes.

El **esquema de planta** más representativo consiste en la instalación de un primario, un secundario y un terciario (37%), con un prestock que actúa como silo regulador entre los dos primeros molinos. Se dispone de una única línea de clasificación formada por dos cribas colocadas en serie sobre unos silos de producto acabado.

Los **niveles de carenado** de los elementos de las plantas y la utilización de equipos destinados a la eliminación de polvo están por debajo del 20%, debiendo ser uno de los objetivos a conseguir en los próximos años.

- 8.4. El grado de **seguridad en planta** es claramente satisfactorio observándose un descenso del 25% en los índices de incidencia y de más del 60% en el de accidentes por millón de toneladas producidas desde la aparición de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- 8.5. Los **niveles de restauración y de reutilización** del espacio afectado son casi nulos constituyéndose esta cuestión, en la principal carencia de la actividad.

- 8.6. El 70% de las empresas del sector están en disposición del **mercado CE**. El grado de implantación de **sistemas de gestión** en el sector de los áridos, hasta la fecha, es reducido, con menos del 7%.
- 8.7. **El sector presenta niveles de contratación de titulados de minas para el desarrollo de su actividad en cantera todavía por debajo del 50%.** El 90% de las explotaciones que incorporan a estos profesionales presentan, tras la evaluación, un índice mECA por encima del 70%, lo que demuestra una ventaja, favorece la productividad y la imagen de la empresa ante la sociedad.
9. La conclusión del **Diagnóstico Tecnológico** se refleja en el análisis DAFO. Para las explotaciones del territorio estudiado se formulan las siguientes:
- 9.1. **Debilidades:**
- Baja sinergia del sector.** Las empresas tienen una dimensión pequeña (77%), con una sola cantera, lo que perjudica su capacidad para hacer frente a las amenazas por si mismas.
- Escasa relación con las administraciones medioambientales.** Lo que es esencial para que organismos que han de evaluar los proyectos mineros conozcan en profundidad los métodos y procedimientos desarrollados en las actividades mineras.
- Falta de ambición técnica en los nuevos proyectos mineros.** No se plantean nuevos métodos de explotación que conlleven mejoras medioambientales.
- No se contemplan compensaciones en materia social y de medioambiente,** que implicarían una mejor imagen del sector. El

escaso nivel de **relación** provoca un desconocimiento, por parte de la sociedad, de las actividades que se desarrollan y de la importancia de las mismas, con los consecuentes prejuicios.

9.2. Amenazas:

La alta dependencia del sector de la construcción y su ralentización, tras el periodo expansivo, provocan la selección de las empresas en función del coste y de la calidad del producto.

La fuerte presión ecologista y social, el endurecimiento de la legislación, ambiental, territorial, y sobre todo municipal, aunque se cumpla con los requisitos establecidos, implica la **inaccesibilidad a nuevas reservas**, y en muchos casos, la parada de la actividad extractiva.

Dificultades para encontrar **mano de obra cualificada y técnicos**.

9.3. Fortalezas:

El sector se ha adaptado a las condiciones climáticas de la zona permitiendo desarrollar la actividad **sin el consumo de agua**, lo que implica, de manera directa, la alta calidad del recurso.

La maquinaria móvil al estar constituida por **máquinas nuevas o seminuevas**, con un alto nivel tecnológico, incorpora los últimos adelantos en materia de prevención de riesgos laborales.

Importantes inversiones en instalaciones no productivas aprovechado el período expansivo para mejorar la seguridad y la

calidad ambiental, disminuyendo las afecciones al entorno más próximo.

Las explotaciones tienen una **importancia social elevada** en las zonas de implantación debido a la alta rentabilidad de cada empleo generado.

9.4. Oportunidades:

Potencialidad turística de la región con **amplios territorios planificados**, en su ordenación territorial, para la urbanización.

El cierre de explotaciones en comunidades vecinas, así como, la **mayor exigencia en calidad** del producto abren nuevos mercados.

La gran riqueza geológica permite disponer de enclaves con menos impactos y el valor creciente del suelo hace que la **reutilización del espacio generado** constituya un valor añadido.

Desarrollo del **mercado del árido reciclado**, lo que representa una magnífica situación para aprovechar los canales de distribución.

10. Entidades como LRQA (Lloyd's Register Quality), colaboradores en una de las jornadas técnicas desarrolladas a partir de este trabajo de investigación, revelan la importancia de establecer indicadores como los que se incluyen en la mECA para llevar a cabo sus evaluaciones en materias de calidad, seguridad y medio ambiente.

11. Se ha cubierto el principal objetivo del Trabajo de Investigación: conseguir un procedimiento metodológico y una herramienta de apoyo para la ejecución de un diagnóstico tecnológico del sector de fabricación de los áridos, que pueden ser aprovechados en otros ámbitos territoriales.

CAPÍTULO 9. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

9. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

A partir de este trabajo de investigación quedan abiertas, al menos, 3 líneas de investigación:

1. La utilidad del diagnóstico depende directamente de los objetivos que éste sugiere. El problema reside precisamente en saber definir bien esos objetivos y elaborar un conjunto creíble de acciones que permitan cubrirlos en plazo y coste: **un Plan de Actuación Tecnológica (PAT)**.

Este PAT debe incluir las **líneas estratégicas** que permitan el desarrollo del sector, así como, afrontar el futuro con mayor optimismo, rigor técnico y empresarial. Su elaboración debe ser abordada, utilizando los resultados del diagnóstico tecnológico, y realizando un trabajo que sea capaz de recopilar las ideas provenientes de los empresarios, la administración, los centros tecnológicos y las asociaciones sectoriales.

2. Evolucionar y optimizar la matriz, aportando nuevos indicadores, que nos permitan utilizar el índice mECA como un criterio de **evaluación de proyectos**, así como, adaptar la metodología a otros sectores de la minería como la roca ornamental y la minería metálica.
3. Cuantificar el coste que supone para las empresas **mejorar determinados indicadores de la matriz**. Por ejemplo, si en la planificación a corto plazo, se establece como prioritario reducir el nivel de ruido en la planta de tratamiento, para pasar de un índice mECA del 50% al 70%, cuantificar económicamente lo que le supone a la empresa llevar a cabo este ajuste.

***CAPÍTULO 10. REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS***

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acciona Infraestructuras, Publicación de Proyectos Técnicos [en línea]: Disponible en Web: <http://www.acciona-infraestructuras.es/>

Agrupación de Fabricantes de Cemento de España, OFICEMEN [en línea]: Disponible en Web: <http://www.oficemen.com/>

AHMED, P.K.; RAFIQ, M. (1998). *Integrated benchmarking: a holistic examination of select techniques for benchmarking analysis*. Benchmarking for Quality Management and Technology, Vol. 5 No. 3, p. 225-242.

ALCARAZ, M. (2008): "Claves para la Compatibilidad Territorial de la Actividad Extractiva". Fabricación de Áridos en la Región de Murcia. Estrategias y Desarrollo. Jornada Técnica, Murcia 22 de Febrero de 2008.

APPELGREN, J. (2008): "En un estándar industrial". *Mining & Construction*. 2008, nº 2. p. 24-25.

ARTIGIANI, E.; BERGER, E.; HAMMETT, R. D.; PINE, R. J. (2006): "La Coltivazione in Sotterraneo di Marmo La Cava Kristallina della Omya a Vipiteno". En: *Convegno su Le Cave in Sotterraneo*. Torino 20-21, junio 2006. p. 61-66. ISBN: 88-901342-3-2.

Asociación de Empresas Constructoras de Ámbito Nacional, SEOPAN [en línea]: Disponible en Web: <http://www.seopan.es/>

Asociación Nacional de Empresarios Fabricantes de Áridos, ANEFA [en línea]: Disponible en Web: <http://www.aridos.org/>

Asociación Nacional de Empresarios Fabricantes de Hormigón Preparado, ANEFHOP [en línea]: Disponible en Web: <http://www.anefhop.com/>

ATLAS COPCO (2007): “SmartRig, carros de perforación inteligentes”. *Canteras y Explotaciones*. 2007, nº 488, p. 28-30.

Ayuntamiento de Mijas, Plan General de Ordenación Urbana [en línea]: Disponible en Web: <http://gis.sopde.es/mijas/>

Ayuntamiento de Murcia, Normas Urbanísticas [en línea]: Disponible en Web: http://195.57.119.201/urb_017.asp?ipag=70

Ayuntamiento de Zaragoza, Área de Grandes Proyectos e Infraestructuras [en línea]: Disponible en Web: <http://www.zaragoza.es/ciudad/grandesproyectos/proyectos.htm>

BIENZOBAS, J.; ANDRÉS, P.; COULLAUT, J. L. (2006): “Nuevos sistemas de explotación en canteras con sistemas basados en chimenea y galería”. En: *I Congreso Nacional de Áridos (Zaragoza, 2006)*. p. 333-337. ISBN: 84-923128-9-0.

BOUSO, J. L. (2000): “El consumo de agua en el lavado de áridos”. *Canteras y Explotaciones*. 2000, nº 389, p. 54-63.

BOXWELL, R. J. (1995). *Benchmarking para competir con ventaja*. McGraw-Hill. 203 p. ISBN: 0-07-006899-2.

BUSTILLO, M.; LÓPEZ, C. (1.997) “Evaluación Económica de Proyectos Mineros”. En: *Manual de Evaluación y Diseño de Explotaciones Mineras*. Ed. Entorno Gráfico, S.L. Madrid. 1997. p. 393-478. ISBN: 84-921708-2-4.

CAMP, R. C. (1989). *Benchmarking: The Search for Industry Best Practices that Lead to Superior Performance*. ASQC Quality Press. 299 p. ISBN: 0-87389-058-2.

CANALES, C.; AVELLANEDA, A.; MONFÁ, E.; SILVA, S.; MORA, P.; ROMAY, M.; SERRA, M. A. (2003): *Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España de Fabricación de Cemento*. Centro de Publicaciones, Secretaria General Técnica. Ministerio de Medio Ambiente. 129 p. ISBN: 84-8320-231-X.

CATERPILLAR (2006): *Caterpillar Performance Handbook*. Inc., Peoria, Illinois, U.S.A. April 2006. Nº 36.

CBA @Expansivo [en línea]. 2008. Disponible en Web:

<http://www.cementodemoledor.com/>

CEBRIÁN, B. (2004): "Mine to Mill. Disminución de costes totales mediante mayor fragmentación en las voladuras". Control de Fragmentación en Voladura. Seminario. UEE Europa-Servicio Plus. 29 p.

Centro de Estudios del Transporte del CEDEX [en línea]: Disponible en Web:

<http://www.cedex.es/castellano/carreteras/presentacion.html>

Centro Regional de Estadística de Murcia, CREM [en línea]. Disponible en Web:

<http://www.carm.es/econet/>

CEPYMEARAGON (2009) [en línea]: Disponible en Web:

<http://www.conectapyme.com/>

Código Nacional de Actividades Económicas, CNAE [en línea]. Disponible en Web: <http://www.cnae.com.es/>

<p align="center">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
Tesis: Referencias Bibliográficas	Pág. 206

Comisión Europea. *Europa Glosario* [en línea]. 2008. Disponible en Web:
http://europa.eu/scadplus/glossary/sustainable_development_es.htm

Comisión Europea. *Síntesis de Legislación* [en línea]. 2009. Disponible en Web:
<http://europa.eu/scadplus/leg/es/lvb/n26026.htm>

Conocelosaridos [en línea]: Disponible en Web:
<http://www.conocelosaridos.org/curioso.html>

Consejería de Obras Públicas Vivienda y Transportes, COPVT-CARM [en línea]:
 Disponible en Web:
[http://www.carm.es/neweb2/servlet/integra.servlets.ControlPublico?IDCONTENIDO=84&IDTIPO=140&RASTRO=c\\$m120,128](http://www.carm.es/neweb2/servlet/integra.servlets.ControlPublico?IDCONTENIDO=84&IDTIPO=140&RASTRO=c$m120,128)

Consejo Económico y Social de La Región de Murcia. CES RM [en línea]:
 Disponible en Web: <http://www.cesmurcia.es/>

Consultora GETINSA. Información interna [en línea]: Disponible en Web:
<http://www.getinsa.es/>

Consultora TYPESA. Información interna [en línea]: Disponible en Web:
<http://www.typsa.es/>

COULLAUT, J. L.; MARTÍNEZ, M. M.; BIENZOBAS, J. (2006): “Transporte subterráneo por gravedad en explotaciones de áridos”. En: *I Congreso Nacional de Áridos (Zaragoza, 2006)*. p. 479-484. ISBN: 84-923128-9-0.

CUNNINGHAM, C. (1983): “The Kuz-Ram Model for the Prediction of Fragmentation from Blasting”. En: *1st International Symposium on Rock Fragmentation by Blasting, Aug. 22–26, Lulea University Technology, Lulea, Sweden*, p. 439–453.

CUNNINGHAM, C. (1987): "Fragmentation Estimations and The Kuz-Ram Model – Four years on". En: *2st International Symposium on Rock Fragmentation by Blasting*, Keystone, Colorado. p. 475-487.

DUBOURDIEU, B. (2006): "Indicadores medioambientales: un primer paso hacia el desarrollo sostenible". En: *I Congreso Nacional de Áridos (Zaragoza, 2006)*. p. 899-905. ISBN: 84-923128-9-0.

Dust Solutions Incorporated, DSI [en línea]. 2008. Disponible en Web: <http://www.nodust.com/>

Entidad Pública Empresarial del Suelo, SEPES [en línea]: Disponible en Web: <http://www.sepes.es/>

España. Instrucciones Técnicas Complementarias del capítulo VII del Reglamento de Normas Básicas de Seguridad Minera. Real Decreto 863/1985, de 2 de abril. *Boletín Oficial del Estado*, 12 de Junio de 1985, num. 140, p. 17869.

España. Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación. *Boletín Oficial del Estado*, 2 de Julio de 2002, num. 157, p. 23910.

España. Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas. *Boletín Oficial del Estado*, 24 de Julio de 1973, num. 176, p. 15056.

ESQUITINO, F. (2003): "Instalación para el tratamiento de 1.200 t/h de caliza en la cantera de Hanson en Valdilecha (Madrid): totalmente automatizada, la planta ha sido suministrada por Metso Minerals". *Ingeopres*, 2003, nº 117, p. 76-84.

EU Non-Energy Extractive Industry. Sustainable Development Indicators 2001-2003. [Luxembourg]: European Communities, 2006. 30 p. ISBN: 92-79-00380-1.

<p style="text-align: center;">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
<p>Tesis: Referencias Bibliográficas</p>	<p>Pág. 208</p>

Federación de Áridos. FdA (2008) [en línea]: Disponible en Web:

<http://www.aridos.info/>

Fortune 500, (2009) [en línea]. Disponible en Web:

<http://money.cnn.com/magazines/fortune/fortune500/>

Global Reporting Initiative, GRI (2009) [en línea]. Disponible en Web:

<http://www.globalreporting.org/Home>

GONZÁLEZ C. (2006): “Un proyecto de minería de áridos para el futuro”. En: */ Congreso Nacional de Áridos (Zaragoza, 2006)*. p. 531-548. ISBN: 84-923128-9-0.

Grupo de Gestión de la Tecnología Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación Universidad Politécnica de Madrid, GETEC (2009) [en línea]: Disponible en Web: <http://www.getec.etsit.upm.es/>

Guía de Buenas Prácticas en Canteras y Graveras de Andalucía. Federación Andaluza de Asociaciones de Explotaciones Mineras (FAEMI), 2005. 158 p.

