

Rocas Industriales y Ornamentales

Tema 10. Incidencia ambiental de la explotación de rocas industriales

Tema 11. Incidencia ambiental de la explotación de las rocas ornamentales



Gema Fernández Maroto

Departamento de Ciencias de la Tierra y
Física de la Materia Condensada

Este tema se publica bajo Licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Impacto ambiental de las explotaciones de rocas ornamentales

- Toda explotación minera causa alteraciones ambientales, en el caso de las rocas ornamentales algunas son similares a las de cualquier tipo de explotación a cielo abierto, otras son específicas debido al método de explotación y al tratamiento de la piedra.
- La magnitud de los impactos dependerá de las características y valores ambientales del lugar donde se ubique la explotación (López Jimeno, 1996).

Principales alteraciones

- Pérdida o alteración de recursos naturales.
- Contaminación física de las aguas superficiales.
- Inducción de procesos geofísicos.



Pérdida o alteración de recursos naturales

- **Paisaje: las fuentes principales de este impacto son:**
 - Frentes de explotación.
 - Escombreras.
- **Las medidas correctoras deben centrarse en:**
 - Introducción de vegetación.
 - Remodelado de las formas del terreno.
 - Construcción de pantallas de ocultación.

Pérdida o alteración de recursos naturales

- **Suelo: puede ocurrir:**
 - Eliminación directa del suelo.
 - Ocupación por la creación de escombreras.
 - Inducción de efectos negativos edáficos.
- **Todo ello supone la pérdida irreversible.**
- **Aplicación de medidas preventivas.**
- **Vegetación:** eliminación total o reducción directa o indirecta. Repercusiones sobre la fauna y los procesos ecológicos, la erosión y el paisaje.
- **Red de drenaje:** alteración permanente de los drenajes superficiales, alteración del funcionamiento hidrológico de los ríos cercanos.

Pérdida o alteración de recursos naturales

- **Atmósfera:** disminución de la calidad atmosférica producida por la emisión de polvo y ruido (perforación y arranque).
- **Población:** si las explotaciones están muy cerca de zonas habitadas, los trabajos de explotación crean una serie de interferencias y molestias a la comunidad o incluso pueden inducir ciertos riesgos:
 - Se trata de fundamentalmente de ruido.

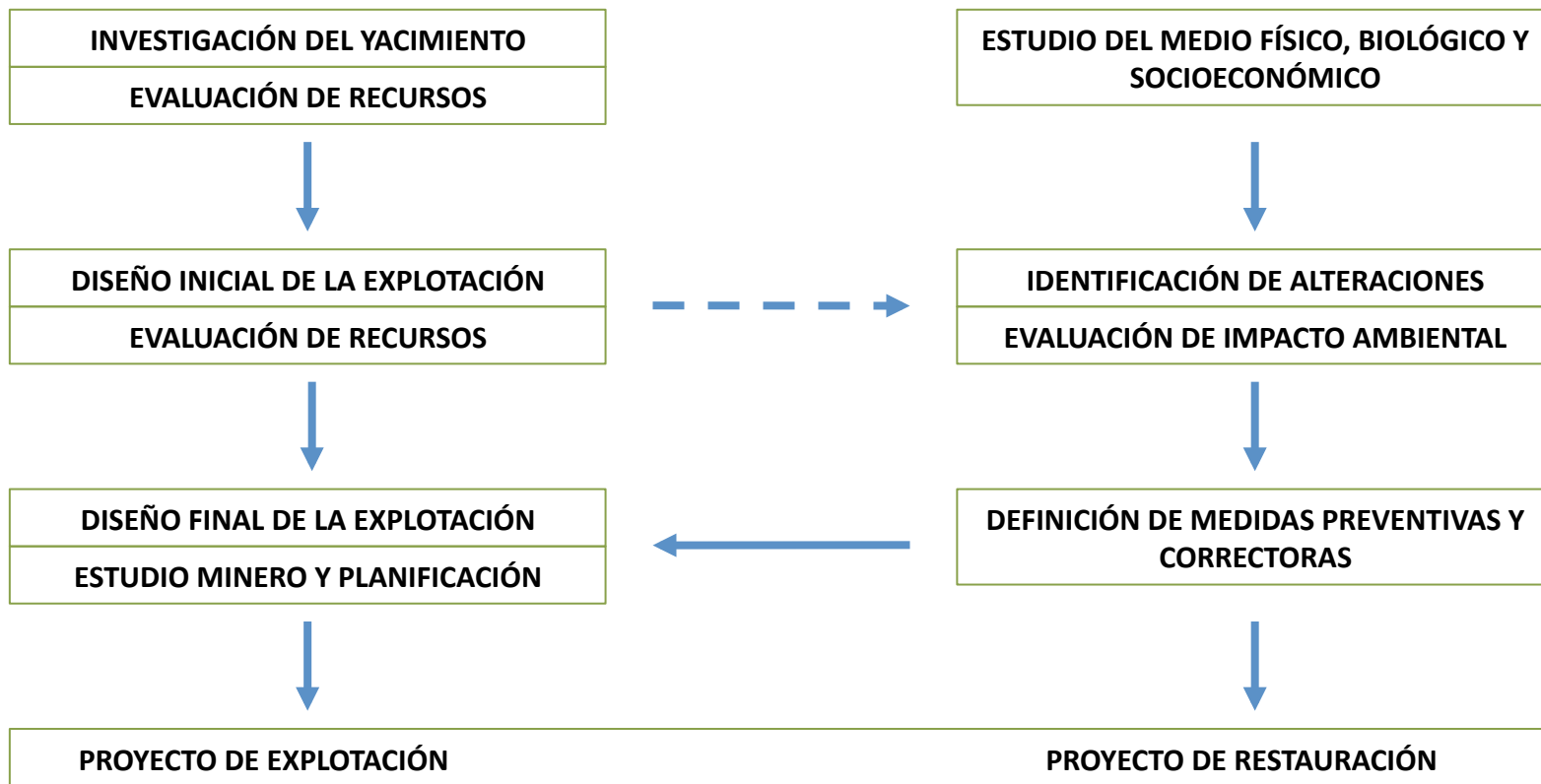
Contaminación física de las aguas superficiales

