

Proyecto de Sistemas de Ordenación del Territorio, corrección medioambiental y planificación de actividades de la minería extractiva de áridos. Proyecto SIGORD

Rosa Carretón Moreno
Coordinadora Técnica
ANEFA

Tipo de Proyecto



- Se enmarca dentro del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, CYTED.
- Dentro de las acciones del CYTED, Proyecto de Innovación IBEROEKA.
- Desarrollado conjuntamente entre empresas y Organismos Públicos y Privados de: Colombia, España y Panamá

Tipo de Proyecto



- Se enmarca dentro del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2004-2007.
 - ❖ Programa Nacional de Tecnologías Informáticas
 - Temática: Infraestructuras Complejas Inteligentes
- Colaboración de instituciones en España
 - ❖ Empresa privada WIDE WORLD 
 - ❖ Instituto Geológico y Minero
 - ❖ Centros Públicos de Investigación y Desarrollo
 - E.T.S.I. De Minas - Universidad Politécnica de Madrid
 - ❖ ANEFA 





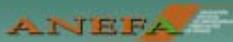
- Colaboración de instituciones en Colombia
 - ❖ ASOGRAVAS (Asociación Nacional Colombiana de Productores de Agregados Pétreos para la Extracción de Gravas y Áridos para la Construcción)
 - ❖ INGEOMINAS (Instituto Colombiano de Geología y Minería)
 - ❖ SOLUCIONES GEOINFORMÁTICAS
 - ❖ UPME (Unidad de Planeación Minero Energética de Colombia)
- Colaboración de instituciones en Panamá
 - ❖ CAMIPA (Cámara Minera de Panamá)
 - ❖ DNRM (Dirección Nacional de Recursos Minerales, Ministerio de Comercio e Industrias de Panamá)
 - ❖ MAPINTEC GEOTECHNOLOGIES INC

Objetivo



- Desarrollar un paquete tecnológico de sistemas, herramientas, metodologías y procesos que integren la actividad extractiva de áridos en los planes de ordenación territorial de manera que la explotación de los recursos mineros sea considerada en las estrategias de desarrollo sostenible.
- Aportar a las autoridades responsables de la planificación ambiental y minera criterios para incluir la actividad extractiva de áridos y actividades asociadas, en las políticas y planes de ordenación del territorio a fin de garantizar el abastecimiento dentro de un desarrollo sostenible.