HAMRIN, H. (1998): “Choosing an Underground Mining Method”. En: Richard E. Gertsch and Richard L. Bullock (ed). *Techniques in Underground Mining*. p. 45-85. ISBN: 0-87335-163-0.

HIGUERAS, P. (2008) [en línea]: Disponible en Web:

<http://www.uclm.es/users/higueras/MAM/MMAM8.htm>

HOLCIM (2008) [en línea]: Disponible en Web: www.holcim.es

Informe Anual 2007. [Bruselas]: Unión Europea de Productores de Áridos (UEPG), 2007. 28 p.

Instituto Nacional de Estadística, INE [en línea]. Disponible en Web: http://www.ine.es/inebmenu/mnu_construc.htm

INTXAURBURU, M.; OCHOA, C. (2005): "La herramienta de benchmarking: ¿estrategia de imitación o innovación?". En: *IX Congreso de Ingeniería de Organización (Gijón, 8-9 de septiembre)*. 14 p. ISBN: 84-964-7640-5.

JOHNSON, G.; ACHOLES, K.; WHITTINGTON R. (2006): *Dirección Estratégica*. PEARSON Prentice Hall. 7ª edición. 685 p. ISBN-10: 84-205-4618-6.

KANCHIBOTLA, S.; MORRELL, S.; VALERY, W.; LOUGHLIN, P. (1998): "Exploring the Effect of Blast Design on SAG Mill Throughput at KCGM". En: Proc. Mine to Mill Conference, Brisbane, 1998, pp. 153–158.

LAWRENCE, B. H. (1998): "Considerations for Sublevel Stoping". En: Richard E. Gertsch and Richard L. Bullock (ed). *Techniques in Underground Mining*. p. 227-247. ISBN: 0-87335-163-0.

LÓPEZ, C. (1.995): "Estimación de Costes y Análisis de Inversiones". En: *Manual de Rocas Ornamentales*. Entorno Gráfico, S.L, Madrid. 1995. p. 519-540. ISBN: 84-605-2681-X.

LÓPEZ, C. (1994): *Manual de Perforación y Voladura de Rocas*. Instituto Tecnológico GeoMinero de España. SERIE. Tecnología y Seguridad Minera. Madrid. 541 p. ISBN: 84-7840-164-4.

LUACES, C. (2008): *El Sector de los Áridos en España y en Europa* [en línea]. Cátedra Empresa Anefa. Disponible en Web: <http://www.minas.upm.es/catedra-anefa/Elcurso.htm>

LUEGO RODRÍGUEZ, F. J.; GONZÁLEZ SOLÍS, S. (2004): “Definición racional de ripabilidad o volabilidad de los macizos rocosos, factores económicos y técnicos”. *Rocas y Minerales*. 2004, nº 391. p. 42-56.

MARFAY, A. (2004). *Tecnología de Canteras y Graveras*. Fueyo Editores, 2004. 525 p. ISBN: 84-923128-7-4.

MARTÍN, J. L.; VENTURA, C.; PRIETO, J. (2006): “Adecuación de una actividad extractiva a la normativa relativa a la prevención y control integrado de la contaminación (IPPC)”. En: *I Congreso Nacional de Áridos (Zaragoza, 2006)*. p. 549-555. ISBN: 84-923128-9-0.

MARTÍNEZ, M. A. (2007): “Buenas Prácticas Medioambientales y Mejora de a Imagen en las Explotaciones del Futuro”. *Nuevas Tendencias Medioambientales y Restauración de Canteras de Áridos*. Jornada Técnica, Murcia 27 de Marzo de 2007.

MARTÍNEZ, M. A. (2008): “Herramientas para la Evaluación Tecnológica de una Explotación de Áridos”. *Calidad de los Áridos. Para Infraestructuras y Perspectivas de Futuro*. Jornada Técnica, Murcia 13 de noviembre de 2008.

MARTÍNEZ, M. A. (2008): “Situación Tecnológica del Sector de Fabricación de Árido en Murcia”. *Fabricación de Áridos en la Región de Murcia. Estrategias y Desarrollo*. Jornada Técnica, Murcia 22 de Febrero de 2008.

MARTÍNEZ, M. A.; TRIGUEROS E. (2006): “Implementing a New Method of Direct Dumping in the quarry The Zacacho (Murcia, Spain)”. En: *Fifteenth International Symposium on Mine Planning & Equipment Selection, (September 20-22, 2006 – Torino, ITALY)*. 1167-1172. ISBN: 88-901342-4-0.

MARTÍNEZ, M. A.; TRIGUEROS, E.; SÁNCHEZ, R.; NAVARRO, A. (2008): “Diagnóstico de una cantera de áridos a través de la matriz de evaluación (mECA)”. *Ingeopres*. 2008, nº 169, p. 18-24.

MAXAM (2007). Listado de precios. Explosivos Industriales [en línea]: Disponible en Web: <http://www.maxam-corp.com/index.html>

MAXAM (2007): *El concepto Mine to Mill en la explotación de áridos* [en línea]. Cátedra Empresa Anefa. Disponible en Web: <http://www.minas.upm.es/catedra-anefa/Elcurso.htm>

MCNAIR, C.J.; LEIBFRIED, K. (1992). *Benchmarking: A Tool for Continuous improvement*. John Wiley & Sons, Inc. 344 p. ISBN: 0-471-13206-3.

Memoria de Actividades del Año 2.006. [Murcia]: Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, Servicio de Minas, 2007. 16 p.

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, MITYC [en línea]: Disponible en Web: <http://www.mityc.es/>

Ministerio de Vivienda, MV [en línea]: Disponible en Web: <http://www.mviv.es/es>

MORA, C. (2005): *Lo que nos llega del Benchmarking* [en línea]. Disponible en Web: <http://www.gestiopolis.com/canales5/eco/loquenos.htm>

MOTA, E. (2007): “Consejos Prácticos”. II Jornadas sobre Gestión Integral de Explotaciones de Áridos. Jornada Técnica, Madrid 14 y 15 de marzo de 2007.

MOTA, E. (2007): “El ciclo de avance en túnel, “perforación y voladura vs. arranque mecánico”. En: *Congreso Internacional de la Asociación Española de*

<p align="center">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
<p>Tesis: Referencias Bibliográficas</p>	<p align="right">Pág. 212</p>

Túneles y Obras Subterráneas. (Madrid 5-7 de noviembre de 2007.) p. 945-959.
ISBN-13: 978-84-612-0257-7.

MUÑOZ, J.; LÓPEZ J. (2007): "Innovaciones en las técnicas de iniciación. Sistema mixto de iniciación no eléctrico-electrónico en voladuras en túnel". *Maxam Europe*. 2007. 5 p.

O'HARA, T.A. (1.979): "Report on Quick Guides to Evaluation of Orebodies". Hudson Bay Mining and Smelting Company, Toronto. 36 p.

Ordenanza para la redacción de proyectos de urbanización, control de las obras y recepción de las mismas en el T.M. de Cartagena.

http://www.cartagena.es/files/115-1177-DOC_FICHERO/REDACCION.pdf

PEÑALVER, C. (2004): "Los áridos como material prima". Periódico La Razón. (26/09/04). Disponible en Web:

http://www.almendron.com/politica/pdf/2004/spain/spain_1116.pdf

PLÁ, F. (1994): *Fundamentos de Laboreo de Minas*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Madrid. 383 p. ISBN: 84-85616-05-7.

Plan Estratégico de la Región de Murcia 2007-2013. PERM 07-13 [en línea]: Disponible en Web:

<http://www.um.es/estrategico/ficheros-sin-editar/usados/sec-doc/PDERM.pdf>

Promover el desarrollo sostenible en la industria extractiva no energética de la UE. Comunicación de la Comisión, Comisión de las Comunidades Europeas. Bruselas, 3.5.200. COM (2000) 265 final. 23 p.

Pyroc [en línea]. 2008. Disponible en Web: <http://www.pyroc.es/>

SÁNCHEZ, R. (2008): “Consumo de Áridos en la Región de Murcia y Abastecimiento Futuro”. Fabricación de Áridos en la Región de Murcia. Estrategias y Desarrollo. Jornada Técnica, Murcia 22 de Febrero de 2008.

SANCHIDRIÁN, J. A.; SEGARRA, P.; LÓPEZ, L. M. (2006): “A Practical Procedure for the Measurement of Fragmentation by Blasting by Image Analysis”. *Rock Mechanics and Rock Engineering*. Volumen 39, Nº 4, p. 359-382.

SPENDOLINI, M. J. (1992). *The Benchmarking Book*. Amacom Books. 256 p. ISBN-10: 0-81445-077-6.

SPLIT ENGINNERING (2009) [en línea]: Disponible en Web:

<http://www.spliteng.com/>

STEBBINS, S. A.; SCHUMACHER, O .L. (2.001): “Cost estimating for Underground Mines”. En: HUSTRULID & BULLOCK (ed). *Underground Mining Methods*. SME, 2001. p. 49-72. ISBN: 0-87335-193-2.

Suplemento GRI del Sector de Minería y Metales. [Amsterdam]: Global Reporting Initiative, 2005. 55p.

TORRIJA, M. (2007): “Martillo en Cabeza vs. Martillo en Fondo”. II Jornadas sobre Gestión Integral de Explotaciones de Áridos. Jornada Técnica, Madrid 14 y 15 de marzo de 2007.

TUNNER, S., (2002): *Tools for Success: A Manager's Guide*. London: McGraw-Hill, 2002. 219 p. ISBN-10: 0077107101.

TRIGUEROS, E. (2006): “Estudio de los parámetros de viabilidad de las canteras subterráneas de mármol”. Director: Javier Taboada Castro. Universidad de Vigo, Departamento de los Recursos Naturales y Medio Ambiente.

<p style="text-align: center;">DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.</p>	
Tesis: Referencias Bibliográficas	Pág. 214

TRIGUEROS, E. (2007): “Nuevas propuestas en la aplicación para la restauración de canteras”. Nuevas Tendencias Medioambientales y Restauración de Canteras de Áridos. Jornada Técnica, Murcia 27 de Marzo de 2007.

TRIGUEROS, E. (2008): “Líneas Estratégicas del Sector de Fabricación de los Áridos”. Fabricación de Áridos en la Región de Murcia. Estrategias y Desarrollo. Jornada Técnica, Murcia 22 de Febrero de 2008.

TRIGUEROS, E.; ALCARAZ, M.; MARTÍNEZ, M. A. (2007): “Análisis del Proyecto de La Cantera Ideal”. Colegio de Ingenieros Técnicos de Minas. Universidad Politécnica de Cartagena.

UNE. *Medidas de seguridad en cajas fuertes, puertas y cámaras acorazadas*. UNE EN 1143-1. BOE nº 96 de 22 de abril de 1998.

Unión Europea de Productores de Áridos, UPEG [en línea]: Disponible en Web: <http://www.uepg.eu/>

VARELA, N. (2008): “Sistemas de Gestión Integrados y Auditorias Combinadas en Explotaciones de Áridos”. Calidad de los Áridos. Para Infraestructuras y Perspectivas de Futuro. Jornada Técnica, Murcia 13 de noviembre de 2008.

WATSON, G. H. (2007). *Strategic Benchmarking Reloaded with Six Sigma*. Jonh Wiley & Sons, Inc. 360 p. ISBN-13: 978-047006908.

WILLIAM, R. (1990): “Ore Passes”. En: B.A. Kennedy (ed). Surface Mining 2nd Edition. p. 706-708. ISBN: 0-87335-102-9.

ANEXOS

ANEXO I.

***FICHAS TÉCNICAS DE LAS
CANTERAS SELECCIONADAS***

ANEXO I. FICHAS TÉCNICAS DE LAS CANTERAS SELECCIONADAS

El estudio se ha desarrollado sobre un conjunto de 50 explotaciones. Las fichas que se muestran a continuación corresponden a 30 explotaciones, las cuales han sido seleccionadas a partir de una producción media superior a 100.000 toneladas anuales, lo que, según nuestro criterio, es representativo. A continuación se cita el listado de fichas realizadas⁷.

1. Ángela	16. Las Balsetas
2. Áridos Cutillas	17. Las Rellanas
3. Cabezo Gordo Noroeste	18. Las Talaveras
4. Cabezo Negro	19. Lomas de Hellín
5. Carrascoy I	20. Los Tres Santos
6. Carrascoy II	21. Maria Eugenia
7. Cerros del Fato	22. Maria Victoria
8. El Botijo	23. Marita
9. El Marjal	24. Provimeco
10. El Zacacho	25. Rambla
11. Fulsan	26. Rodafuerte II
12. Hoyo Montero	27. Santa Rita III
13. La Huertecica	28. Santa Rita VI
14. La Pala	29. Solana de San Gines
15. La Tejera	30. Solana del Cerrajero

Se han preparado unas fichas técnicas resumen que constan de los siguientes apartados.

⁷ El número que aparece delante del nombre de la explotación obedece a su clasificación por orden alfabético. No está relacionado con las cifras presentadas en las tablas de resultados.

- **Datos Generales** en los que se incluyen:
 - el nombre de la explotación,
 - la sección a la que pertenecen según la Ley de Minas 22/1.973,
 - número de referencia que se le ha asignado a partir de la sección a la que pertenecen y el numero de registro del Catastro Minero de la Región de Murcia,
 - el término municipal al que pertenece y las coordenadas según la proyección cartográfica U.T.M.,
 - el material explotado, la unidad geológica a la que pertenece y las reservas de la explotación. Además, se incluye un fragmento de plano E: 1/25.000 de localización en coordenadas U.T.M.
- **Método de Explotación.** Se describe brevemente el tipo de laboreo y el consumo específico de explosivo en kilogramos por metro cúbico.
- **Consumos:**
 - potencia eléctrica instalada en kilowatios,
 - la estimación de consumo de agua en metros cúbicos y por año,
 - la estimación de consumo de diesel en litros por tonelada producida,
 - descripción de la planta de trituración distinguiendo el número de equipos de trituración primaria, secundaria y terciaria, así una planta descrita como 1+1+1, dispone de una machacadora primaria, un molino secundario y un molino terciario.
 - Se incorpora a la ficha técnica una fotografía representativa de la cantera.
- **Producciones:**
 - Producción estimada media anual en toneladas.
 - Número de trabajadores (empleo directo).

Consejería Economía,
Empresa e Innovación
Dirección General de Industria,
Energía y Minas

UPCT
Grupo de Investigación:
Geotecnia y Métodos de
Explotación

- Productos que tienen Marcado CE divididos por granulometrías y utilidades (caracterización tecnológica).
- **Sistemas de Gestión**, se indica si la explotación cuenta con Marcado CE y si ha implantado procedimientos de gestión de la calidad, medio ambiente y prevención de riesgos laborales.