- **Riesgo de contaminación elevado debido a:**
 - Gran cantidad de elementos finos generados en la explotación y en la naves de elaboración.
 - Inexistencia de balsas de decantación.
 - Contaminación de grasas y aceites (mantenimiento de la maquinaria).

Inducción de procesos geofísicos

- **Riesgo de erosión:** debido a la eliminación de la vegetación e incrementar el ángulo de pendiente de los frentes y escombreras.
- **Grandes dimensiones y heterogeneidad de los materiales:** riesgo estabilidad escombreras.

Restauración de explotaciones de rocas ornamentales



Fuente: elaboración del plan de restauración de manera coordinada con el proyecto de explotación. Tomado de López Jimeno (1996). Capítulo 21.

Impacto ambiental de las explotaciones de rocas industriales

- En el caso de las explotaciones de rocas industriales, el impacto producido es semejante al de las explotaciones de rocas ornamentales, añadiendo que muchas de dichas explotaciones incorporan en el espacio de la explotación, la planta de trituración del árido.



Principales alteraciones

- **Sobre la atmósfera:**
 - Contaminación de polvo y gases (arranque, creación de escombreras, tráfico de maquinaria pesada y preparación mecánica de los áridos).
 - Ruidos.
- **Sobre el agua superficial:**
 - Alteración drenajes superficiales.
 - Contaminación (aumento de turbidez por partículas sólidas, elementos tóxicos disueltos...).
 - Eutrofización de las aguas embalsadas en los huecos de las graveras.
- **Sobre las aguas subterráneas:**
 - Alteración del régimen de caudales.
 - Contaminación (mantenimiento de la maquinaria).