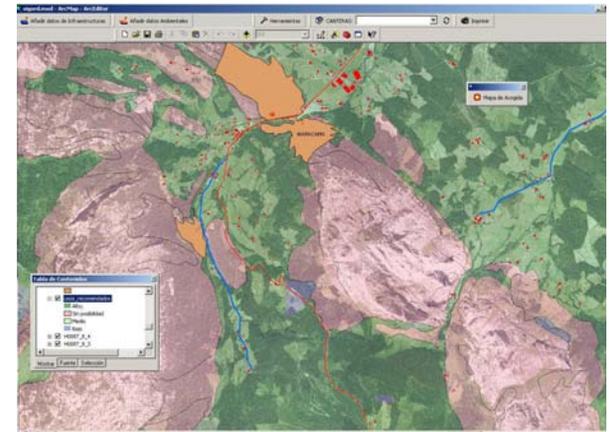
Objetivo



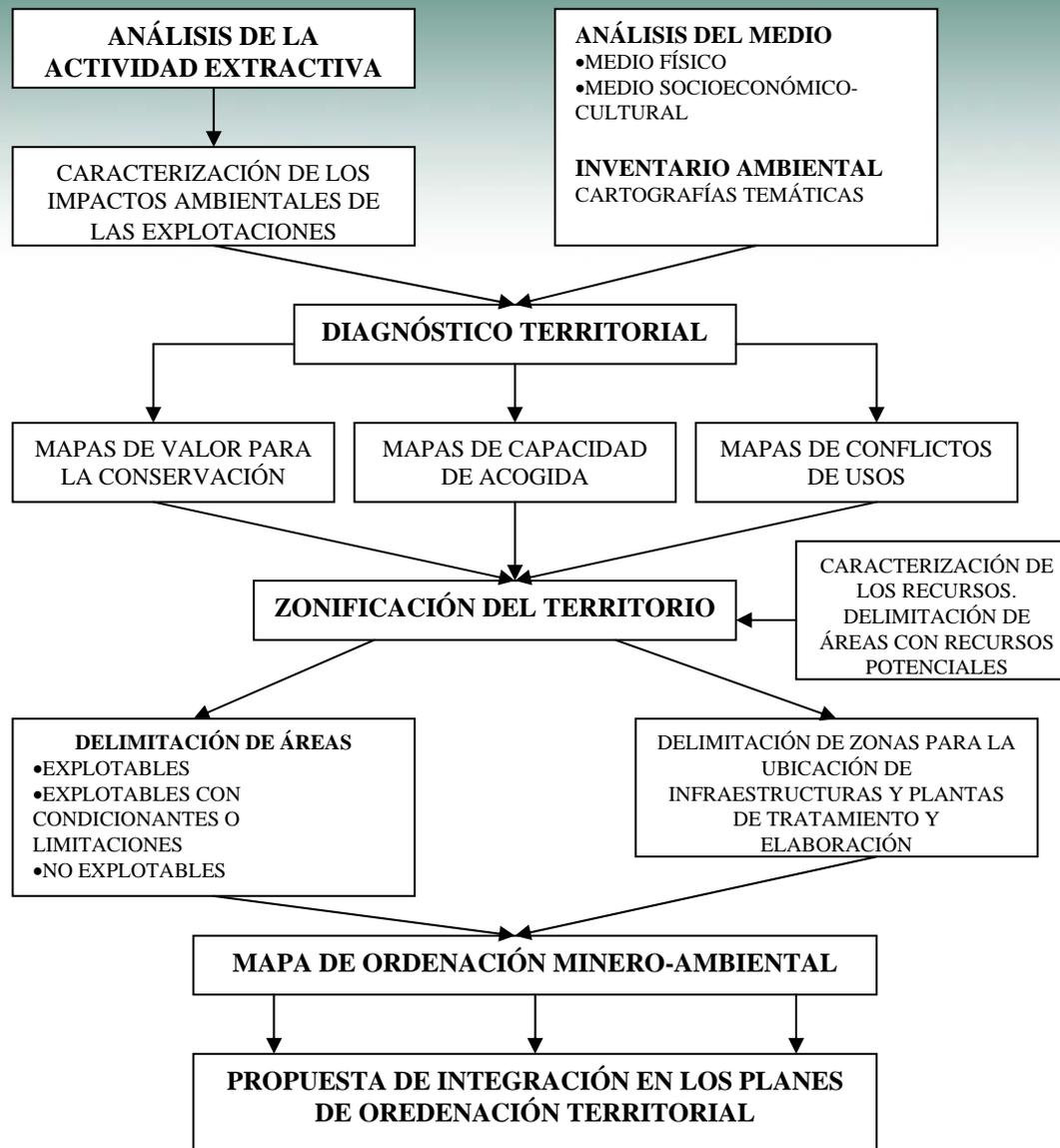
- Valor didáctico y divulgativo → informar de los verdaderos efectos de la minería y disminuir el rechazo de la sociedad.
- Delimitar geográficamente las zonas del territorio compatibles con la actividad extractiva de áridos, caracterizando la calidad y cantidad de los recursos existentes.

- Parámetros

- ❖ Disponibilidad de recursos
- ❖ Capacidad de acogida del medio
- ❖ Grado de compatibilidad con otros usos del suelo
- ❖ Viabilidad, económica, ambiental y social



Esquema de trabajo



REQUISITOS Y DISEÑO

1. Delimitación Geográfica del área de estudio.
2. Definición de Indicadores.
3. Criterios de Evaluación.
4. Diseño del Modelo de Datos.
 - A. Modelo Conceptual
 - B. Modelo Lógico
 - C. Modelo Físico
5. Diseño de la Aplicación.