DATOS GENERALES

Cantera: **ANGELA**

Referencia: **A_1291**

Sección: **A**

T. Municipal: **ABANILLA**

Coordenadas UTM (X;Y): **668.360; 4.239.700**

Material explotado: **CALIZA**

Unidad Geológica: **POSTOROGENICO**

Reservas: **26.799.000 t.**

Edad: **EOCENO, Terciario**

Localización de la cantera:

E 1:25.000

METODO DE EXPLOTACIÓN

Descripción del método de explotación: **BANQUEO DESCENDENTE**

Consumo específico de explosivo: **0,48 Kg./m³**

CONSUMOS

Potencia eléctrica instalada: **1.458,40 Kw.**

Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**

Estimación de consumo de diesel: **0,25 l/t**

Descripción de la planta de trituración: **1+1+1**

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **1.600.000 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **8**

Productos:

ARIDOS PARA HORMIGON: 0/4; 2/6; 6/10; 12/20

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **MARCAO CE, ISO UNE 14.001**

DATOS GENERALES

Cantera: **ARIDOS CUTILLAS** Referencia: **C_21831**
Sección: **C** T. Municipal: **FORTUNA**
Coordenadas UTM (X;Y): **662.328; 4.235.917**
Material explotado: **DOLOMIAS** Unidad Geológica: **SUBBETICO EXTERNO**
Reservas: **43.428.000 t.** Edad: **JURASICO**

Localización de la cantera:

E 1:25.000

METODO DE EXPLOTACIÓN

Descripción del método de explotación: **BANQUEO DESCENDENTE**

Consumo específico de explosivo: **0,37 Kg./m³**

CONSUMOS

Potencia eléctrica instalada: **2.519,10 Kw.**

Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**

Estimación de consumo de diesel: **0,13 l/t**

Descripción de la planta de trituración: **2+2+4**

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **3.500.000 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **39**

Productos:

ARIDOS PARA MORTEROS: 0/2; 0/4

ARIDOS PARA HORMIGON: 0/2; 0/4; 4/8; 6/12; 11/22; 20/40

ARIDOS PARA BITUMINOSO: 0/4; 4/8; 6/12; 12/20; 20/32; 20/40

ARIDOS PARA CAPAS GRANULARES: 0/20; 0/40

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **MARCADO CE**

DATOS GENERALES

Cantera: **CABEZO GORDO
NOROESTE**

Referencia: **C_21930**

Sección: **C**

T. Municipal: **TORRE PACHECO**

Coordenadas UTM (X;Y): **683.500; 4.186.000**

Material explotado: **CALIZAS**

Unidad Geológica: **ALPUJARRIDE**

Reservas: **37.185.000 t.**

Edad: **TRIASICO**

Localización de la cantera:

E 1:25.000

METODO DE EXPLOTACIÓN

Descripción del método de explotación: **BANQUEO DESCENDENTE**

Consumo específico de explosivo: **0,35 Kg./m³**

CONSUMOS

Potencia eléctrica instalada: **1.227,28 Kw.**

Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**

Estimación de consumo de diesel: **0,49 l/t**

Descripción de la planta de trituración: **1+1+3**

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **2.492.000 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **14**

Productos: **Se desconocen**

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **MARCADO CE, ISO UNE 14.001 (en tramite), ISO UNE 9.001.**

DATOS GENERALES

Cantera: **CABEZO NEGRO**

Referencia: **C_21.874**

Sección: **C**

T. Municipal: **ABARAN**

Coordenadas UTM (X;Y): **640.710; 4.231.249**

Material explotado: **DIABASAS** Unidad Geológica: **SUBBETICO INTERNO**

Reservas: **8.987.000 t.**

Edad: **TRIASICO**

Localización de la cantera:

E 1:25.000

METODO DE EXPLOTACIÓN

Descripción del método de explotación: **BANQUEO DESCENDENTE**

Consumo específico de explosivo: **NO EMPLEA EXPLOSIVO**

CONSUMOS

Potencia eléctrica instalada: **1.455,00 Kw.**

Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**

Estimación de consumo de diesel: **0,84 l/t**

Descripción de la planta de trituración: **1+1+2**

Consejería Economía,
Empresa e Innovación
Dirección General de Industria,
Energía y Minas

UPCT
Grupo de Investigación:
Geotecnia y Métodos de
Explotación

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **1.500.000 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **7**

Productos: **Se desconocen**

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **MARCADO CE**

DATOS GENERALES

Cantera: **CARRASCOY I**

Referencia: **A_1087**

Sección: **A**

T. Municipal: **ALHAMA DE MURCIA**

Coordenadas UTM (X;Y): **646.164; 4.186.468**

Material explotado: **OFITAS**

Unidad Geológica: **UNIDAD ROMERO**

Reservas: **5.468.000 t.**

Edad: **JURASICO**

Localización de la cantera:

E 1:25.000

METODO DE EXPLOTACIÓN

Descripción del método de explotación: **BANQUEO ASCENDENTE**

Consumo específico de explosivo: **0,32 Kg./m³**

CONSUMOS

Potencia eléctrica instalada: **1.455,00 Kw.**

Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**

Estimación de consumo de diesel: **0,56 l/t**

Descripción de la planta de trituración: **2+1+1**

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **600.000 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **8**

Productos:

ARIDOS PARA BITUMINOSOS: 6/12; 12/20; 16/22

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **MARCADO CE**

DATOS GENERALES

Cantera: **CARRASCOY II**

Referencia: **A_1088**

Sección: **A**

T. Municipal: **FUENTE ALAMO**

Coordenadas UTM (X;Y): **664.909; 4.177.771**

Material explotado: **CALIZAS**

Unidad Geológica: **NEVADO-FILABRIDE**

Reservas: **14.200.000 t**

Edad: **TRIASICO**

Localización de la cantera:

E 1:25.000

METODO DE EXPLOTACIÓN

Descripción del método de explotación: **BANQUEO ASCENDENTE**

Consumo específico de explosivo: **0,34 Kg./m³**

CONSUMOS

Potencia eléctrica instalada: **1.882,79 Kw.**

Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**

Estimación de consumo de diesel: **0,09 l/t**

Descripción de la planta de trituración: **1+1+1**

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **2.000.000 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **17**

Productos:

ARIDOS PARA MORTEROS: 0/2; 0/4

ARIDOS PARA HORMIGON: 0/4; 4/8; 4/12; 12/32

ARIDOS PARA CAPAS GRANULARES: 0/32

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **MARCADO CE, ISO UNE 14.001 (en tramite), ISO UNE 9.001**

DATOS GENERALES

Cantera: **CERROS DEL FATO** Referencia: **A_1095**
Sección: **A** T. Municipal: **YECLA**
Coordenadas UTM (X;Y): **671.456; 4.278.378**
Material explotado: **CALIZAS** Unidad Geológica: **PREBETICO EXTERNO**
Reservas: **Se desconocen** Edad: **CRETACICO**

Localización de la cantera:

E 1:25.000

METODO DE EXPLOTACIÓN

Descripción del método de explotación: **UNICO BANCO**

Consumo específico de explosivo: **0,31 Kg/m³**

CONSUMOS

Potencia eléctrica instalada: **531,10 Kw.**

Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**

Estimación de consumo de diesel: **0,12 l/t**

Descripción de la planta de trituración: **1+1+1**

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **300.000 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **5**

Productos:

ARIDOS PARA MORTEROS: 0/2

ARIDOS PARA HORMIGON: 0/4; 4/8; 6/12; 12/20

ARIDOS PARA CAPAS GRANULARES: 0/22; 0/40

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **MARCADO CE**

DATOS GENERALES

Cantera: **EL BOTIJO**

Referencia: **A_1109**

Sección: **A**

T. Municipal: **MULA**

Coordenadas UTM (X;Y): **622.499; 4.214.845**

Material explotado: **CALIZAS**

Unidad Geológica: **POSTOROGENICO**

Reservas: **2.231.000 t.**

Edad: **MIOCENO, Terciario**

Localización de la cantera:

E 1:25.000

METODO DE EXPLOTACIÓN

Descripción del método de explotación: **BANQUEO DESCENDENTE**

Consumo específico de explosivo: **0,46 Kg./m³**

CONSUMOS

Potencia eléctrica instalada: **Se desconoce**

Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**

Estimación de consumo de diesel: **0,42 l/t**

Descripción de la planta de trituración: **1+1+1**

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **500.000 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **4**

Productos:

ARIDOS PARA MORTEROS: 0/2

ARIDOS PARA HORMIGON: 0/4; 6/12; 12/20

ARIDOS PARA CAPAS GRANULARES: 0/40

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **MARCADO CE**

DATOS GENERALES

Cantera: **EL MARJAL**

Referencia: **A_1017**

Sección: **A**

T. Municipal: **ABANILLA**

Coordenadas UTM (X;Y): **663.944; 4.236.603**

Material explotado: **CALIZAS**

Unidad Geológica: **PREBETICO EXTERNO**

Reservas: **25.862.000 t.**

Edad: **EOCENO, Terciario**

Localización de la cantera:

E 1:25.000

METODO DE EXPLOTACIÓN

Descripción del método de explotación: **BANQUEO DESCENDENTE**

Consumo específico de explosivo: **0,30 Kg./m³**

CONSUMOS

Potencia eléctrica instalada: **832,20 Kw.**

Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**

Estimación de consumo de diesel: **0,05 l/t**

Descripción de la planta de trituración: **1+1+1**

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **1.750.000 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **20**

Productos:

ARIDOS PARA HORMIGON: 0/4; 6/12; 12/20

ARIDOS PARA BITUMINOSOS: 0/4; 6/12; 12/20

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **MARCADO CE**

DATOS GENERALES

Cantera: **EL ZACACHO**

Referencia: **A_1128**

Sección: **A**

T. Municipal: **SANTOMERA**

Coordenadas UTM (X;Y): **671.619; 4.217.604**

Material explotado: **CALIZAS**

Unidad Geológica: **BALLABONA-CUCHARON**

Reservas: **86.550.000 t.**

Edad: **TRIASICO**

Localización de la cantera:

E 1:25.000

METODO DE EXPLOTACIÓN

Descripción del método de explotación: **BANQUEO ASCENDENTE**

Consumo específico de explosivo: **0,29 Kg./m³**

CONSUMOS

Potencia eléctrica instalada: **2.931,99 Kw.**

Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**

Estimación de consumo de diesel: **0,28 l/t**

Descripción de la planta de trituración: **2+2+4**

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **2.500.000 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **30**

Productos:

ARIDOS PARA MORTEROS: 0/2; 0/4; 0/8

ESCOLLERA: 5/40; 1000/3000

ARIDOS PARA HORMIGON: 0/2; 0/4; 0/5,6; 2/6,3; 5,6/11,2; 11,2/22,4

ARIDOS PARA BITUMINOSO: 0/2; 0/4; 0/5,6; 2/6,3; 5,6/11,2; 11,2/22,5

ARIDOS PARA CAPAS GRANULARES: 2/6,3; 5,6/11,2; 40/80; 11,2/22,4; 20/40; 0/32

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **MARCADO CE, ISO UNE 14.001 (en tramite), ISO UNE 9.001**

DATOS GENERALES

Cantera: **FULSAN**

Referencia: **C_21936**

Sección: **C**

T. Municipal: **ALHAMA DE MURCIA**

Coordenadas UTM (X;Y): **645.368; 4.186.628**

Material explotado: **CALIZAS Y
OFITAS**

Unidad Geológica: **NEVADO-FILABRIDE**

Reservas: **Se desconocen**

Edad: **TRIASICO/MIOCENO**

Localización de la cantera:

E 1:25.000

METODO DE EXPLOTACIÓN

Descripción del método de explotación: **BANQUEO ASCENDENTE**

Consumo específico de explosivo: **0,4 Kg./m³**

CONSUMOS

Potencia eléctrica instalada: **1,363,25 Kw.**

Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**

Estimación de consumo de diesel: **0,14 l/t**

Descripción de la planta de trituración: **1+1+3**

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **1.100.000 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **16**

Productos:

ARIDOS PARA HORMIGON: 0/4; 4/10; 4/20

ARIDOS PARA BITUMINOSO: 0/4; 4/10; 4/20

BALASTO: 31,5/50

ARIDOS PARA CAPAS GRANULARES: 0/22,4

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **MARCADO CE, ISO UNE 14.001 (en tramite), ISO UNE 9.001**

DATOS GENERALES

Cantera: **HOYO MONTERO**

Referencia: **A_1403**

Sección: **A**

T. Municipal: **PUERTO LUMBRERAS**

Coordenadas UTM (X;Y): **602.714; 4.149.941**

Material explotado: **CALIZAS**

Unidad Geológica: **UNIDAD SIERRA DE
ENMEDIO**

Reservas: **2.010.000 t.**

Edad: **TRIASICO**

Localización de la cantera:

E 1:25.000

METODO DE EXPLOTACIÓN

Descripción del método de explotación: **BANQUEO ASCENDENTE**

Consumo específico de explosivo: **0,37 Kg./m³**

CONSUMOS

Potencia eléctrica instalada: **200 Kw.**

Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**

Estimación de consumo de diesel: **0,3 l/t**

Descripción de la planta de trituración: **1**

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **300.000 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **4**

Productos: **Se desconocen**

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **Ninguno**

DATOS GENERALES

Cantera: **LA HUERTECICA** Referencia: **A_1157**
Sección: **A** T. Municipal: **AGUILAS**
Coordenadas UTM (X;Y): **617.722; 4.145.712**
Material explotado: **CALIZAS** Unidad Geológica: **ALPUJARRIDE**
Reservas: **9.911.000 t.** Edad: **TRIASICO**

Localización de la cantera:

E 1:25.000

METODO DE EXPLOTACIÓN

Descripción del método de explotación: **BANQUEO ASCENDENTE**

Consumo específico de explosivo: **0,28 Kg./m³**

CONSUMOS

Potencia eléctrica instalada: **913,07 Kw.**

Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**

Estimación de consumo de diesel: **0,2 l/t**

Descripción de la planta de trituración: **1+1+2**

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **1.300.000 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **8**

Productos:

ARIDOS PARA MORTEROS: 0/4

ARIDOS PARA HORMIGON: 0/4; 11/22

ARIDOS PARA CAPAS GRANULARES: 0/40; 11/22

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **MARCADO CE**

DATOS GENERALES

Cantera: **LA PALA**

Referencia: **A_1278**

Sección: **A**

T. Municipal: **FUENTE ALAMO**

Coordenadas UTM (X;Y): **655.957; 4.186.152**

Material explotado: **CALIZAS**

Unidad Geológica: **UNIDAD CARRASCOY**

Reservas: **9.554.000 t.**

Edad: **TRIASICO**

Localización de la cantera:

E 1:25.000

METODO DE EXPLOTACIÓN

Descripción del método de explotación: **BANQUEO DESCENDENTE**

Consumo específico de explosivo: **0,36 Kg./m³**

CONSUMOS

Potencia eléctrica instalada: **1.215,31 Kw.**

Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**

Estimación de consumo de diesel: **0,15 l/t**

Descripción de la planta de trituración: **1+3+2**

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **1.500.000 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **20**

Productos:

ARIDOS PARA HORMIGON: 0/4; 11,2/22,4

ARIDOS PARA BITUMINOSO: 0/4; 4/11,2; 11,2/22,4

ARIDOS PARA CAPAS GRANULARES: 0/4

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **MARCADO CE**

DATOS GENERALES

Cantera: **LA TEJERA**

Referencia: **A_1166**

Sección: **A**

T. Municipal: **CARAVACA DE LA CRUZ**

Coordenadas UTM (X;Y): **589.676; 4.209.260**

Material explotado: **CALIZAS**

Unidad Geológica: **SUBBETICO MEDIO**

Reservas: **4.190.000 t.**

Edad: **JURASICO**

Localización de la cantera:

E 1:25.000

METODO DE EXPLOTACIÓN

Descripción del método de explotación: **BANQUEO DESCENDENTE**

Consumo específico de explosivo: **0,48 Kg./m³**

CONSUMOS

Potencia eléctrica instalada: **450 Kw.**

Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**

Estimación de consumo de diesel: **0,35 l/t**

Descripción de la planta de trituración: **1+1+1**

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **260.000 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **7**

Productos: **Se desconocen**

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **Ninguno**

Consejería Economía,
Empresa e Innovación
Dirección General de Industria,
Energía y Minas