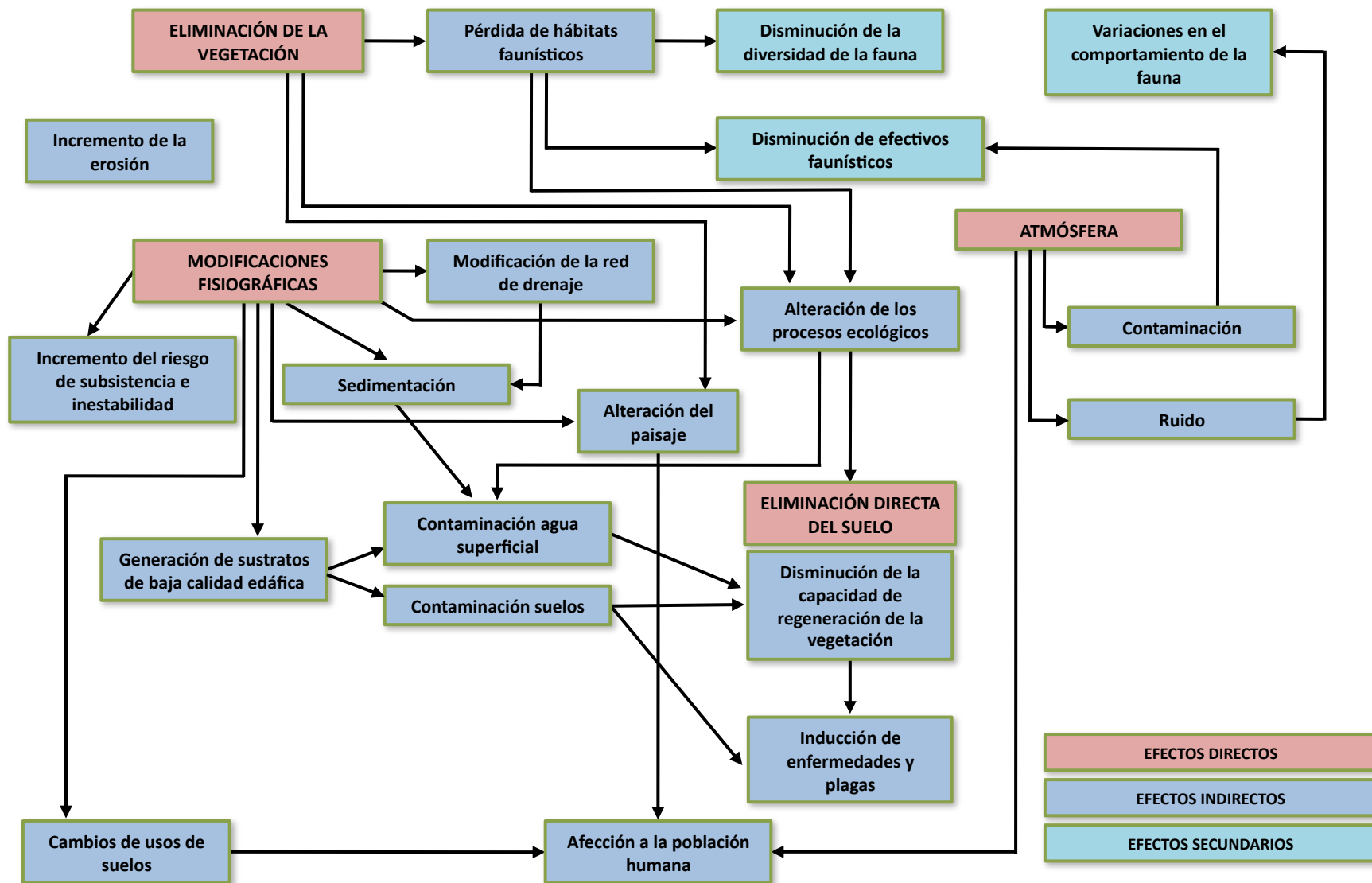
Principales alteraciones

- **Sobre el suelo:**
 - Ocupación del suelo fértil.
 - Alteración de las características o procesos edáficos en los alrededores de la explotación debido a la acumulación de residuos, elementos finos...
- **Sobre la vegetación:**
 - Eliminación de la cubierta vegetal.
 - Afección de su capacidad de regeneración por pérdida de elementos fértiles.
 - Cambios en la composición florística.
- **Sobre la fauna:**
 - Eliminación o alteración de hábitats terrestres y acuáticos.
 - Perturbaciones sobre la fauna (tráfico, ruidos, polvo y vibraciones).