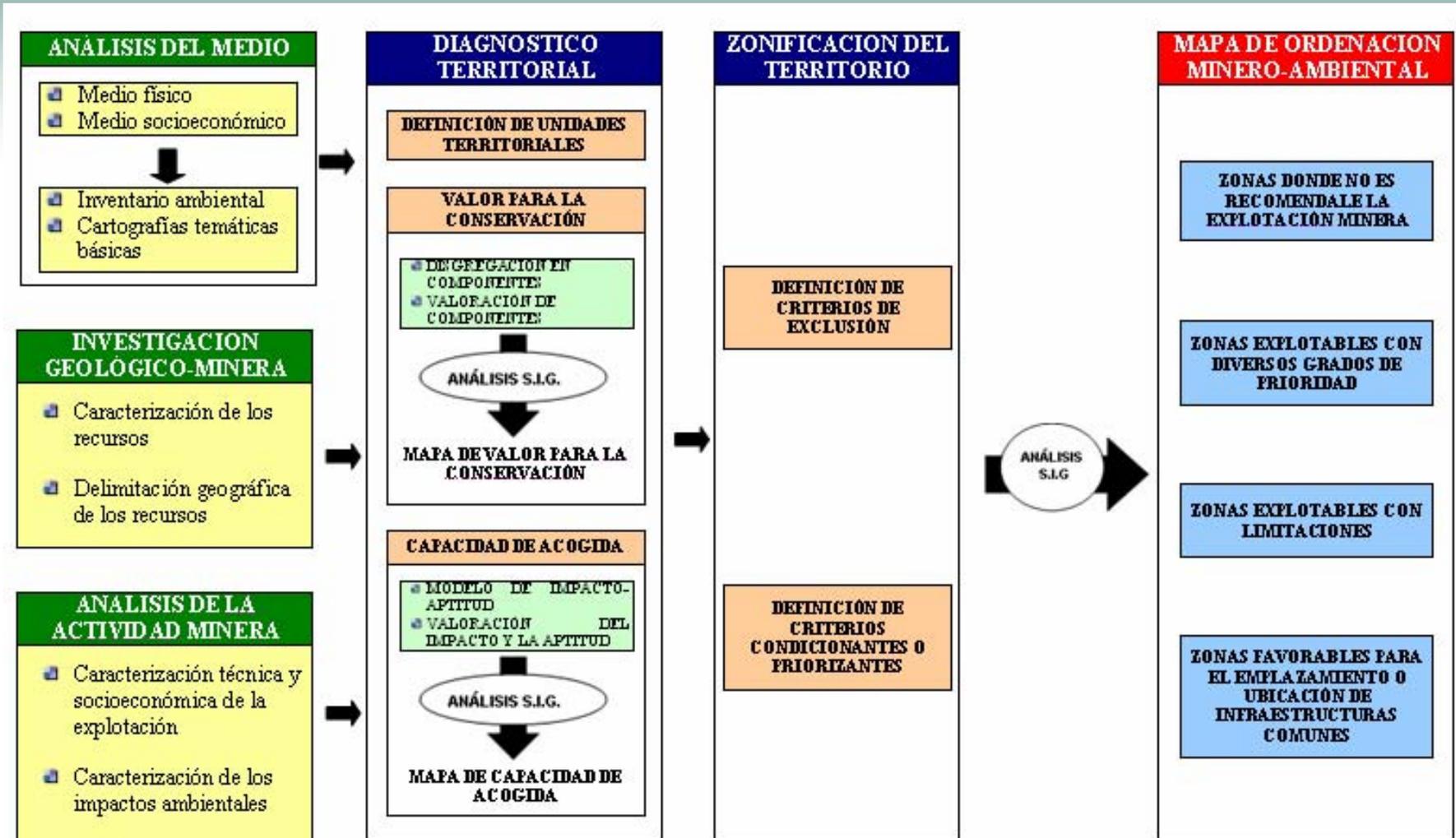
Definición de indicadores

- Suministrar información y permitir evaluar de manera efectiva y útil ciertos elementos, su entorno e interacción con las partes interesadas, para facilitar la toma de decisiones.
- La necesidad de encontrar y contar con una información adecuada para la toma de decisiones y para un seguimiento de las mismas.
- Satisfacer las demandas de información sobre los problemas económicos, ambientales y sociales existentes en cada caso concreto.

Definición de indicadores

- Indicadores sociales: Reflejan los impactos que una organización causa en los sistemas sociales sobre los que actúa.
- Indicadores económicos: Reflejan los impactos que una organización causa en las circunstancias económicas de sus grupos de interés, así como en los sistemas económicos locales, nacionales y mundiales.
- Indicadores ambientales: Reflejan el impacto de las actuaciones de las organizaciones en los espacios naturales, los ecosistemas, el suelo, el aire y el agua.