UPCT
Grupo de Investigación:
Geotecnia y Métodos de
Explotación

DATOS GENERALES

Cantera: **LAS BALSETAS**

Referencia: **A_1038**

Sección: **A**

T. Municipal: **CARTAGENA**

Coordenadas UTM (X;Y): **681.450; 4.161.688**

Material explotado: **DOLOMIAS**

Unidad Geológica: **ALPUJARRIDE**

Reservas: **8.480.000 t.**

Edad: **TRIASICO**

Localización de la cantera:

E 1:25.000

METODO DE EXPLOTACIÓN

Descripción del método de explotación: **BANQUEO DESCENDENTE**

Consumo específico de explosivo: **0,41 Kg/m³**

CONSUMOS

Potencia eléctrica instalada: **1.181,59 Kw.**

Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**

Estimación de consumo de diesel: **0,04 l/t**

Descripción de la planta de trituración: **1+1+2**

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **1.300.000 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **11**

Productos:

ARIDOS PARA MORTEROS: 0/2; 0/4

ARIDOS PARA HORMIGON: 0/4; 4/12; 12/20

ARIDOS PARA BITUMINOSO: 0/2; 0/4; 4/12; 12/20

ARIDOS PARA CAPAS GRANULARES: 4/12; 12/20

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **MARCADO CE, ISO UNE 14.001 (en tramite), ISO UNE 9.001**

DATOS GENERALES

Cantera: **LAS RELLANAS** Referencia: **A_1173**

Sección: **A**

T. Municipal: **SANTOMERA**

Coordenadas UTM (X;Y): **668.558; 4.215.183**

Material explotado: **CALIZAS** Unidad Geológica: **BALLABONA-CUCHARON**

Reservas: **1.746.000 t.**

Edad: **TRIASICO**

Localización de la cantera:

E 1:25.000

METODO DE EXPLOTACIÓN

Descripción del método de explotación: **BANQUEO ASCENDENTE**

Consumo específico de explosivo: **0,39 Kg./m³**

CONSUMOS

Potencia eléctrica instalada: **514 Kw.**

Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**

Estimación de consumo de diesel: **0,17 l/t**

Descripción de la planta de trituración: **1+1+0**

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **700.000 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **6**

Productos: **Se desconocen**

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **Ninguno**

DATOS GENERALES

Cantera: **LAS TALAVERAS**

Referencia: **A_1039**

Sección: **A**

T. Municipal: **FUENTE ALAMO**

Coordenadas UTM (X;Y): **655.920; 4.184.880**

Material explotado: **CALIZAS**

Unidad Geológica: **UNIDAD CARRASCOY**

Reservas: **4.434.000 t.**

Edad: **TRIASICO**

Localización de la cantera:

E 1:25.000

METODO DE EXPLOTACIÓN

Descripción del método de explotación: **BANQUEO ASCENDENTE**

Consumo específico de explosivo: **0,37 Kg./m³**

CONSUMOS

Potencia eléctrica instalada: **666,21 Kw.**

Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**

Estimación de consumo de diesel: **0,28 l/t**

Descripción de la planta de trituración: **1+1+1**

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **900.000 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **20**

Productos:

ARIDOS PARA HORMIGON: 0/4; 12/22

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **MARCADO CE**

DATOS GENERALES

Cantera: **LOMAS DE HELLIN** Referencia: **A_1175**
Sección: **A** T. Municipal: **JUMILLA**
Coordenadas UTM (X;Y): **641.201; 4.261.032**
Material explotado: **CALIZAS** Unidad Geológica: **PREBETICO EXTERNO**
Reservas: **14.071.000 t.** Edad: **CRETACICO**

Localización de la cantera:

E 1:25.000

METODO DE EXPLOTACIÓN

Descripción del método de explotación: **BANQUEO ASCENDENTE**

Consumo específico de explosivo: **0,28 Kg./m³**

CONSUMOS

Potencia eléctrica instalada: **963 Kw.**

Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**

Estimación de consumo de diesel: **0,34 l/t**

Descripción de la planta de trituración: **1+1+2**

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **800.000 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **16**

Productos:

ARIDOS PARA MORTEROS: 0/4

ARIDOS PARA HORMIGON: 0/4; 6/12; 12/20

ARIDOS PARA CAPAS GRANULARES: 0/32

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **MARCADO CE, ISO UNE 14.001 (en tramite), ISO UNE 9.001**

DATOS GENERALES

Cantera: **LOS TRES SANTOS** Referencia: **A_1294**
Sección: **A** T. Municipal: **ABANILLA**
Coordenadas UTM (X;Y): **674.120; 4.231.560**
Material explotado: **CALIZAS** Unidad Geológica: **SUBBETICO EXTERNO**
Reservas: **18.032.000 t.** Edad: **MIOCENO, TERCIARIO**

Localización de la cantera:

E 1:25.000

METODO DE EXPLOTACIÓN

Descripción del método de explotación: **BANQUEO ASCENDENTE**

Consumo específico de explosivo: **0,22 Kg./m³**

CONSUMOS

Potencia eléctrica instalada: **1.595 Kw.**

Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**

Estimación de consumo de diesel: **0,18 l/t**

Descripción de la planta de trituración: **1+1+4**

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **2.000.000 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **23**

Productos:

ARIDOS PARA MORTEROS: 0/4

ARIDOS PARA HORMIGON: 0/4; 2/4; 4/12; 14/20

ARIDOS PARA BITUMINOSO: 0/4; 4/12; 10/16; 14/20; 20/40

ARIDOS PARA CAPAS GRANULARES: 0/20

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **MARCADO CE, ISO UNE 14.001 (en tramite), ISO UNE 9.001 (en tramite)**

DATOS GENERALES

Cantera: **MARIA EUGENIA**

Referencia: **A_1296**

Sección: **A**

T. Municipal: **ABANILLA**

Coordenadas UTM (X;Y): **675.569; 4.238.640**

Material explotado: **CALIZAS**

Unidad Geológica: **SUBBETICO EXTERNO**

Reservas: **35.000.000 t.**

Edad: **JURASICO**

Localización de la cantera:

E 1:25.000

METODO DE EXPLOTACIÓN

Descripción del método de explotación: **BANQUEO ASCENDENTE**

Consumo específico de explosivo: **0,46 Kg./m³**

CONSUMOS

Potencia eléctrica instalada: **1.500 Kw.**

Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**

Estimación de consumo de diesel: **0,08 l/t**

Descripción de la planta de trituración: **1+1+3**

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **1.800.000 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **15**

Productos:

ARIDOS PARA MORTEROS: 0/2

ARIDOS PARA HORMIGON: 0/4; 6/12; 12/20

ARIDOS PARA CAPAS GRANULARES: 0/20

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **MARCADO CE, ISO UNE 9.001**

Cantera: MARIA VICTORIA	Referencia: C_21808
Sección: C	T. Municipal: YECLA
Coordenadas UTM (X;Y): 661.410; 4.262.563	
Material explotado: CALIZAS	Unidad Geológica: PREBETICO EXTERNO
Reservas: Se desconocen	Edad: CRETACICO

E 1:25.000

Consumo específico de explosivo: **0,46 Kg./m³**

Potencia eléctrica instalada: **1.369,11 Kw.**
 Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**
 Estimación de consumo de diesel: **0,06 l/t**
 Descripción de la planta de trituración: **1+1+1**

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **400.000 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **12**

Productos:

ARIDOS PARA MORTEROS: 0/2

ARIDOS PARA HORMIGON: 0/4; 4/6; 6/12; 12/20

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **MARCADO CE, ISO UNE 14.001, ISO UNE 9.001**

DATOS GENERALES

Cantera: **ALJEMA (MARITA)** Referencia: **A_1048**
Sección: **A** T. Municipal: **MULA**
Coordenadas UTM (X;Y): **628.038; 4.213.836**
Material explotado: **CALIZAS** Unidad Geológica: **UNIDAD DE MULA**
Reservas: **11.499.000 t** Edad: **EOCENO, Terciario**

Localización de la cantera:

E 1:25.000

METODO DE EXPLOTACIÓN

Descripción del método de explotación: **BANQUEO DESCENDENTE**

Consumo específico de explosivo: **0,31 Kg./m³**

CONSUMOS

Potencia eléctrica instalada: **811,95 Kw.**

Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**

Estimación de consumo de diesel: **0,5 l/t**

Descripción de la planta de trituración: **1+1+1**

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **1.100.000 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **9**

Productos:

ARIDOS PARA MORTEROS: 0/3

ARIDOS PARA HORMIGON: 0/4; 6/12; 12/20

ARIDOS PARA CAPAS GRANULARES: 0/40

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **MARCADO CE**

DATOS GENERALES

Cantera: **PROVIMECO**

Referencia: **A_1222**

Sección: **A**

T. Municipal: **CARTAGENA**

Coordenadas UTM (X;Y): **685.072; 4.162.475**

Material explotado: **CALIZAS**

Unidad Geológica: **ALPUJARRIDE**

Reservas: **7.800.000 t**

Edad: **TRIASICO**

Localización de la cantera:

E 1:25.000

METODO DE EXPLOTACIÓN

Descripción del método de explotación: **BANQUEO ASCENDENTE**

Consumo específico de explosivo: **0,45 Kg./m³**

CONSUMOS

Potencia eléctrica instalada: **814,68 Kw.**

Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**

Estimación de consumo de diesel: **0,14 l/t**

Descripción de la planta de trituración: **1+1+1**

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **1.100.000 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **17**

Productos:

ARIDOS PARA HORMIGON: 0/4; 4/12; 12/20

ARIDOS PARA BITUMINOSO: 0/4; 4/12; 12/20

ARIDOS PARA CAPAS GRANULARES: 0/22,4; 20/40

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **MARCADO CE**

DATOS GENERALES

Cantera: **RAMBLA**

Referencia: **A_1228**

Sección: **A**

T. Municipal: **FUENTE ALAMO**

Coordenadas UTM (X;Y): **654.058; 4.185.737**

Material explotado: **CALIZAS**

Unidad Geológica: **UNIDAD CARRASCOY**

Reservas: **14.869.000 t**

Edad: **TRIASICO**

Localización de la cantera:

E 1:25.000

METODO DE EXPLOTACIÓN

Descripción del método de explotación: **BANQUEO ASCENDENTE**

Consumo específico de explosivo: **0,34 Kg./m³**

CONSUMOS

Potencia eléctrica instalada: **1.854,79 Kw.**

Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**

Estimación de consumo de diesel: **0,17 l/t**

Descripción de la planta de trituración: **1+1+3**

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **1.267.200 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **9**

Productos:

ARIDOS PARA MORTEROS: 0/4

ARIDOS PARA HORMIGÓN: 0/4; 4/12; 10/20

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **MARCADO CE, ISO UNE 14.001 (en tramite), ISO UNE 9.001**

Cantera: RODAFUERTE II	Referencia: C_21879
Sección: C	T. Municipal: YECLA
Coordenadas UTM (X;Y): 668.222; 4.267.582	
Material explotado: CALIZAS	Unidad Geológica: PREBETICO EXTERNO
Reservas: 21.380.000 t	Edad: CRETACICO

E 1:25.000

Consumo específico de explosivo: 0,4 Kg./m³

Potencia eléctrica instalada: **666,109 Kw.**
 Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**
 Estimación de consumo de diesel: **0,18 l/t**
 Descripción de la planta de trituración: **0+1+1**

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **1.200.000 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **24**

Productos: **Se desconocen**

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **MARCADO CE**

DATOS GENERALES

Cantera: **SANTA RITA III**

Referencia: **C_21930**

Sección: **C**

T. Municipal: **FUENTE ALAMO**

Coordenadas UTM (X;Y): **666.877; 4.247.758**

Material explotado: **CALIZAS**

Unidad Geológica: **POSTOROGENICO**

Reservas: **29.592.000 t**

Edad: **MIOCENO, TERCIARIO**

Localización de la cantera:

E 1:25.000

METODO DE EXPLOTACIÓN

Descripción del método de explotación: **BANQUEO ASCENDENTE**

Consumo específico de explosivo: **0,21 Kg./m³**

CONSUMOS

Potencia eléctrica instalada: **742,06 Kw.**

Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**

Estimación de consumo de diesel: **0,32 l/t**

Descripción de la planta de trituración: **1+1+1**

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **300.000 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **18**

Productos:

ARIDOS PARA MORTERO: 0/2; 0/4

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **MARCADO CE**

DATOS GENERALES

Cantera: **SANTA RITA VI**

Referencia: **A_1297**

Sección: **A**

T. Municipal: **ABANILLA**

Coordenadas UTM (X;Y): **663.834; 4.239.501**

Material explotado: **CALIZAS**

Unidad Geológica: **SUBBETICO EXTERNO**

Reservas: **207.066.000 t**

Edad: **MIOCENO, TERCIARIO**

Localización de la cantera:

E 1:25.000

METODO DE EXPLOTACIÓN

Descripción del método de explotación: **BANQUEO ASCENDENTE**

Consumo específico de explosivo: **0,27 Kg./m³**

CONSUMOS

Potencia eléctrica instalada: **3.037,40 Kw.**

Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**

Estimación de consumo de diesel: **0,08 l/t**

Descripción de la planta de trituración: **1+1+2**

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **3.000.000 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **17**

Productos:

ARIDOS PARA HORMIGON: 0/4; 4/6; 6/12

ARIDOS PARA BITUMINOSOS: 5,6/11,2; 12/20; 16/22,4

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **MARCADO CE**

DATOS GENERALES

Cantera: **SOLANA DE SAN GINES** Referencia: **C_22027**

Sección: **C**

T. Municipal: **BLANCA**

Coordenadas UTM (X;Y): **643.458; 4.229.194**

Material explotado: **CALIZAS** Unidad Geológica: **POSTOROGENICO**

Reservas: **12.195.000 t**

Edad: **MIOCENO, TERCIARIO**

Localización de la cantera:

E 1:25.000

METODO DE EXPLOTACIÓN

Descripción del método de explotación: **BANQUEO DESCENDENTE**

Consumo específico de explosivo: **0,5 Kg./m³**

CONSUMOS

Potencia eléctrica instalada: **917,90 Kw.**

Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**

Estimación de consumo de diesel: **0,1 l/t**

Descripción de la planta de trituración: **1+2+1**

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **500.000 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **9**

Productos: **Se desconocen**

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **Ninguno**

Consejería Economía,
Empresa e Innovación
Dirección General de Industria,
Energía y Minas

UPCT
Grupo de Investigación:
Geotecnia y Métodos de
Explotación

DATOS GENERALES

Cantera: **SOLANA DEL CERRAJERO** Referencia: **C_21458**
Sección: **C** T. Municipal: **FORTUNA**
Coordenadas UTM (X;Y): **662.080; 4.236.622**
Material explotado: **DOLOMIAS** Unidad Geológica: **SUBBETICO EXTERNO**
Reservas: **75.290.000 t** Edad: **JURASICO**

Localización de la cantera:

E 1:25.000

METODO DE EXPLOTACIÓN

Descripción del método de explotación: **BANQUEO ASCENDENTE**

Consumo específico de explosivo: **0,47 Kg./m³**

CONSUMOS

Potencia eléctrica instalada: **1.427,70 Kw.**

Estimación de consumo de agua: **11.500 m³**

Estimación de consumo de diesel: **0,18 l/t**

Descripción de la planta de trituración: **1+1+2**

Fotografía de la cantera:

PRODUCCIONES

Producción estimada media anual: **3.300.000 t**

Número de trabajadores (empleos directos): **34**

Productos:

ARIDOS PARA MORTEROS: 0/2; 0/4

ARIDOS PARA HORMIGON: 0/4; 0/4; 4/8; 4/12; 11/12

ARIDOS PARA BITUMINOSO: 0/4; 4/8; 4/12; 11/22

ARIDOS PARA CAPAS GRANULARES: 0/22

SISTEMAS DE GESTION

Procedimientos implantados: **MARCADO CE, ISO UNE 14.001 (en tramite), ISO UNE 9.001**

ANEXO II.