Principales alteraciones

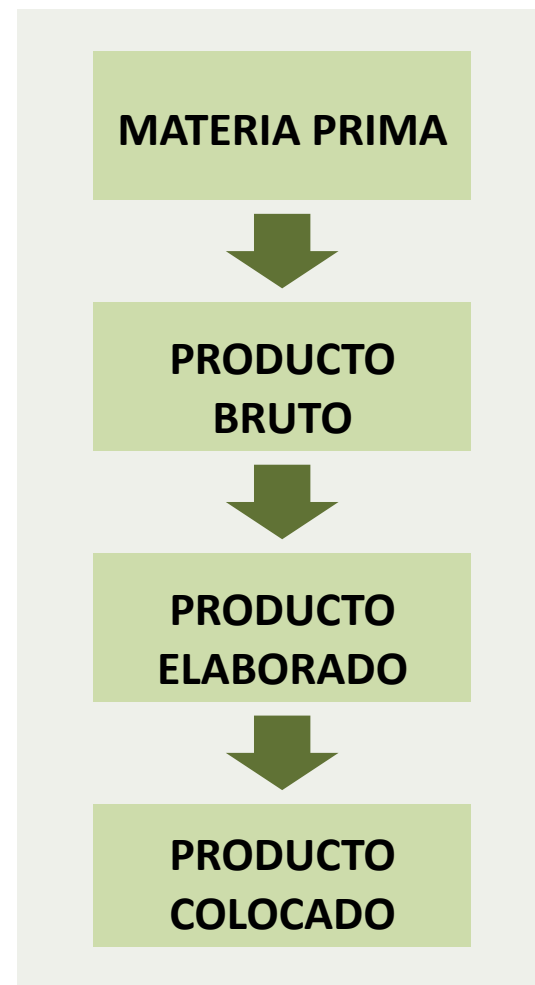
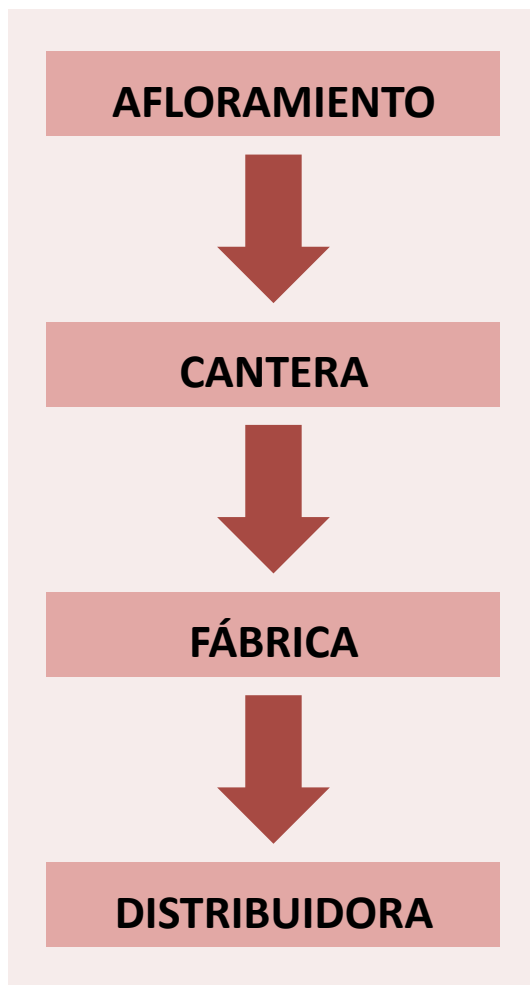
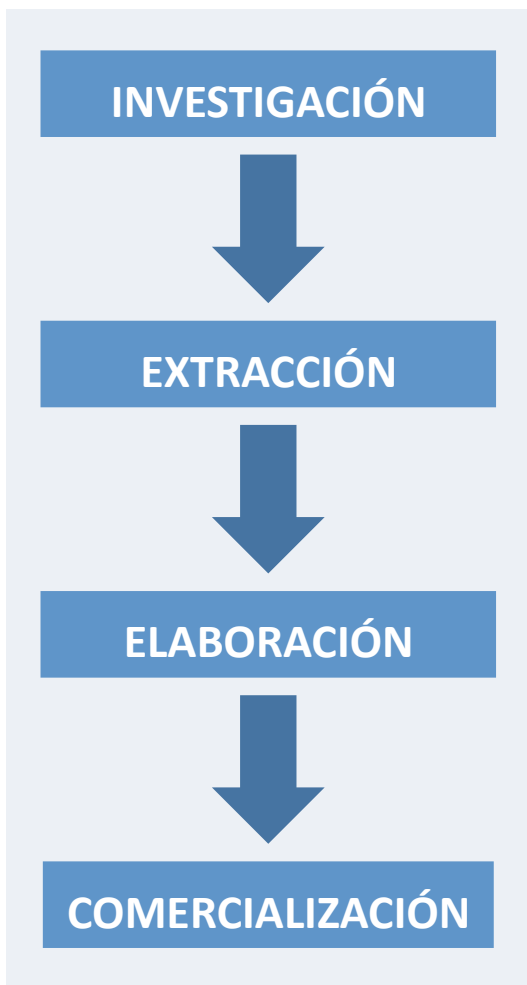
- **En los procesos geofísicos:**
 - Riesgos de desprendimientos.
 - Incremento de la sedimentación aguas abajo.
 - Aumento de la erosión por la creación de taludes excavados y escombreras y eliminación de la cubierta vegetal.
 - Incremento del riesgo de daños a estructuras edificadas en las proximidades.
- **Sobre la morfología y el paisaje:**
 - Modificación de las características visuales de la zona.
 - Alteración de la calidad paisajística.