Criterios de Evaluación



ANÁLISIS DEL MEDIO

MEDIO FÍSICO

Topografía
Geología
Clima
Suelos
Aguas
Vegetación
Paisaje

MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

Población: evolución, distribución y estructura demográfica.
Actividad económica.
Infraestructuras
Sistema de asentamientos
Marco legal del suelo: afecciones territoriales
Recursos culturales



INVENTARIO AMBIENTAL. CARTOGRAFÍAS TEMÁTICAS

Mapa de pendientes
Mapa geológico
Mapa de suelos
Mapa de aguas
Mapa de vegetación

Mapa de unidades de paisaje
Mapa de usos del suelo
Mapa de infraestructuras viarias
Mapa de yacimientos arqueológicos
Mapa de afecciones territoriales



INVENTARIO AMBIENTAL

Cartografías temáticas digitalizadas y gestionadas por un
Sistema de Información Geográfica.

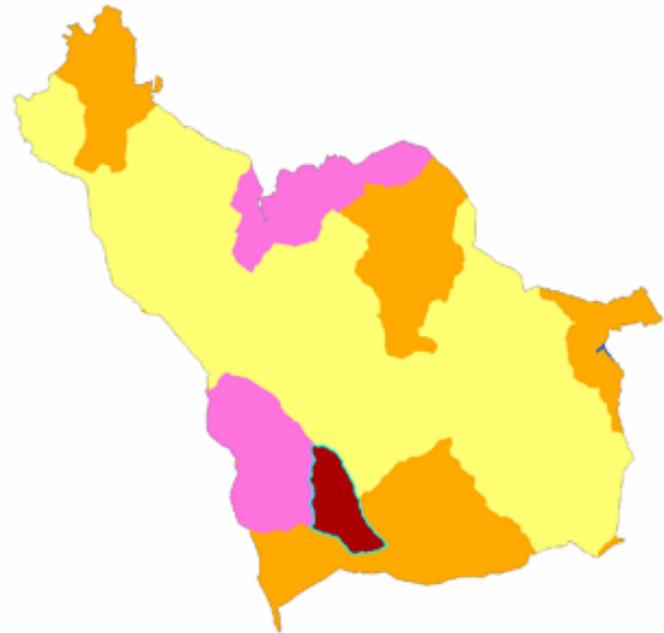
A. MODELO CONCEPTUAL

Es la conceptualización de la realidad.

A. MODELO CONCEPTUAL

UNIDADES TERRITORIALES

- Las unidades territoriales son aquellas que dividen el territorio a estudiar en áreas sensiblemente homogéneas en cuanto a sus elementos y factores ambientales.
- Se representan mediante un “Mapa de Unidades Territoriales”.



A. MODELO CONCEPTUAL

VALOR NATURAL (Valor para la conservación del estado actual)

Valor de la Vegetación = $a \cdot \text{Endimicidad (EN)} + b \cdot \text{Madurez (MD)} + c \cdot \text{Diversidad (DV)}$

VALOR AGREGADO

$$a + b + c = 1$$

VALOR ECOLÓGICO

PRODUCTIVIDAD PRIMARIA

VEGETACIÓN

FAUNA

AGUAS

CLIMA

SUELO

PENDIENTE

EN MD DV

DF FR

CA GC LA

IP PF DV

AR TS

AP RE

VALOR

CLASE DE VALOR

$0 \leq V < 1$

Muy Bajo

$1 \leq V < 2$

Bajo

$2 \leq V < 3$

Medio

$3 \leq V < 4$

Alto

$4 \leq V \leq 5$

Muy Alto

Determinación de las entidades y sus atributos con las relaciones que guardan entre sí.



A. MODELO CONCEPTUAL. VALOR NATURAL

VALOR ECOLÓGICO

Es el mérito de una unidad debido al estado de conservación de los ecosistemas que contiene, o a la presencia de especies notables vegetales o animales.