MATRIZ mECA

DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.

Anexo II: Matriz mECA

Pág. 285

ANEXO II. MATRIZ mECA

VARIABLES O INDICADORES															
	TÉCNICA					MEDIO AMBIENTALES- SEGURIDAD					SOCIO-ECONÓMICA				
	c	v (0-5)	i	p		c	v (0-5)	i	p		c	v (0-5)	i	p	
CANTERA					8%					19%					0%
Altura total frente	60		0%	0,00		60		0%	0,00		60		0%	0,00	
Altura de los bancos	20	4	30%	1,20	sobre	20	5	20%	1,00	sobre	20		0%	0,00	sobre
Método de explotación	BD	4	50%	2,00	4,0	BD	5	50%	2,50	36,4	BD		0%	0,00	0,0
Nivel de restauración	malo		0%	0,00	3,20	malo	2	200%	4,00	7,50	malo		0%	0,00	0,00
Impacto visual	importante		0%	0,00	80%	importante	0	457%	0,00	21%	importante		0%	0,00	0%
LÍMITES EXPLOTACIÓN															
Dispone de vallado externo de la explotación. Tipo.	si		0%	0,00	sobre	si	5	50%	2,50	sobre	si		0%	0,00	sobre
Dispone de pantallas vegetales o cordones de tierra perimetrales	si		0%	0,00	0,0	si	5	50%	2,50	7,0	si		0%	0,00	0,0
Dispone de captadores de polvo perimetrales	no		0%	0,00	0,00	no	0	10%	0,00	6,50	no		0%	0,00	0,00
Señalización adecuada de las instalaciones que indiquen tipo de actividad	si		0%	0,00	0%	si	5	30%	1,50	93%	si		0%	0,00	0%
ESTABILIDAD DEL FRENTE															
Fracturación del Frente	nula		0%	0,00	sobre	nula	5	40%	2,00	sobre	nula		0%	0,00	sobre
Sameo del Frente	bueno		0%	0,00	0,0	bueno	5	25%	1,25	5,0	bueno		0%	0,00	0,0
Frente Invertido	no		0%	0,00	0,00	no	5	10%	0,50	5,00	no		0%	0,00	0,00
Presencia de cuñas	no		0%	0,00	0%	no	5	25%	1,25	100%	no		0%	0,00	0%
ESTADO DE LAS PLATAFORMAS															
Anchura de trabajo (según normativa)	buena	5	20%	1,00	2,00	buena	5	50%	2,50	5,00	buena		0%	0,00	0,00
Limpieza	buena	5	20%	1,00	100%	buena	5	50%	2,50	100%	buena		0%	0,00	0%
ESTADO DE LAS PISTAS															
Ancho de las pistas (según normativa)	adecuado	5	10%	0,50		adecuado	5	30%	1,50		adecuado		0%	0,00	
Pendientes (según normativa)	adecuado	5	10%	0,50		adecuado	5	30%	1,50		adecuado		0%	0,00	
Dispone de sistemas anticaída en las pistas	no		0%	0,00	sobre	no	0	20%	0,00	sobre	no		0%	0,00	sobre
Dispone de sistemas de señalización en cantera.	si		0%	0,00	2,5	si	5	10%	0,50	5,5	si		0%	0,00	0,0
Asfaltado de las pistas y accesos	si	5	30%	1,50	2,50	si	5	20%	1,00	4,50	si		0%	0,00	0,00
PERFORACIÓN															
Equipos cumplen normativa vigente RD 1435/1992	si	5	10%	0,50		si	5	40%	2,00		si		0%	0,00	
Existen pantallas acústicas	si		0%	0,00		si	5	20%	1,00		si		0%	0,00	
Se realizan estudios de niveles de ruido	no		0%	0,00		no	0	5%	0,00		no		0%	0,00	
Sistemas de eliminación de polvo	si		0%	0,00		si	5	10%	0,50		si		0%	0,00	
Sistemas de eliminación de ruido	no		0%	0,00	sobre	no		10%	0,00	sobre	no		0%	0,00	sobre
Tipo de martillo	MC		0%	0,00	3,5	MC	0	5%	0,00	4,5	MC		0%	0,00	0,0
Diámetro de perforación	89	4	10%	0,40	3,40	89		0%	0,00	3,50	89		0%	0,00	0,00
Perforación específica	0,07	5	50%	2,50	97%	0,07		0%	0,00	78%	0,07		0%	0,00	0%
VOLADURA															
Sistema de iniciación	del+cd+hilo	5	10%	0,50		del+cd+hilo		0%	0,00		del+cd+hilo		0%	0,00	
Consumo Específico	0,38	5	50%	2,50		0,38		0%	0,00		0,38		0%	0,00	
Tipo de Explosivo	GOMA+NAGO		0%	0,00		GOMA+NAGO		0%	0,00		GOMA+NAGO		0%	0,00	
Fragmentación adecuada	si	5	75%	3,75		si		0%	0,00		si		0%	0,00	
Generación de polvo	poco		0%	0,00	sobre	poco	4	10%	0,40	sobre	poco		0%	0,00	sobre
Proyecciones	no		0%	0,00	6,8	no	5	10%	0,50	2,5	no		0%	0,00	0,0
Cordón Detonate (Onda aérea)	si		0%	0,00	6,75	si	3	20%	0,60	2,00	si		0%	0,00	0,00
Estudio de vibraciones	si		0%	0,00	100%	si	5	10%	0,50	80%	si		0%	0,00	0%

Tabla 10-1. Matriz de Evaluación de Canteras de Áridos.

DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.

Anexo II: Matriz mECA

Pág. 286

VARIABLES O INDICADORES															
	TÉCNICA					MEDIO AMBIENTALES- SEGURIDAD					SOCIO-ECONÓMICA				
	c	v (0-5)	i	p		c	v (0-5)	i	p		c	v (0-5)	i	p	
CARGA Y TRANSPORTE															
Sistema de carga y transporte	cadenas+dumper	4	0%	0,00		cadenas+dumper	4	0%	0,00		cadenas+dumper		0%	0,00	
El sistema de carga es el adecuado	si	4	30%	1,20		si	4	30%	1,20		si		0%	0,00	16,0
El sistema de transporte es el adecuado	si	4	30%	1,20		si	4	30%	1,20		si		0%	0,00	14,10
Distancia del frente a la tolva del primario	1.000		0%	0,00		1000		0%	0,00		1000		0%	0,00	88%
Acoplamiento carga transporte	1,27	4	10%	0,40		1,27		0%	0,00		1,27		0%	0,00	
Consumo de gasoil (l/t) eléctrico kW/t	0,42	4	30%	1,20		0,42		0%	0,00		0,42		0%	0,00	
Dispone de sistemas de control de la carga.	si	5	10%	0,50		si		0%	0,00		si		0%	0,00	
Dispone de sistemas de control de los consumos	si	5	10%	0,50		si		0%	0,00		si		0%	0,00	
Equipos cumplen normativa vigente RD 1435/1992	si	5	10%	0,50		si	5	40%	2,00		si		0%	0,00	
Sistemas de apantallamiento natural o artificial	si		0%	0,00	sobre	si	5	20%	1,00	sobre	si		0%	0,00	sobre
Los equipos de transporte presentan sistemas para reducir o eliminar el ruido en la carga	si		0%	0,00	6,5	si	5	20%	1,00	8,0	si		0%	0,00	1,5
Cubrición de la carga en cantera	si		0%	0,00	5,50	si	5	20%	1,00	7,40	si		0%	0,00	1,20
Se circula através de alguna población	no		0%	0,00	85%	no		0%	0,00	93%	no	4	30%	1,20	80%
PLANTA DE TRATAMIENTO															
Esquema de planta	1+1+3		0%	0,00		1+1+3		0%	0,00		1+1+3		0%	0,00	9,0
Es adecuado el esquema de planta	si	5	20%	1,00		si		0%	0,00		si		0%	0,00	8,60
Acopios próximos a la tolva del primario	no	5	10%	0,50		no		0%	0,00		no		0%	0,00	96%
Tipo de Zahorra	N		0%	0,00		N		0%	0,00		N		0%	0,00	
Dispone de Prestock. Tipo	8.000	5	10%	0,50		8000		0%	0,00		8000		0%	0,00	
Acoplamiento Primario Secundario	>una jornada	5	10%	0,50		>una jornada		0%	0,00		>una jornada		0%	0,00	
Líneas de clasificación	1		0%	0,00		1		0%	0,00		1		0%	0,00	
Equipos cumplen normativa vigente RD 1435/1992	si	5	10%	0,50		si	5	40%	2,00		si		0%	0,00	
Sistemas de apantallamiento natural o artificial (% de efectividad)	100%		0%	0,00	sobre	100%	5	20%	1,00	sobre	100%		0%	0,00	sobre
Señalización adecuada de las instalaciones (%)	100%		0%	0,00	5,0	100%	5	20%	1,00	4,0	100%		0%	0,00	0,0
Dispones de sistemas de control de la producción (% de los equipos)	100%	5	20%	1,00	4,60	100%		0%	0,00	4,00	100%		0%	0,00	0,00
Grado de Automatismo.	50%	3	20%	0,60	92%	50%		0%	0,00	100%	50%		0%	0,00	0%
Cerramiento de la tolva de alimentación de la machacadora	si		0%	0,00		si	5	75%	3,75		si		0%	0,00	
La tolva de alimentación dispone de forros u otro sistema de eliminación o reducción de los niveles sonoros	si		0%	0,00		si	5	10%	0,50		si		0%	0,00	
Dispone de sistemas de eliminación de polvo (aspersores, campanas, etc)	si		0%	0,00		si	5	40%	2,00		si		0%	0,00	
La tolva de alimentación dispone de barrera no franqueable.	si		0%	0,00		si	5	50%	2,50		si		0%	0,00	
La tolva de alimentación dispone de sistema de amortiguación de bolos.	si		0%	0,00		si	5	10%	0,50		si		0%	0,00	
Existen fragmentos de material en los accesos	no		0%	0,00		no	5	40%	2,00		no		0%	0,00	
Dispone de caseta de control de operaciones del primario.	si	5	20%	1,00	sobre	si	5	20%	1,00	sobre	si		0%	0,00	sobre
Dispone la misma de medios audiovisuales para controlar la descarga.	si	5	20%	1,00	3,0	si	5	20%	1,00	15,3	si		0%	0,00	0,0
Dispone de medios para controlar el funcionamiento de los molinos.	si	5	20%	1,00	3,00	si		0%	0,00	15,25	si		0%	0,00	0,00
La caseta cumple con las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo.	si		0%	0,00	100%	si	5	40%	2,00	100%	si		0%	0,00	0%
Las cintas transportadoras disponen de detectores de metales. (Las necesarias)	100%	5	30%	1,50		100%		0%	0,00		100%		0%	0,00	
Las cintas transportadoras disponen de sistemas de control de producción. Balanzas. (Las necesarias)	100%	5	50%	2,50		100%		0%	0,00		100%		0%	0,00	20,0
Las cintas transportadoras se encuentran capotadas	100%		0%	0,00		100%	5	75%	3,75		100%		0%	0,00	15,00
Las cintas transportadoras disponen de sistemas de seguridad antiatrapamiento	100%		0%	0,00		100%	5	75%	3,75		100%		0%	0,00	75%
Las cintas transportadoras disponen de protección de las correas de los motores (cubrepoleas)	100%		0%	0,00	sobre	100%	5	75%	3,75	sobre	100%		0%	0,00	sobre
Las cintas transportadoras disponen de protección de los tambores (carenado del tambor de cola)	100%		0%	0,00	4,0	100%	5	75%	3,75	20,0	100%		0%	0,00	0,0
Las cintas transportadoras disponen de escalerilla de acceso y pasarela de vista.	100%		0%	0,00	4,00	100%	0	50%	0,00	15,00	100%		0%	0,00	0,00
Los tambores de cola estan a una altura adecuada	100%		0%	0,00	100%	100%	0	50%	0,00	75%	100%		0%	0,00	0%

Tabla 10-1(continuación). Matriz de Evaluación de Canteras de Áridos.

DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.

Anexo II: Matriz mECA

Pág. 287

VARIABLES O INDICADORES															
	TÉCNICA					MEDIO AMBIENTALES- SEGURIDAD					SOCIO-ECONÓMICA				
	c	v (0-5)	i	p		c	v (0-5)	i	p		c	v (0-5)	i	p	
PLANTA DE TRATAMIENTO															
Cerramiento del prestock	0%		0%	0,00	sobre	0%	0	100%	0,00	sobre	0%		0%	0,00	sobre
Cerramiento de los equipos de trituración	100%		0%	0,00	0,0	100%	5	100%	5,00	20,0	100%		0%	0,00	0,0
Cerramiento de los equipos de molienda.	100%		0%	0,00	0,00	100%	5	100%	5,00	15,00	100%		0%	0,00	0,00
Cerramiento de los equipos de clasificación.	100%		0%	0,00	0%	100%	5	100%	5,00	75%	100%		0%	0,00	0%
Dispone de caseta de control de operaciones en la zona de clasificación.		5	20%	1,00	sobre		5	20%	1,00	sobre			0%	0,00	sobre
Dispone la misma de medios audiovisuales para controlar la descarga.		5	20%	1,00	3,0		5	20%	1,00	4,0			0%	0,00	0,0
Dispone de control remoto para el funcionamiento de los molinos.		5	20%	1,00	3,00			0%	0,00	4,00			0%	0,00	0,00
La caseta cumple con las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo.			0%	0,00	100%		5	40%	2,00	100%			0%	0,00	0%
					0,0					7,5					0,0
Disponen de sistemas que reduzcan o eliminen el ruido en el alimentación y descarga de los equipos de trituración	100%		0%	0,00	0,00	100%	5	75%	3,75	7,50	100%		0%	0,00	0,00
Disponen de sistemas que reduzcan o eliminen el polvo en el alimentación y descarga de los equipos de trituración	100%		0%	0,00	0%	100%	5	75%	3,75	100%	100%		0%	0,00	0%
Cerramiento de los acopios	100%		0%	0,00		100%	0	75%	0,00		100%		0%	0,00	
Los acopios disponen de protecciones contra el viento.	100%		0%	0,00		100%	5	75%	3,75		100%		0%	0,00	
Se emplean agentes químicos como medidas de protección contra el viento.	no		0%	0,00	sobre	no	3	50%	1,50	sobre	no		0%	0,00	sobre
Altura de caída adecuada	si		0%	0,00	0,0	si	5	50%	2,50	18,8	si		0%	0,00	0,0
La carga del material de los acopios se realiza por cinta transportadora	100%		0%	0,00	0,00	100%	5	50%	2,50	13,25	100%		0%	0,00	0,00
Sistemas de eliminación o reducción de polvo en la descarga de los silos	100%		0%	0,00	0%	100%	4	75%	3,00	71%	100%		0%	0,00	0%
Sistemas de lavado de ruedas y de la carga de camiones.	si		0%	0,00	sobre	si	5	20%	1,00	sobre	si	5	20%	1,00	sobre
Disponen de circuito exclusivo para lavado de ruedas	no		0%	0,00	0,0	no	0	20%	0,00	6,0	no		0%	0,00	1,0
Situación de la planta con respecto a la orografía del terreno	inferior		0%	0,00	0,00	inferior	5	40%	2,00	5,00	inferior		0%	0,00	1,00
Señalización adecuada de las instalaciones	100%		0%	0,00	0%	100%	5	40%	2,00	83%	100%		0%	0,00	100%
			0%		5,0			0%		2,5			0%		0,0
			0%		4,00			0%		2,00			0%		0,00
Nivel de mantenimiento de la instalación	bueno	4	100%	4,00	80%	bueno	4	50%	2,00	80%	bueno		0%	0,00	0%
Sistema de alimentación eléctrica	RED		0%	0,00		RED		0%	0,00		RED		0%	0,00	
Potencia Instalada Kw.	1256		0%	0,00		1256		0%	0,00		1256		0%	0,00	
Potencia Disponible Kw	1.080,00		0%	0,00		1080		0%	0,00		1080		0%	0,00	
Factor de coincidencia Pmxp/Pi	0,41		0%	0,00		0,41		0%	0,00		0,41		0%	0,00	
Se dispone de arrancador de frecuencia	si	5	20%	1,00		si		0%	0,00		si		0%	0,00	
Se dispone de instalación de condensadores	si	5	20%	1,00		si		0%	0,00		si		0%	0,00	
Consumo eléctrico kW/t	1,4	5	30%	1,50	sobre	1,4		0%	0,00	sobre	1,4		0%	0,00	sobre
Disponen de sala de cuadros eléctricos	si	5	10%	0,50	5,0	si	5	10%	0,50	3,5	si		0%	0,00	0,0
Estado de la sala de cuadros eléctricos.	bueno	5	10%	0,50	5,00	bueno	5	30%	1,50	3,50	bueno		0%	0,00	0,00
Estado de las canalizaciones eléctricas.	bueno	5	10%	0,50	100%	bueno	5	30%	1,50	100%	bueno		0%	0,00	0%

Tabla 10-1(continuación). Matriz de Evaluación de Canteras de Áridos.

DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.

Anexo II: Matriz mECA

Pág. 288

VARIABLES O INDICADORES															
	TÉCNICA					MEDIO AMBIENTALES- SEGURIDAD					SOCIO-ECONÓMICA				
	c	v (0-5)	i	p		c	v (0-5)	i	p		c	v (0-5)	i	p	
PLANTA DE TRATAMIENTO															
Disponen de Taller.	si	5	20%	1,00	3,0	si		0%	0,00	5,8	si		0%	0,00	0,0
Estado del taller	bueno	5	40%	2,00	3,00	bueno	5	40%	2,00	5,75	bueno		0%	0,00	8,60
Disponen de cubetas para evitar el vertido de combustibles y aceites.	si		0%	0,00	100%	si	5	75%	3,75	100%	si		0%	0,00	86%
Consumo de gasoil (l/t)	0,22	4	20%	0,80	1,0	0,22	4	10%	0,40	4,5	0,22		0%	0,00	8,8
Existencia de un plan de gestión de residuos asimilables a urbanos (Reducción, Recogida, Transferencia, V y E)	si		0%	0,00	0,80	si	5	40%	2,00	4,40	si		0%	0,00	8,75
Autorización de productor de residuos peligrosos	si		0%	0,00	80%	si	5	40%	2,00	98%	si		0%	0,00	100%
Dispone de surtidor propio	si	5	10%	0,50	sobre	si		0%	0,00	sobre	si		0%	0,00	sobre
Consumo de agua para el lavado de los áridos (m³/t)	0%	5	50%	2,50	4,0	0%	5	50%	2,50	6,0	0%		0%	0,00	0,0
Riegos de pistas al día (dependiendo de la zona de ubicación de la cantera)	medio	3	20%	0,60	3,60	medio	3	50%	1,50	5,00	medio		0%	0,00	0,00
Sistema de eliminación de polvo en las pistas	CAMION		0%	0,00	90%	CAMION	5	20%	1,00	83%	CAMION		0%	0,00	12,5
															10,00
Se utilizan EPI's	100%		0%	0,00	0,0	100%	5	75%	3,75	8,8	100%		0%	0,00	80%
Disponen de sala comedor para los trabajadores	si		0%	0,00	0,00	si	5	50%	2,50	8,75	si		0%	0,00	0,00
Disponen de Sala de aseo según normativa de seguridad e higiene en el trabajo	si		0%	0,00	0%	si	5	50%	2,50	100%	si		0%	0,00	0,0
															0,00
Disponen de Marcado CE de los áridos.	si	5	20%	1,00		si		0%	0,00		si		0%	0,00	
Cantidad de productos con marcado CE	100%	5	30%	1,50		100%		0%	0,00		100%		0%	0,00	
Disponen de Laboratorio en planta	si	5	50%	2,50	sobre	si		0%	0,00	sobre	si		0%	0,00	sobre
Disponen de sistemas de gestión medioambiental ISO UNE 14001	si		0%	0,00	5,0	si	5	50%	2,50	7,5	si		0%	0,00	6,0
Disponen de sistemas de gestión la calidad ISO UNE 9001	si		0%	0,00	5,00	si	5	50%	2,50	5,00	si		0%	0,00	5,80
Disponen de sistemas de gestión de la seguridad OSHAS	no		0%	0,00	100%	no	0	50%	0,00	67%	no		0%	0,00	97%
			0%	0,00	0,0			0%	0,00	0,0			0%	0,00	0,0
Subcontratación de la perforación y voladura	NO		0%	0,00	0,00	NO		0%	0,00	0,00	NO		0%	0,00	37,9
Subcontratación de la carga y transporte	NO		0%	0,00	0%	NO		0%	0,00	0%	NO		0%	0,00	35,35

Tabla 10-1(continuación). Matriz de Evaluación de Canteras de Áridos.

DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.

Anexo II: Matriz mECA

Pág. 289

VARIABLES O INDICADORES																
	TÉCNICA					MEDIO AMBIENTALES- SEGURIDAD					SOCIO-ECONÓMICA					
	c	v (0-5)	i	p		c	v (0-5)	i	p		c	v (0-5)	i	p		
EMPLEO																93%
Número medio de empleo directo	14		0%	0,00	sobre	14		0%	0,00	sobre	14	5	50%	2,50	sobre	
Número medio de empleo indirecto	76		0%	0,00	1,0	76		0%	0,00	0,0	76	5	50%	2,50	5,0	22,5
Número de jornadas trabajadas	2760		0%	0,00	0,80	2760		0%	0,00	0,00	2760		0%	0,00	5,00	13,50
Índice de absentismo	sd	4	20%	0,80	80%	sd		0%	0,00	0%	sd		0%	0,00	100%	60%
ACCIDENTES																
Número de horas perdidas como resultado de los accidentes	80	4	50%	2,00	sobre	80		0%	0,00	sobre	80		0%	0,00	sobre	
Número de accidentes mortales	0		0%	0,00	5,0	0	5	457%	22,85	22,9	0	5	100%	5,00	10,0	
Índice de incidencia	80	4	50%	2,00	4,00	80		0%	0,00	22,85	80	4	50%	2,00	8,50	16,0
Número de accidentes por Mt	4,6		0%	0,00	80%	4,6		0%	0,00	100%	4,6	3	50%	1,50	85%	13,50
FORMACIÓN																84%
Horas de Especialización	50%	3	50%	1,50	7,5	50%	3	100%	3,00	15,0	50%		0%	0,00	0,0	
Horas de formación en Seguridad y Salud	50%	3	50%	1,50	4,50	50%	3	100%	3,00	9,00	50%		0%	0,00	0,00	
Horas de formación	50%	3	50%	1,50	60%	50%	3	100%	3,00	60%	50%		0%	0,00	0%	
INVERSIÓN																
Volumne de negocio	8 M€		0%	0,00		8 M€		0%	0,00		8 M€	4	100%	4,00		7,5
Inversión en I+D	10%		0%	0,00	sobre	10%		0%	0,00	sobre	10%	4	100%	4,00	sobre	3,50
Costes de Exploración	3%		0%	0,00	0,0	3%		0%	0,00	0,0	3%	4	50%	2,00	16,0	47%
Comunicación con la comunidad local	si		0%	0,00	0,00	si		0%	0,00	0,00	si	5	50%	2,50	13,50	
Dispone la empresa de hoja de reclamaciones al servicio del ciudadano	si		0%	0,00	0%	si		0%	0,00	0%	si	5	20%	1,00	84%	
TRANSPORTE																
Distancia media de transporte desde el punto de extracción hasta los puntos de consumo por carretera	10 km		0%	0,00		10 km	5	50%	2,50		10 km	5	20%	1,00		
Distancia media de transporte desde el punto de extracción hasta los puntos de consumo por tren			0%	0,00				0%	0,00				0%	0,00		35,3
Distancia media de transporte desde el punto de extracción hasta los puntos de consumo por agua			0%	0,00	sobre			0%	0,00	sobre			0%	0,00	sobre	7,50
Proporción de transporte por carretera con respecto al total	100%		0%	0,00	0,0	100%	0	20%	0,00	4,5	100%	0	20%	0,00	3,0	21%
Proporción de transporte por tren con respecto al total	0%		0%	0,00	0,00	0%	0	20%	0,00	2,50	0%	0	20%	0,00	1,00	
Proporción de transporte por agua con respecto al total	0%		0%	0,00	0%	0%		0%	0,00	56%	0%		0%	0,00	33%	
INCIDENTES MEDIO AMBIENTALES																
Nº Incidentes medio ambientales	no		0%	0,00		no	5	100%	5,00		no	5	50%	2,50		
Técnico en Cantera	no	0	100%	0,00		no	0	400%	0,00		no	0	56%	0,00		
			0%	0,00	sobre			0%	0,00	sobre			0%	0,00	sobre	
			0%	0,00	5,0			0%	0,00	25,0			0%	0,00	5,3	
			0%	0,00	0,00			0%	0,00	5,00			0%	0,00	2,50	
			0%	0,00	0%			0%	0,00	20%			0%	0,00	47%	
				68,65					194,15					32,70		

Tabla 10-1(continuación). Matriz de Evaluación de Canteras de Áridos.

**DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS
Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.**

Anexo II: Matriz mECA

Pág. 290

Conclusiones:

ASPECTO	IMPORTANCIA	ÍNDICE ESPECÍFICO	ÍNDICE GLOBAL
TÉCNICO	40,0%	84%	34%
MA-S	40,0%	71%	28%
SOCIAL	20,0%	78%	16%
			77%

Tabla 10-2. Resultados Cantera Evaluada.

**DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS
Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.**

Anexo II: Matriz mECA

Pág. 291

Criterios de Evolución:

	VT	VSM	VSE
CANtera			
Altura total frente	>20.....5 20-15.....4 15.....3 15-10.....2 <10.....1		
Altura de los bancos	30-20.....5 20-10.....3 10-5.....0	<20.....5 >20.....0	
Método de explotación	Vertido.....5 Explotación Tipo Corta...5 Banqueo Descendente.....3 Banqueo Ascendente.....3 Chimenea Galería.....2 Minería Subterránea.....2	Minería Subterránea.....5 Chimenea Galería.....5 Explotación Tipo Corta...4 Banqueo Descendente.....2 Banqueo Ascendente.....1 Vertido.....0	
Nivel de restauración		Bueno...5 Regular...3 Malo.....0	
Impacto visual		Nulo.....5 Medio.....3 Importante...0	
LIMITES EXPLOTACIÓN			
Dispone de vallado externo de la explotación. Tipo.		Si.....5 SD.....3 No.....0	
Dispone de pantallas vegetales o cordones de tierra perimetrales		Si.....5 SD.....3 No.....0	
Dispone de captadores de polvo perimetrales		Si.....5 SD.....3 No.....0	
Señalización adecuada de las instalaciones que indiquen tipo de actividad		Si.....5 SD.....3 No.....0	
ESTABILIDAD DEL FRENTE			
Fracturación del Frente		Nulo.....5 Medio.....3 Importante...0	
Saneamiento del Frente		Bueno.....5 Regular...3 Malo.....0	
Frente Invertido		Si.....0 SD.....3 No.....5	
Presencia de cuñas		Si.....0 SD.....3 No.....5	

Tabla 10-3. Criterios de Evaluación.

**DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS
Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.**

Anexo II: Matriz mECA

Pág. 292

	VT	VSM	VSE
ESTADO DE LAS PLATAFORMAS			
Anchura de trabajo (según normativa)	Si.....5 SD.....3 No.....0	Si.....5 SD.....3 No.....0	
Limpieza	Buena.....5 Regular....3 Mala.....0	Buena.....5 Regular....3 Mala.....0	
ESTADO DE LAS PISTAS			
Ancho de las pistas (según normativa)	Si.....5 SD.....3 No.....0	Si.....5 SD.....3 No.....0	
Pendientes (según normativa)	Si.....5 SD.....3 No.....0	Si.....5 SD.....3 No.....0	
Dispone de sistemas anticaída en las pistas		Si.....5 SD.....3 No.....0	
Dispone de sistemas de señalización en cantera.		Si.....5 SD.....3 No.....0	
Asfaltado de las pistas y accesos	Si.....5 SD.....3 No.....0	Si.....5 SD.....3 No.....0	
PERFORACIÓN Y VOLADURA			
Equipos cumplen normativa vigente RD 1435/1992	Si.....5 SD.....3 No.....0	Si.....5 SD.....3 No.....0	
Existen pantallas acústicas		Índice Alto.....5 Intermedio.....3 Bajo.....0	
Se realizan estudios de niveles de ruido		Si.....5 SD.....3 No.....0	
Sistemas de eliminación de polvo		Si.....5 SD.....3 No.....0	
Sistemas de eliminación de ruido		Si.....5 SD.....3 No.....0	
Tipo de martillo		MF.....5 MC.....0	
Diámetro de perforación	> 4".....5 4".....4 3 1/2".....3 3".....2 <3".....0		

Tabla 10-3 (continuación). Criterios de Evaluación.

**DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS
Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.**

Anexo II: Matriz mECA

Pág. 293

	VT	VSM	VSE
PERFORACIÓN Y VOLADURA			
Perforación específica	0,07.....5 0,10.....3 0,15.....0		
Sistema de iniciación	Det E+Cd+Hilo.....5 Det NE+Tubo.....4 Det NE+Det El+Hilo.....4 Det NE+Mecha.....4 Det Electrónicos.....5		
Consumo Específico	<0,40 kg/m ³5 0,40-0,50 kg/m ³3 >0,50 kg/m ³0		
Tipo de Explosivo			
Fragmentación adecuada	Si.....5 SD.....3 No.....0		
Generación de polvo		Nula.....5 Media.....3 Importante...0	
Proyecciones		Si.....0 SD.....3 No.....5	
Cordón Detonante (Onda aérea)		Si.....0 No.....5	
Estudio de vibraciones		Si.....5 SD.....3 No.....0	
CARGA Y TRANSPORTE			
Sistema de carga y transporte			
El sistema de carga es el adecuado	Si.....5 SD.....3 No.....0	Si.....5 SD.....3 No.....0	
El sistema de transporte es el adecuado	Si.....5 SD.....3 No.....0	Si.....5 SD.....3 No.....0	
Distancia del frente a la tolva del primario			
Acoplamiento carga transporte (*)	>1,5.....0 1,3.....3 1.....5 <1.....0		
Consumo de gasoil (l/t) eléctrico kW/t	<0,20...5 0,30.....3 0,50.....1		
Dispone de sistemas de control de la carga.	Si.....5 SD.....3 No.....0		
Dispone de sistemas de control de los consumos	Si.....5 SD.....3 No.....0		

Tabla 10-3 (continuación). Criterios de Evaluación.

**DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS
Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.**

Anexo II: Matriz mECA

Pág. 294

	VT	VSM	VSE
CARGA Y TRANSPORTE			
Equipos cumplen normativa vigente RD 1435/1992	Si.....5 SD.....3 No.....0	Si.....5 SD.....3 No.....0	
Sistemas de apantallamiento natural o artificial		Si.....5 SD.....3 No.....0	
Los equipos de transporte presentan sistemas para reducir o eliminar el ruido en la carga		Si.....5 SD.....3 No.....0	
Cubrición de la carga en cantera		Si.....5 SD.....3 No.....0	
Se circula a través de alguna población			Si.....0 SD.....3 No.....5
PLANTA			
Esquema de la planta			
Es adecuado el sistema de planta	Si.....5 SD.....3 No.....0		
Acopios próximos a la tolva del primario	Diario.....0 Fin de Semana.....3 No.....5		
Tipo de Zahorra			
Dispone de Prestock. Tipo	>5.000.....5 3.000.....3 No.....0		
Acoplamiento Primario Secundario	>Una jornada.....5 Una jornada.....3 0h.....0		
Líneas de clasificación			
Equipos cumplen normativa vigente RD 1435/1992	Si.....5 No.....0	Si.....5 No.....0	
Sistemas de apantallamiento natural o artificial (% de efectividad)		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Señalización adecuada de las instalaciones (%)		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Dispones de sistemas de control de la producción. (% de los equipos)	100%.....5 50%.....3 0%.....0		
Grado de Automatismo.	100%.....5 50%.....3 0%.....0		
Cerramiento de la tolva de alimentación de la machacadora		Si.....5 No.....0	

Tabla 10-3 (continuación). Criterios de Evaluación.

**DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS
Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.**

Anexo II: Matriz mECA

Pág. 295

	VT	VSM	VSE
PLANTA			
La tolva de alimentación dispone de forros u otro sistema de eliminación o reducción de los niveles sonoros		Si.....5 No.....0	
Dispone de sistemas de eliminación de polvo (aspersores, campanas, etc)		Si.....5 No.....0	
La tolva de alimentación dispone de barrera no franqueable.		Si.....5 No.....0	
La tolva de alimentación dispone de sistema de amortiguación de bolos.		Si.....5 No.....0	
Limpieza de fragmentos de material en los accesos		Si.....5 No.....0	
Dispone de caseta de control de operaciones del primario.	Si.....5 No.....0	Si.....5 No.....0	
Dispone la misma de medios audiovisuales para controlar la descarga.	Si.....5 No.....0	Si.....5 No.....0	
Dispone de medios para controlar el funcionamiento de los molinos.	Si.....5 No.....0	Si.....5 No.....0	
La caseta cumple con las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo.		Si.....5 No.....0	
Las cintas transportadoras disponen de detectores de metales. (Las necesarias)	100%.....5 50%.....3 0%.....0		
Las cintas transportadoras disponen de sistemas de control de producción. Balanzas. (Las necesarias)	100%.....5 50%.....3 0%.....0		
Las cintas transportadoras se encuentran capotadas		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Las cintas transportadoras disponen de sistemas de seguridad antiatrapamiento		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Las cintas transportadoras disponen de protección de las correas de los motores (cubre poleas)		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Las cintas transportadoras disponen de protección de los tambores (carenado del tambor de cola)		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Las cintas transportadoras disponen de escalerilla de acceso y pasarela de vista.		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Los tambores de cola están a una altura adecuada		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Cerramiento del prestock		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Cerramiento de los equipos de trituración		100%.....5 50%.....3 0%.....0	

Tabla 10-3 (continuación). Criterios de Evaluación.

**DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS
Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.**

Anexo II: Matriz mECA

Pág. 296

	VT	VSM	VSE
PLANTA			
Cerramiento de los equipos de molienda.		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Cerramiento de los equipos de clasificación.		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Dispone de caseta de control de operaciones en la zona de clasificación.	Si.....5 No.....0	Si.....5 No.....0	
Dispone la misma de medios audiovisuales para controlar la descarga.	Si.....5 No.....0	Si.....5 No.....0	
Dispone de control remoto para el funcionamiento de los molinos.	Si.....5 No.....0		
La caseta cumple con las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo.		Si.....5 No.....0	
Disponen de sistemas que reduzcan o eliminen el ruido en el alimentación y descarga de los equipos de trituración		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Disponen de sistemas que reduzcan o eliminen el polvo en el alimentación y descarga de los equipos de trituración		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Cerramiento de los acopios		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Los acopios disponen de protecciones contra el viento.		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Se emplean agentes químicos como medidas de protección contra el viento.		Si.....5 No.....0	
Altura de caída adecuada		Si.....5 No.....0	
La carga del material de los acopios se realiza por cinta transportadora		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Sistemas de eliminación o reducción de polvo en la descarga de los silos		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Sistemas de lavado de ruedas y carga de camiones.		Si.....5 No.....0	Si.....5 No.....0
Disponen de circuito exclusivo para lavado de ruedas		Si.....5 No.....0	
Situación de la planta con respecto a la orografía del terreno		Inferior.....5 Igual.....0	

Tabla 10-3 (continuación). Criterios de Evaluación.

**DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS
Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.**

Anexo II: Matriz mECA

Pág. 297

	VT	VSM	VSE
PLANTA			
Señalización adecuada de las instalaciones		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Nivel de mantenimiento de la instalación	Muy B.....5 Bueno.....4 Regular....3 Malo.....2 Muy M....1 No Ex.....0		
ELECTRICIDAD			
Sistema de alimentación eléctrica			
<ul style="list-style-type: none"> • RED • GRUPO 			
Potencia Instalada (kw)			
Potencia Disponible (KVA, cosφ)			
Factor de Potencia			
Se dispone de arrancador de frecuencia	Si.....5 No.....0		
Se dispone de instalación de condensadores	Si.....5 No.....0		
Consumo eléctrico kW/t	<1,5.....5 1,5-2.....4 2.....3 2-2,5.....2 2,5-3.....1 >3.....0		
Disponen de sala de cuadros eléctricos	Si.....5 No.....0	Si.....5 No.....0	
Estado de la sala de cuadros eléctricos.	Bueno....5 Regular..3 Malo.....0	Bueno....5 Regular..3 Malo.....0	
Estado de las canalizaciones eléctricas.	Bueno....5 Regular..3 Malo.....0	Bueno....5 Regular..3 Malo.....0	
Dispone de Taller	Si.....5 No.....0	Si.....5 No.....0	
Estado del Taller	Bueno....5 Regular..3 Malo.....0	Bueno....5 Regular..3 Malo.....0	
Disponen de cubetas para evitar el vertido de combustibles y aceites.	Si.....5 No.....0	Si.....5 No.....0	
Consumo de gasoil (l/t)	<0,20...5 0,30....3 0,50....1		
Existencia de un plan de gestión de residuos asimilables a urbanos (Reducción, Recogida, Transferencia, V y E)		Si.....5 No.....0	

Tabla 10-3 (continuación). Criterios de Evaluación.

**DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS
Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.**

Anexo II: Matriz mECA

Pág. 298

	VT	VSM	VSE
VARIOS			
Autorización de productor de residuos peligrosos		Si.....5 No.....0	
Dispone de surtidor propio	Si.....5 No.....0		
Consumo de agua para el lavado de los áridos (m ³ /t)	0.....5 0,16.....3 0,21.....2 0,25.....1 >0,25....0	0.....5 0,16.....3 0,21.....2 0,25.....1 >0,25....0	
Riegos de pistas al día (dependiendo de la zona de ubicación de la cantera)	Adecuado.....5 Medio.....3 No adecuado...0	Adecuado.....5 Medio.....3 No adecuado...0	
Sistema de eliminación de polvo en las pistas		Sist. Comb....5 Aspersores...5 Camión.....3 Nada.....0	
Se utilizan EPI's		100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Dispone de sala comedor para los trabajadores		Si.....5 No.....0	
Dispone de Sala de aseo según normativa de seguridad e higiene en el trabajo		Si.....5 No.....0	
Dispone de Marcado CE de los áridos.	Si.....5 No.....0		
Cantidad de productos con marcado CE	100%.....5 50%.....3 0%.....0		
Dispone de Laboratorio en planta	Si.....5 No.....0		
Dispone de sistemas de gestión medioambiental ISO UNE 14001		Si.....5 No.....0	
Dispone de sistemas de gestión la calidad ISO UNE 9001		Si.....5 No.....0	
Dispone de sistemas de gestión de la seguridad OHSAS		Si.....5 No.....0	
Subcontratación de la perforación y voladura	Si.....5 No.....0		
Subcontratación de la carga y transporte	Si.....5 No.....0		

Tabla 10-3 (continuación). Criterios de Evaluación.

**DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS
Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.**

Anexo II: Matriz mECA

Pág. 299

	VT	VSM	VSE
EMPLEO			
Número medio de empleo directo			10.....5 5.....3 0.....0
Número medio de empleo indirecto			54.....5 27.....3 0.....0
Número de jornadas trabajadas			
Índice de absentismo*	10.....0 5,78.....3 0.....5		
ACCIDENTES			
Número de jornadas perdidas como resultado de los accidentes (leves y graves)*	0.....5 167.....3 200.....0		
Número de accidentes mortales		0.....5 >0.....0	0.....5 >0.....0
Índice de incidencia	0.....5 137.....3 200.....0		0.....5 137.....3 200.....0
Número de accidentes por Mt			0.....5 4,6.....3 10.....0
	VT	VSM	VSE
FORMACIÓN			
Horas de Especialización	100%.....5 50%.....3 0%.....0	100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Horas de formación en Seguridad y Salud	100%.....5 50%.....3 0%.....0	100%.....5 50%.....3 0%.....0	
Horas de formación	100%.....5 50%.....3 0%.....0	100%.....5 50%.....3 0%.....0	
INVERSIÓN			
Volumen de negocio*			>10 M€.....5 5M€2M€.....3 <2M€.....0
Porcentaje de gastos de Inversión en I+D con respecto al VAB			15%.....5 7%.....3 0%.....0
Costes de Exploración			5%.....5 2,5%.....3 0%.....0
Comunicación con la comunidad local			Si.....5 No.....0
Dispone la empresa de hoja de reclamaciones al servicio del ciudadano			Si.....5 No.....0

Tabla 10-3 (continuación). Criterios de Evaluación.

**DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS
Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.**

Anexo II: Matriz mECA

Pág. 300

	VT	VSM	VSE
TRANSPORTE EXTERIOR			
Distancia media de transporte desde el punto de extracción hasta los puntos de consumo por carretera		70 Km.....0 30 Km.....3 10 Km.....7	70 Km.....0 30 Km.....3 10 Km.....7
Distancia media de transporte desde el punto de extracción hasta los puntos de consumo por tren			
Distancia media de transporte desde el punto de extracción hasta los puntos de consumo por agua			
Proporción de transporte por carretera con respecto al total		100%.....0 50%.....3 0%.....5	100%.....0 50%.....3 0%.....5
Proporción de transporte por tren con respecto al total		100%.....5 50%.....3 0%.....0	100%.....5 50%.....3 0%.....0
Proporción de transporte por agua con respecto al total		100%.....5 50%.....3 0%.....0	100%.....5 50%.....3 0%.....0
INCIDENTES MEDIO AMBIENTALES			
Incidentes medio ambientales	Si.....0 No.....5	Si.....0 No.....5	Si.....0 No.....5
Técnico de Minas a Tiempo Completo en Cantera	Si.....5 No.....0	Si.....5 No.....0	Si.....5 No.....0

Tabla 10-3 (continuación). Criterios de Evaluación.

- En las casilla con criterio de valoración Bueno (5), Regular (3) y Malo (0), queda a juicio del evaluador asignar otra puntuación para obtener una evaluación mas precisa. Por ejemplo, asignar el valor bueno (4) para una variable que se sitúa entre 3 y 5.
- En los valores de 0% introducir 0,1.

**DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS
Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.**

Anexo II: Matriz mECA

Pág. 301

Acoplamiento con los equipos de carga	El objetivo es conocer si el transporte descarga en las proximidades de la tolva para poder posteriormente abastecer a la misma, lo que supone un coste extra (un nuevo movimiento de tierras).
Índice de Absentismo	En función de la media del sector en la Región de Murcia (5,78)
Jornadas perdidas por Accidente (no se consideran los accidentes "in itinere")	Según MTIN para la Región de Murcia.
Índice de incidencia	Memoria de Actividades. Dirección General de Industria, Energía y Minas. Servicio de Minas. Mayo 2007.
Número de accidentes por Mt	Memoria de Actividades. Dirección General de Industria, Energía y Minas. Servicio de Minas. Mayo 2007.
Volumen de Negocio	Nos basamos en la definición de PYMES. Inferior a 2 M€ corresponde a microempresa. Entre 2M€ y 10M€ corresponden a pequeña empresa, 10M€ y 50M€ corresponden a mediana empresa y por último los superiores a 50M€ corresponden a gran empresa.
Porcentaje de gastos I+D respecto al VAB según ramas de actividad. 2006 - REGIÓN DE MURCIA	Gasto interno en I+D / VAB Agricultura, ganadería y pesca 0,51; Energía 0,09; Industria 1,51; Construcción 0,37 Servicios 0,14
Costes de Exploración	5% VAB

ANEXO III.

MODELO ECONÓMICO

DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.

Anexo III: Modelo Económico

Pág. 305

ANEXO III. MODELO ECONÓMICO

COSTE PERFORACIÓN Y VOLADURA					
DATOS VOLADURA			COLUMNA A		
PARÁMETROS VOLADURA					
Altura		m	15		
Inclinación		°	15		
Diámetro		mm	76		
Sobreperforación		m	1		
Retacado		m	2,25		
Piedra		m	2,6		
Espaciamento		m	3,1		
Nº barrenos			107		
Nº voladuras año			33		
Densidad banco		t/m3	2,6		
Longitud de carga de fondo		m	1,05	1.109,935	
Longitud de carga de columna		m	13,08	426,898	
carga de fondo		Kg	3,75		
Densidad carga columna		kg/m3	800		
carga de columna		Kg	47,47		
carga voladura		Kg	5,480		
	Gelatinoso	Kg	13,241		
	Anfo	Kg	167,604		
consumo específico		kg/m3	0,42		
Volumen total		t	33,634		
			12,936		
A- COMPONENTES VOLADURA		PRECIO UNITARIO	KG/Unid/m	COSTE	COSTE AÑO
	COLUMNA	0,71 €	5.078,91	3.606,02 €	118.998,75 €
	FONDO	2,61 €	401,25	1.047,26 €	34.559,66 €
det	No eléctricos	2,40 €	107	256,80 €	8.474,40 €
	Conector	2,82 €	107	301,74 €	9.957,42 €
det	Eléctricos	0,21 €	2	0,42 €	13,86 €
	Cordon Dte	0,41 €	0	0,00 €	0,00 €
	Det mecha nº8	0,21 €	0	0,00 €	0,00 €
	Hilo conexión	0,09 €	0	0,00 €	0,00 €
	Manguera Enfundado	3,18 €	0	0,00 €	0,00 €
	Mecha lenta impermeable	0,27 €	0	0,00 €	0,00 €
	Relés MRT	1,46 €	0	0,00 €	0,00 €
	Tubo Transmisión	0,13 €	1000	130,00 €	4.290,00 €
	Guías y Licencias	12,48 €	1	12,48 €	411,84 €
	Vigilante	165,00 €	1	165,00 €	5.445,00 €
Coste componentes		5.519,73 € por voladura		0,16 € por t	

DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.