Tema 10. Incidencia ambiental de la explotación de rocas industriales
Tema 11. Incidencia ambiental de la explotación de las rocas ornamentales



Tema 10. Incidencia ambiental de la explotación de rocas industriales
Tema 11. Incidencia ambiental de la explotación de las rocas ornamentales

El ciclo de la piedra natural

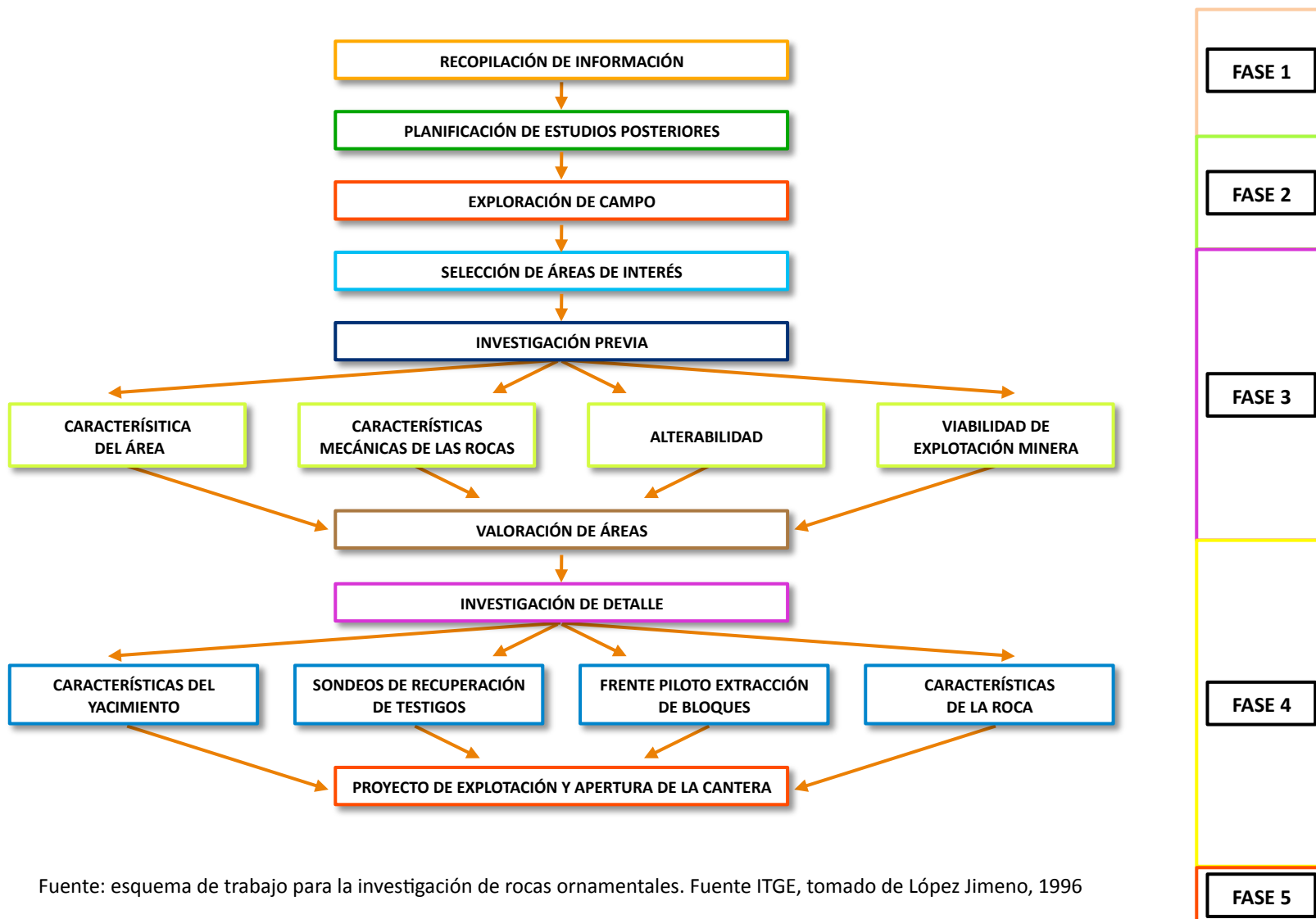


Metodología de investigación de las rocas ornamentales

- **El proceso completo se divide en 5 fases:**
 - **Fase 1.** Recopilación de información.
 - **Fase 2.** Exploración de campo.
 - **Fase 3.** Investigación previa.
 - **Fase 4.** Investigación de detalle.
 - **Fase 5.** Proyecto de explotación y apertura de la cantera.
- **El contenido de estas 5 fases no es cerrado.**

Rocas Industriales y Ornamentales

Tema 10. Incidencia ambiental de la explotación de rocas industriales
Tema 11. Incidencia ambiental de la explotación de las rocas ornamentales



Fuente: esquema de trabajo para la investigación de rocas ornamentales. Fuente ITGE, tomado de López Jimeno, 1996

Rocas Industriales y Ornamentales

Tema 10. Incidencia ambiental de la explotación de rocas industriales

Tema 11. Incidencia ambiental de la explotación de las rocas ornamentales

Fase 1. Recopilación de información

- Se recopila y analiza toda la información geológico-minera de la zona a investigar, así como de la roca.
- Estudios locales, tesis doctorales, datos de cantera, planos geológicos a escala 1:50.000 y 1:200.000.
- Objetivo: realizar una primera selección de las zonas con potencial interés.