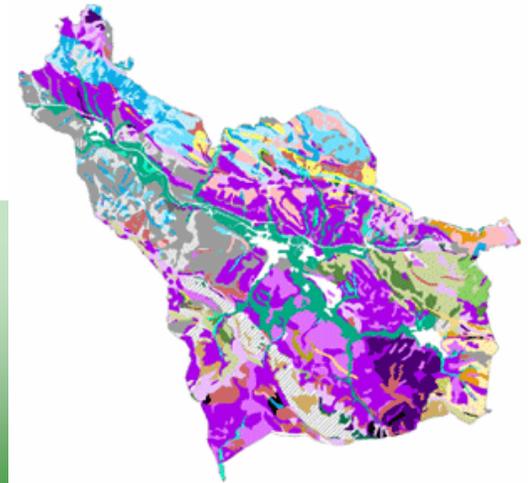
Vegetación Terrestre	<ul style="list-style-type: none">•Endemicidad•Madurez•Diversidad
Fauna Terrestre	<ul style="list-style-type: none">•Fragilidad•Diversidad
Ecosistemas acuáticos	<ul style="list-style-type: none">•Calidad de las aguas•Grado de conservación del ecosistema fluvial•Láminas de agua

A. MODELO CONCEPTUAL. VALOR NATURAL

VALOR PAISAJÍSTICO

Méritos relacionados con las características preceptuales del medio, es decir, con los valores subjetivos derivados del paisaje.

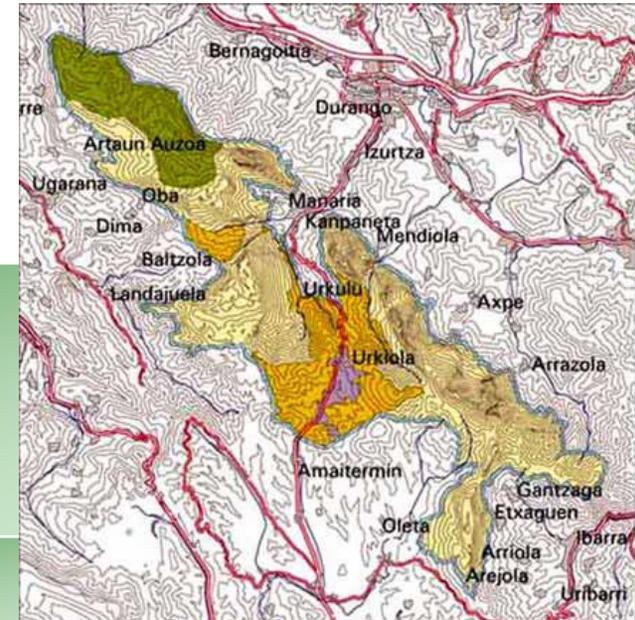
Paisaje Intrínseco	<ul style="list-style-type: none">• Fisiografía• Agua• Vegetación• Elementos artificiales• Composición
Paisaje Extrínseco	<ul style="list-style-type: none">• Profundidad visual• Calidad del tema• Posición altitudinal



A. MODELO CONCEPTUAL. VALOR NATURAL

VALOR PRODUCTIVIDAD PRIMARIA

Méritos relacionados con la productividad agraria en sentido amplio (agrícola, forestal y ganadera).



Clima

- Índices de productividad
- Periodo frío
- Balance hídrico

Suelos

- Tipología de suelos
- Afloramiento rocosos

Pendientes

- Aptitud
- Riesgo de erosión

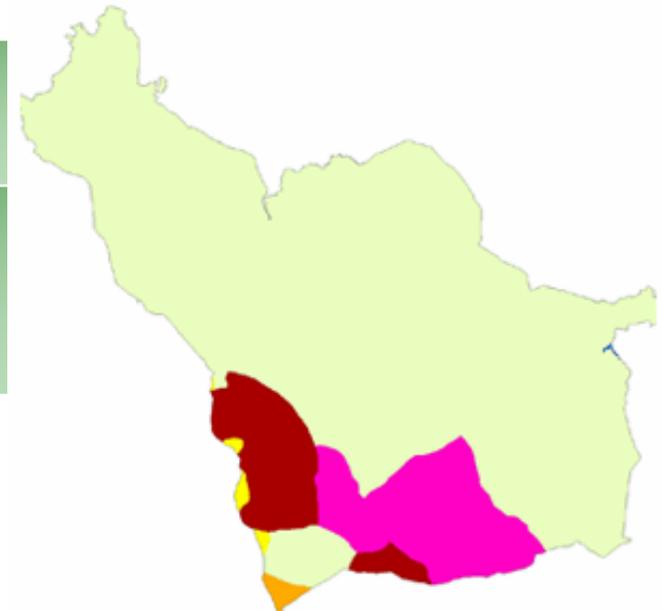


A. MODELO CONCEPTUAL. VALOR NATURAL

VALOR SOCIOCULTURAL

Méritos relacionados con los aspectos de tipo cultural y de patrimonio histórico presentes en la unidad territorial a valorar (yacimientos arqueológicos, arquitectura tradicional, elementos singulares de tipo cultural, etc.)