Anexo III: Modelo Económico

Pág. 306

B- PERFORACIÓN		PRECIO UNITARIO	ml	COSTE	COSTE AÑO	Perf. Especif	
	ML perforación	3,30 €	1.753	5.783,48 €	190.854,68 €	0,135	
Coste Perforación		5.783,48 € por voladura		0,17 € por t			
C- MARTILLO		PRECIO UNITARIO	m3	% Voladura	M3 Voladura		
	Martillo	17,00 € m3		0,09	11,64	30,27	
Coste Martillo		197,93 € por voladura		0,01 € por t			
D- MANO DE OBRA Y Gastos Generales							
Personal Voladura	Nº	Salario neto	IRPF+SS	SS	Salario Bruto	Gasto Mensual	Gasto Anual
Director Facultativo	1	2.500 €	25	28	3.125 €	4.000 €	56.000 €
Artillero	1	2.000 €	25	28	2.500 €	3.200 €	44.800 €
Peón	2	1.200 €	25	28	1.500 €	1.920 €	53.760 €
	4						
Coste Mano de Obra		154.560,00 € al año		610,91 € por voladura		0,02 € por t	
Dias Trabajados		253 al año					
Porcentaje de gastos generales		10 %					
Gastos Generales del personal todo el año		15.456,00 € al año		61,09 € por voladura		0,002 € por t	
Gastos Generales aplicables a las voladuras		2.016,00 € al año					
RESUMEN							
EXPLOSIVOS		0,16 € por t					
PERFORACIÓN		0,17 € por t					
MARTILLO		0,01 € por t					
MANO DE OBRA		0,02 € por t					
GASTOS GENERALES		0,00 € por t					
TOTAL		0,36 € por t		0,94 € por m3			
12.173,13 € por voladura							

Pág. 307

DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.

Anexo III: Modelo Económico

Pág. 308

C- MANTENIMIENTO		Coste Total	% Anual	Coste Total	
CARGA		785.444,44 €	5	39.272,22 €	
TRANSPORTE		1.634.185,46 €	5	81.709,27 €	
NEUMÁTICOS		Horas Cambio	Nº Neumáticos	Coste Unidad	
CARGA	500	6	0,00 €	0,00 €	
TRANSPORTE	3.000	24	4.500,00 €	36.432,00 € 0,03 € por t	
		Coste Mto		157.413,50 € 0,14 € por t	

D- COMBUSTIBLES		Unidades	Consumo Gasoil	horas	Litros	Precio Litro	Total
CARGA							
1	LIEBHERR 974	1	65,00	2.024	131.560,00	0,70 €	92.092,00 €
2	0	1		0	0,00		0,00 €
3	0	0		0	0,00		0,00 €
4	0	0		0	0,00		0,00 €
5	0	0		0	0,00		0,00 €
TRANSPORTE							
1	HITACHI 750	2	38,44	1.012	77.802,56		54.461,79 €
2	EUCLID R32	2	30,00	1.012	60.720,00		42.504,00 €
3	0	0		0	0,00		0,00 €
4	0	0		0	0,00		0,00 €
5	0	0		0	0,00		0,00 €
6	0	0		0	0,00		0,00 €
7	0	0		0	0,00		0,00 €
8	0	0		0	0,00		0,00 €
9	0	0		0	0,00		0,00 €
10	0	0		0	0,00		0,00 €
					270.082,56		189.057,79 €
					0,25 l/t		
Coste Combustible						0,17 € por t	

E- MANO DE OBRA Y Gastos Generales							
Personal	Nº	Salario neto	IRPF+SS	SS	Salario Bruto	Gasto Mensual	Gasto Anual
Palista 1º	1	2.000 €	25	28	2.500 €	3.200 €	44.800 €
Palista 2ª	0	1.500 €	25	28	1.875 €	2.400 €	0 €
Chofer	2	1.500 €	25	28	1.875 €	2.400 €	67.200 €
	3						
Coste Mano de Obra		112.000,00 € al año				0,10 € por t	
Días Trabajados		253 al año					
Porcentaje de gastos generales		10 %					
Gastos Generales		11.200,00 € al año				0,01 € por t	

RESUMEN			
EQUIPOS CARGA	0,05 €	9,17%	
EQUIPOS TRANSPOTE	0,05 €	9,54%	
MANTENIMIENTO	0,14 €	27,24%	
COMBUSTIBLES	0,17 €	32,72%	
MANO OBRA	0,10 €	19,38%	
G. GRALES	0,01 €	1,94%	
total	0,53 € por t	1,37 € por m3	
	0,00 €		
	0,53 €		

DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.

Anexo III: Modelo Económico

Pág. 309

COSTE PLANTA									
Tonenadas año	1.100.000								
Densidad	2,60								
	Maquinaria	Planta							
horas día	10	15							
días/mes	20	30							
meses/año	11,5	11,5							
Disponibilidad	80%	80%							
Horas año	1.840	4.140							
A- ADQUISICIÓN									
			Coste Nueva	Coste Unidad	Unidades	Amortización (años)	Coste anual		
a.1 Planta Completa para	1.100.000	t	4.050.000,00 €	4.050.000,00 €	1	10	405.000,00 €		
a.2 Maquinaria móvil		kw					Coste Horario	horas anuales	
1			0,00 €	0,00 €	0	0	0,00 €	1.840	
2	VOLVO L180	235	276.327,39 €	276.327,00 €	1	15.000	18,42 €	1.840	
3			0,00 €	0,00 €	0	0	0,00 €	1.840	
4			0,00 €	0,00 €	0	0	0,00 €	1.840	
5			0,00 €	0,00 €	0	0	0,00 €	1.840	
6			0,00 €	0,00 €	0	0	0,00 €	1.840	
							438.896,11 €		
			4.050.000,00 €						
			276.327,00 €						
		Total Adquisición	4.326.327,00 €				0,40 €	por t	
B- MANTENIMIENTO									
	Coste Total		% Anual	Coste Total					
PLANTA	4.050.000,00 €		10	405.000,00 €					
Maq MÓVIL	276.327,39 €		6	16.579,64 €					
				421.579,64 €					
							0,38 €	por t	
C- ENERGÍA									
	Pot.Instalada kw	Fact.Simultaneidad	Horas	Consumo kwh	Precio kwh	Total			
	1.595	45,84%	5.175	3.784.091	0,10 €	378.409,09 €			
				3,44 kw/t					
							0,34 €	por t	
D- COMBUSTIBLES									
	Maq.Móvil	Consumo (l/h)	horas	Litros	Precio Litro	Total			
1	0	0	0	1.840	0	0,70 €	0,00 €		
2	VOLVO L180	28	1	1.840	51.520		36.064,00 €		
3	0	0	0	1.840	0		0,00 €		
4	0	0	0	1.840	0		0,00 €		
5	0	0	0	1.840	0		0,00 €		
6	0	0	0	1.840	0		0,00 €		
				51.520			36.064,00 €		
				0,05 l/t					
							0,03 €	por t	
E- MANO DE OBRA Y Gastos Generales									
Personal Planta	Nº	Salario neto	IRPF+SS	SS	Salario Bruto	Gasto Mensual	Gasto Anual		
Director Facultativo	1	2.500 €	25	28	3.125 €	4.000 €	56.000 €		
Encargado	1	2.500 €	25	28	3.125 €	4.000 €	56.000 €		
Palista	2	1.800 €	25	17	2.250 €	2.633 €	73.710 €		
Camionero	0	1.800 €	25	17	2.250 €	2.633 €	0 €		
Peon	4	1.200 €	25	15	1.500 €	1.725 €	96.600 €		
	8								
Coste Mano de Obra		260.134,00 € al año					0,24 €	por t	
Porcentaje de gastos generales		15 %							
Gastos Generales		39.020,10 € al año					0,04 €	por t	
RESUMEN									
ADQUISICIÓN	0,40 €	27,88%							
MANTENIMIENTO	0,38 €	26,78%							
ENERGÍA	0,34 €	24,04%							
COMBUSTIBLES	0,03 €	2,29%							
MANO OBRA	0,24 €	16,53%							
G. GRALES	0,04 €	2,48%							
total	1,43 €	por t	3,72 €	por m3					

**DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS
Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.**

Anexo III: Modelo Económico

Pág. 310

COSTE PERFORACIÓN Y VOLADURA

EXPLOSIVO	0,16 € por t	0,16 €
PERFORACIÓN	0,17 € por t	0,17 €
MARTILLO	0,01 € por t	0,01 €
MANO DE OBRA	0,02 € por t	0,02 €
GASTOS GENERALES	0,00 € por t	0,00 €
TOTAL		0,36 € por t

1

COSTE CARGA Y TRANSPORTE

EQUIPOS CARGA	0,00 € por t	0,00 €	0,05 €	0,05 €
EQUIPOS TRANSPORTE	0,00 € por t	0,00 €	0,05 €	0,05 €
MANTENIMIENTO	0,00 € por t	0,00 €	0,11 €	0,11 €
NEUMATICOS	0,00 € por t	0,00 €	0,03 €	0,03 €
COMBUSTIBLES	0,00 € por t	0,00 €	0,17 €	0,17 €
MANO OBRA	0,00 € por t	0,00 €	0,10 €	0,10 €
G. GRALES	0,00 € por t	0,00 €	0,01 €	0,01 €
		0,00 €		0,53 €

0

1

TOTAL **0,53 €** por t

COSTE TRATAMIENTO

ADQUISICIÓN	0,40 € por t	0,40 €
MANTENIMIENTO	0,38 € por t	0,38 €
ENERGÍA	0,34 € por t	0,34 €
COMBUSTIBLES	0,03 € por t	0,03 €
MANO OBRA	0,24 € por t	0,24 €
G. GRALES	0,04 € por t	0,04 €
TOTAL		1,43 € por t

1

COSTE RESTAURACION

GABINETE	0,12 € por t	0,12 €
RESTAURACIÓN	0,041 € por t	0,04 €
TOTAL		0,16 € por t

1

INVERSION

PLANTA	4.050.000 €
CARGA PLANTA	276.327 €
EQUIPOS CARGA	785.444 €
EQUIPOS TRANSPORTE	1.634.185 €
	5.111.771 €

**DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS
Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.**

Anexo III: Modelo Económico

Pág. 311

COSTE EXTRACCIÓN Y CLASIFICACIÓN ÁRIDO

TOTAL **2,32 €** por t **6,03 €** por m3

COSTE RESTAURACIÓN Y GABINETE

0,16 € por t **0,41 €** por m3

COSTE TOTAL EXTRACCIÓN Y RESTAURACIÓN

2,48 € por t **6,44 €** por m3

COSTE PUESTA EN OBRA

TOTAL **0,14 €** por t

COSTE TOTAL t ÁRIDO PUESTA EN CENTRAL

Coste extracción+clasificación+puesta en obra **2,62 €** por t **1,01 €** por m3

COSTES DE OPERACIÓN Y RESTAURACIÓN

DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.

Anexo III: Modelo Económico

Pág. 312

COSTES INDIRECTOS

A- GASTOS FINANCIEROS

% credito sobre inversiones

50

% interés a largo

4

anualidades

5

entre 5 y 10

Créditos a largo plazo **5.566.882,58 €**

Amortiza 5.566.882,58 €

Interes total 685.481,25 €

Interes medio 137.096,25 €

Años	1	6
	1.250.472,77 €	1.250.472,77 €
	-222.675,30 €	0,00 €
	1.027.797,46 €	0,00 €
Años	2	7
	1.250.472,77 €	1.250.472,77 €
	-181.563,40 €	0,00 €
	1.068.909,36 €	0,00 €
Años	3	8
	1.250.472,77 €	1.250.472,77 €
	-138.807,03 €	0,00 €
	1.111.665,74 €	0,00 €
Años	4	9
	1.250.472,77 €	1.250.472,77 €
	-94.340,40 €	0,00 €
	1.156.132,36 €	0,00 €
Años	5	10
	1.250.472,77 €	1.250.472,77 €
	-48.095,11 €	0,00 €
	1.202.377,66 €	0,00 €

% interés a corto

4

Créditos a corto **1.210.226,38 €**

Gastos financieros a corto 48.409,06 €

Intereses totales **185.505,30 €**

DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS Y SU APLICACIÓN A LA REGIÓN DE MURCIA.

Anexo III: Modelo Económico

Pág. 313

PRESUPUESTO TOTAL

A- INVERSIONES

INVESTIGACION Y ESTUDIOS DE INGENIERIA	300.000,00 €
COMPRA DEL TERRENO	2.000.000,00 €
OBRAS E INFRAESTRUCTURAS	25.000,00 €
INSTALACIONES	4.050.000,00 €
MAQUINARIA MÓVIL	2.695.956,46 €
MOBILIARIO	30.000,00 €
IMPREVISTOS (15% total inversiones)	1.365.143,47 €
CAPITAL CIRCULANTE (1 cuatrimestre de costes directos de operación)	667.665,24 €
ppt	11.133.765,17 €

B- COSTES

MANO DE OBRA	444.331,61 €
SUMINISTROS	1.016.102,97 €
MANTENIMIENTO	542.561,14 €
INDIRECTOS	185.505,30 €
RESTAURACIÓN	172.830,15 €
CANON	660.000,00 €
INSTALACIONES	438.896
MAQUINARIA MÓVIL	108.118

0,6

COSTE Operación 2.722.839,79 € 2,48 €

COSTE TOTAL AL AÑO 3.568.345,10 € 3,24 €

coste por t

C- RENTABILIDAD

IPC	3,75				
ACTUALIZADOS					
AÑO	ENTRADAS	SALIDAS	ENTRA	SALE	FLUJOS
0	- €	2.325.000,00 €	- €	2.325.000,00 €	- 2.325.000,00 €
1	5.739.490,36 €	7.838.025,14 €	5.532.038,90 €	7.554.723,03 €	- 2.022.684,13 €
2	5.739.490,36 €	4.909.898,33 €	5.339.060,80 €	4.561.380,36 €	777.680,44 €
3	5.739.490,36 €	5.096.691,79 €	5.159.092,45 €	4.563.773,21 €	595.319,24 €
4	5.739.490,36 €	5.290.596,89 €	4.990.861,18 €	4.566.171,84 €	424.689,34 €
5	5.739.490,36 €	5.491.884,61 €	4.833.255,04 €	4.568.576,24 €	264.678,80 €
6	5.739.490,36 €	4.450.363,46 €	4.685.298,25 €	3.568.345,10 €	1.116.953,15 €
7	5.739.490,36 €	4.617.252,09 €	4.546.130,97 €	3.568.345,10 €	977.785,88 €
8	5.739.490,36 €	4.790.399,04 €	4.414.992,58 €	3.568.345,10 €	846.647,48 €
9	5.739.490,36 €	4.970.039,00 €	4.291.207,74 €	3.568.345,10 €	722.862,65 €
10	5.739.490,36 €	5.156.415,47 €	4.174.174,80 €	3.568.345,10 €	605.829,71 €
11	5.739.490,36 €	5.349.781,05 €	4.063.356,00 €	3.568.345,10 €	495.010,91 €
12	5.739.490,36 €	5.550.397,84 €	3.958.269,21 €	3.568.345,10 €	389.924,11 €
13	5.739.490,36 €	5.758.537,75 €	3.858.480,91 €	3.568.345,10 €	290.135,81 €
14	5.739.490,36 €	5.974.482,92 €	3.763.600,23 €	3.568.345,10 €	195.255,14 €
15	5.739.490,36 €	6.198.526,03 €	3.673.273,83 €	3.568.345,10 €	104.928,73 €

TIR 10%

eur/t 5,22 €

Producción 1.100.000,00 t