Fase 2. Exploración de campo

- **Elaboración de un plan de trabajo con la información obtenida en la Fase 1:**
 - Exploración de campo a una escala que varía en función de la roca investigada (1:50.000 ó 1:25.000).
 - En esta exploración se visitan y se muestrean todos los indicios de interés seleccionados en la Fase 1.
 - Se elaboran fichas de cada indicio, que recogen: localización geográfica, características petrográficas del afloramiento, facilidad de accesos, existencia de canteras en la zona, tectónica y estructura del macizo, discontinuidades, descripción macroscópica de la roca.
 - Con todo ello, se puede hacer una nueva selección de las zonas de interés donde se realizará la Fase 3.

Fase 2. Exploración de campo

- **Propiedades específicas de los afloramientos:**
 - **Morfología:** características genéticas del macizo (potencia, límite supf., zonaciones litológicas...).
 - **Fracturación:** nº de familias de diaclasas, espaciados, densidad de diaclasado → Tamaño de bloque a extraer.
 - **Características de la roca:** composición mineralógica, tamaño de grano, textura, color... Petrografía.
 - **Homogeneidad:** variaciones de color, discontinuidades.
 - **Oxidaciones y otras alteraciones:** efecto de la meteorización.

Fase 3. Investigación previa

- **Estudio de detalle de las zonas seleccionadas en la Fase 2, analizando:**
 - **Características geológicas:** homogeneidad y disposición del yacimiento, topografía, recubrimiento, fracturación, alteraciones, valor ornamental, etc.
 - **Calidad de la roca:** ensayos mecánicos.
 - **Viabilidad de la explotación minera:** cubicación de reservas, impacto ambiental, red de accesos comunicaciones, etc.
 - A la vista de los resultados de esta fase, se realiza una nueva selección de áreas que pasarán a la siguiente fase de investigación.

Fase 4. Investigación de detalle

- **Objetivo:** elegir las zonas más favorables para la extracción industrial de la roca.
- Se realizan estudios como en la Fase 3, pero a escala de detalle: 1:10.000 a 1:1000 para granito y pizarras y 1:2000 a 1:1000 para mármoles.
- **Realización de sondeos con recuperación de testigo:** información del macizo rocoso en profundidad.
- **Determinar características de la roca que le dan valor comercial:** vistosidad, color, homogeneidad, tamaño de grano, alteraciones y oxidaciones, resistencia mecánica, fracturación de la roca y del macizo, foliaciones, etc.

Fase 5. Proyecto de explotación y apertura de la cantera

- Las zonas seleccionadas en las fases anteriores, han sido convenientemente investigadas y han resultado potencialmente explotables, por lo que se considera que tienen el nivel de información apropiado para elaborar su Proyecto de Explotación.
- Este documento pone de manifiesto la viabilidad técnico-económica de la explotación de la roca.
- Esta metodología de investigación se aplica de forma específica a cada una de las tres principales rocas ornamentales: granitos, mármoles y pizarras.
- La metodología mejor desarrollada es la de las rocas graníticas.

Rocas graníticas

- **Fase I.** Recopilación de información.
- **Fase II.** Exploración de campo a escala 1:50.000.
- **Fase III.** Investigación previa a escala 1:25.000.
- **Fase IV.** Investigación de detalle a escala 1:10.000 ó 1:1000.
- **Fase V.** Proyecto de explotación y apertura de la cantera.



Pizarras de techar

- **Fase I.** Recopilación de información.
- **Fase II.** Exploración de campo a escala **1:25.000**.
- **Fase III.** Investigación previa a escala **1:25.000**.
- **Fase IV.** Investigación de detalle a escala **1:5000: color, inclusiones, rugosidad, meteorización**.
- **Fase V.** Proyecto de explotación y apertura de la cantera.