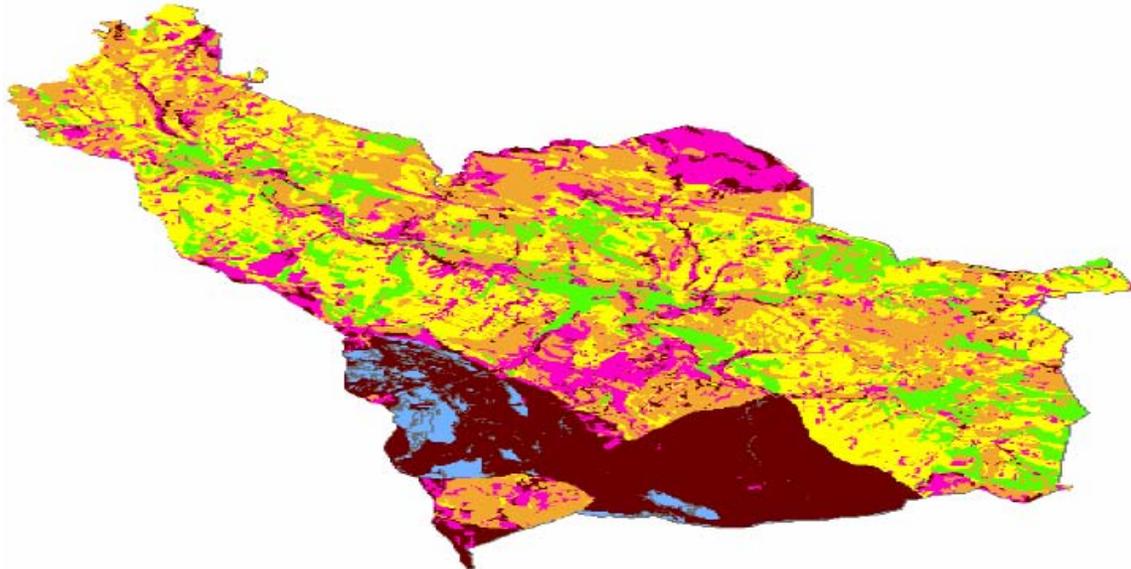
Patrimonio Histórico-Cultural	<ul style="list-style-type: none">•Relevancia•Abundancia
Conjuntos Urbanos	<ul style="list-style-type: none">•Conservación•Elementos singulares



A. MODELO CONCEPTUAL. VALOR NATURAL

VALOR AGREGADO

Resultado final de la valoración del territorio, y representa el mérito de cada unidad territorial para su conservación en el estado actual, en función de los ecosistemas que contiene, productividad agraria (agrícola, forestal y ganadera), paisaje y patrimonio cultural.



A. MODELO CONCEPTUAL. VALOR DEL IMPACTO

ANÁLISIS Y VALORACIÓN DEL IMPACTO

- El impacto representa la pérdida o ganancia de valor o mérito de conservación de algunos de los elementos que constituyen el medio y, por tanto, del conjunto de la unidad territorial sobre la que actúa la determinación global del impacto.
- Cuanto mayor sea el valor o mérito de conservación de una unidad territorial, mayor será el impacto generado por la actividad extractiva.
- Componentes
 - ❖ Impacto ecológico
 - ❖ Impacto de la productividad primaria
 - ❖ Impacto paisajístico
 - ❖ Impacto cultural
 - ❖ Degradación

A. MODELO CONCEPTUAL. VALOR DEL IMPACTO

ANÁLISIS Y VALORACIÓN DEL IMPACTO

- Impacto ecológico \approx **Valor ecológico**
- Impacto de la productividad primaria \approx **Valor de la productividad primaria**
- Impacto paisajístico = **Valor paisajístico + Incidencia visual**
- Impacto cultural \approx **Valor socio-cultural**
- Degradación \Rightarrow **representa una situación de hecho existente en la actualidad en la unidad territorial, y se entiende como tal el grado de deterioro ambiental inducido por las actividades antrópicas en clara discordancia con la capacidad de acogida del territorio sobre el que se ubican.**