Rocas Industriales y Ornamentales

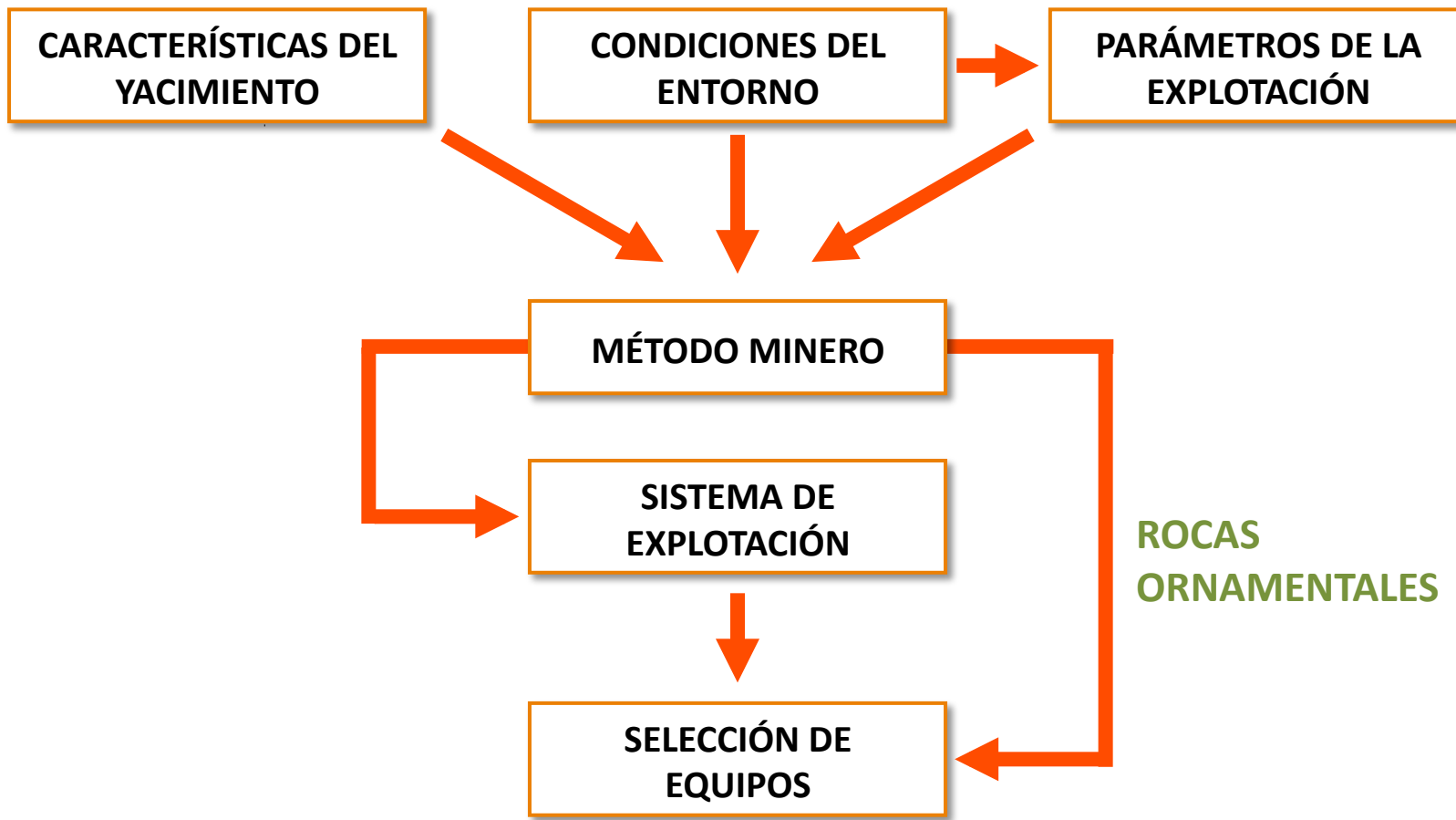
Tema 10. Incidencia ambiental de la explotación de rocas industriales

Tema 11. Incidencia ambiental de la explotación de las rocas ornamentales

Mármol y rocas afines

- **Fase I.** Recopilación de información.
- **Fase II.** Exploración de campo a escala **1:50.000**: karstificación y meteorización, plegamientos, fracturación, fallas, características de la roca.
- **Fase III.** Investigación previa a escala **1:10.000**: caracterización físico-mecánica de la roca: ensayos.
- **Fase IV.** Investigación de detalle a escala **1:2000**.
- **Fase V.** Proyecto de explotación y apertura de la cantera.

Diseño de la explotación minera



Fuente: secuencia en la definición del método de explotación y selección de maquinaria.

Explotación de rocas ornamentales

- **Tipos de canteras:**

- **Canteras a Cielo abierto**, atendiendo a las características del terreno:
 - Canteras en foso sobre terrenos llanos: cuando el terreno es prácticamente horizontal todos los trabajos se hacen en profundidad.
 - Canteras en ladera sobre terrenos en pendiente: explotaciones a media ladera en relieves montañosos.
 - Canteras de nivelación en terrenos montañosos: explotaciones emplazadas en lo alto de un cerro o promontorio, conducen a la nivelación del terreno original.
- **Canteras subterráneas**: económicas, medioambientales, climatológicas.