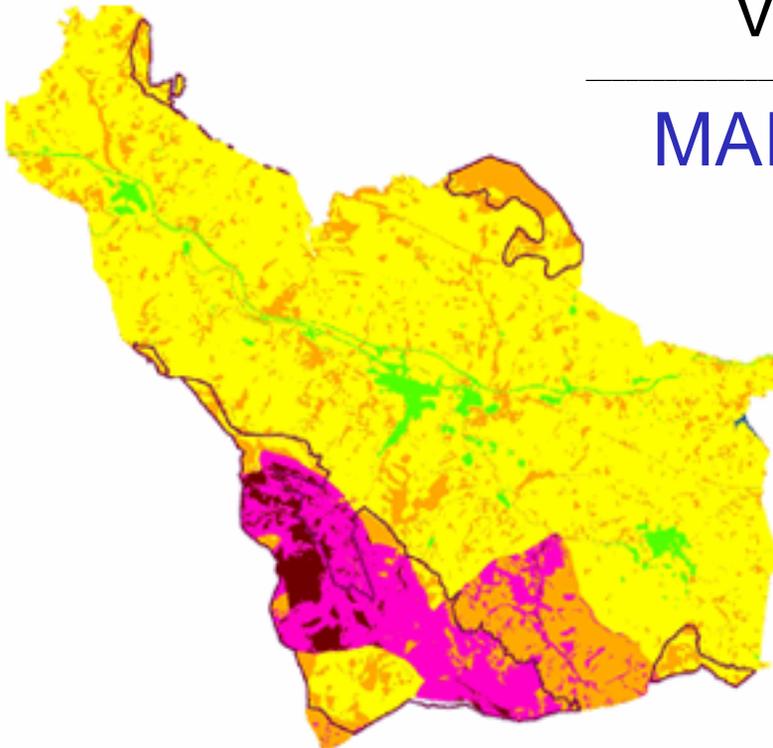
A. MODELO CONCEPTUAL. VALOR DEL IMPACTO

Mapa de Unidades Territoriales

+

Valoración del Impacto

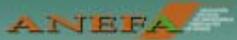
MAPA DE IMPACTO GLOBAL



A. MODELO CONCEPTUAL. VALOR DE LA APTITUD

ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LA APTITUD

- La aptitud representa la medida en que el territorio cubre los requisitos que exigen la localización y el desarrollo de una actividad.
- Valorar la potencialidad del territorio desde el punto de vista de la explotación de los recursos mineros.
- Se lleva a cabo sobre las Unidades Territoriales.
- Aspectos
 1. Aptitud geológica
 2. Aptitud socioeconómica



A. MODELO CONCEPTUAL. VALOR DE LA APTITUD

VALOR DE LA APTITUD GEOLÓGICA

Méritos del terreno relacionados con los aspectos de tipo litológico, calidad, explotabilidad, etc.

Recursos
Explotables

•Litología

- Idoneidad de la roca
- Meteorización del macizo rocoso
- Fracturación del macizo rocoso
- Resistencia de la roca
- Textura