Tema 10. Incidencia ambiental de la explotación de rocas industriales
Tema 11. Incidencia ambiental de la explotación de las rocas ornamentales

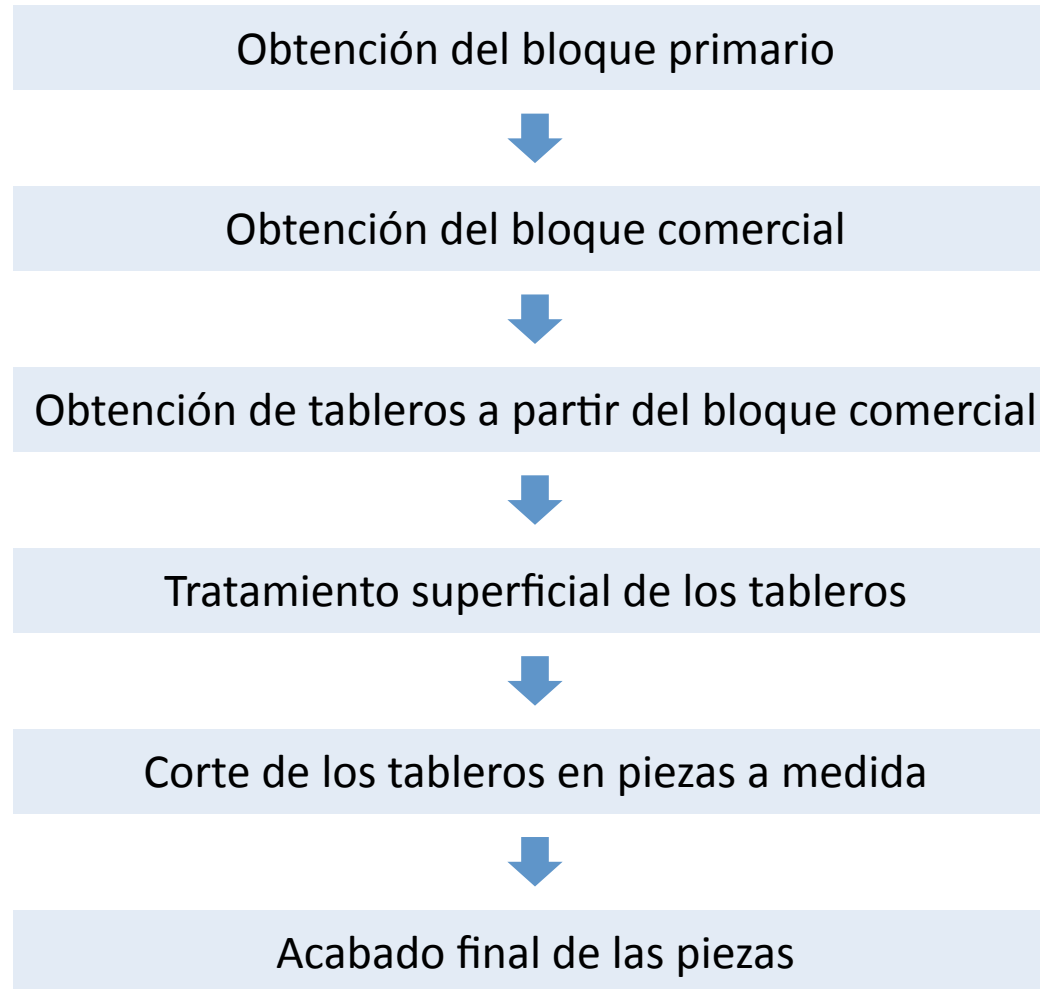
Explotación de caliza Verde Tinamenor –Muñorrodero– Cantabria



Rocas ornamentales: diseño de la explotación minera

- **Criterios de diseño de canteras:**
 - **Geométricos:**
 - Función de la estructura y morfología del yacimiento, pendiente del terreno, límites de propiedad.
 - **Geotécnicos:**
 - Ángulos máximos estables de taludes en los dominios estructurales del yacimiento.
 - **Operativos:**
 - Dimensiones máximas para que la maquinaria trabaje en condiciones adecuadas de eficiencia y seguridad: alturas de banco, anchuras de berma y pistas, anchuras de fondo, etc.
 - **Medioambientales:**
 - Ocultación a la vista de huecos, o escombreras, facilitación de la restauración de los terrenos o reducción de impactos.

Rocas ornamentales: esquema del proceso productivo



Rocas ornamentales: extracción

- **Explotaciones a cielo abierto (CANTERAS).**
- **Forma de extracción: BLOQUES (3 - 6 m³), sin fracturas ni discontinuidades mediante:**
 - **Cuñas.**
 - **Explosivos débiles.**
 - **Sierras.**
 - **Hilo helicoidal.**
 - **Hilo de diamantes...**
 - **Maquinaria específica.**

Rocas ornamentales: explotación

- **Eliminación de la montera estéril (material alterado):**
 - **Apertura de banco.**
 - **Separación del bloque.**