•Corrida

Altitud
Pendiente

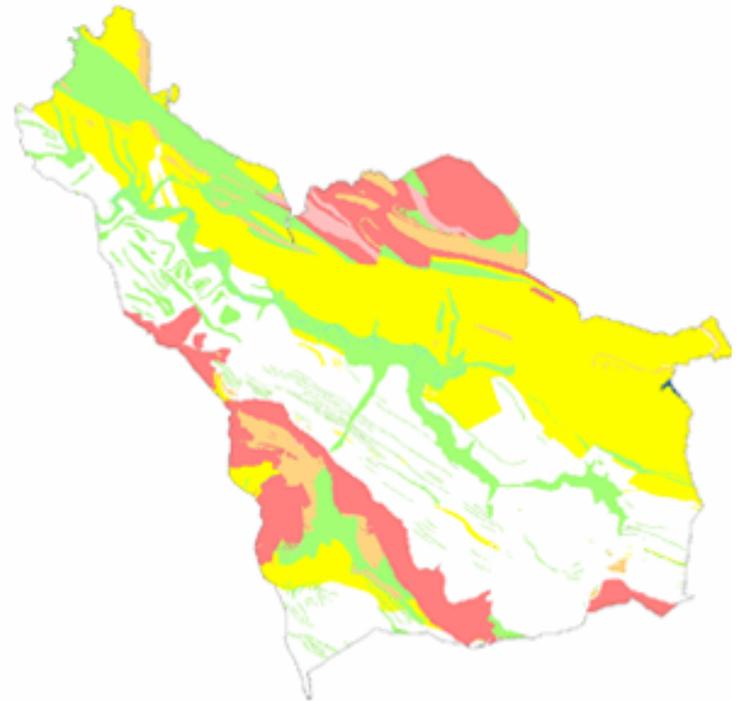


A. MODELO CONCEPTUAL. VALOR DE LA APTITUD

VALOR DE LA APTITUD SOCIOECONÓMICA

Méritos del territorio relacionados con los aspectos de tipo trabajo generado, respuesta social, etc.

Empleo directo	
Empleo indirecto	
Mano de obra local	
Estabilidad en el empleo	
Respuesta social	
Transporte	<ul style="list-style-type: none">•Distancia•Densidad de población

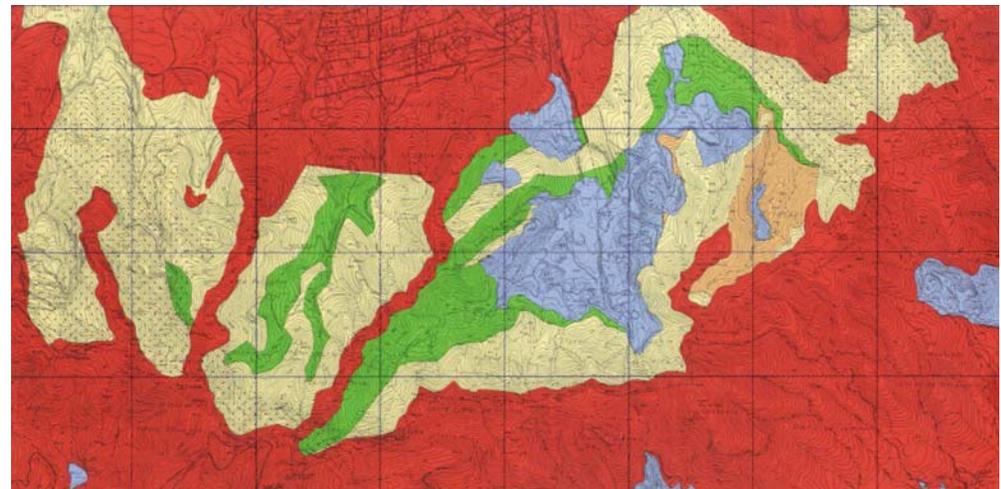


A. MODELO CONCEPTUAL.

CAPACIDAD DE ACOGIDA

		APTITUD				
		MUY BAJA	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
IMPACTO	MUY BAJO	VI	III	II	I	I
	BAJO	VI	III	II	I	I
	MEDIO	VI	V	II	II	II
	ALTO	VI	VI	V	IV	IV
	MUY ALTO	VI	VI	VI	VI	VI

CLASE	CAPACIDAD DE ACOGIDA	LOCALIZACIÓN	USO
I	Muy alta	Idónea	Vocacional
II	Alta	Aceptable	Compatible
III	Media	Posible con baja aptitud	Compatible
IV	Media	Posible con alto impacto	Compatible con limitaciones
V	Baja	No admisible	Incompatible
VI	Excluyente	Inaceptable	Excluido



A. MODELO CONCEPTUAL.

ZONIFICACIÓN DEL TERRITORIO

- Objetivos
 - ❖ Proponer un modelo territorial que represente una distribución ordenada de la actividad minera en el espacio de acuerdo con su capacidad de acogida.
 - ❖ Garantizar el uso del suelo de manera racional, asegurando la conservación de los recursos naturales, de los ecosistemas, del paisaje y del patrimonio cultural, así como la producción sostenida de bienes y servicios.
- Aspectos
 - ❖ Recogidos en la capacidad de acogida.
 - ❖ Estado legal del suelo.
 - ❖ Legislación existente.
 - ❖ Posibilidades de recuperación de las degradaciones previsibles.
 - ❖ Factores condicionantes para la actividad minera.

A. MODELO CONCEPTUAL.

ZONIFICACIÓN DEL TERRITORIO

Elementos territoriales en los que se EXCLUYE LA ACTIVIDAD MINERA:

- **La inexistencia del recurso.**
- **La inexistencia de derechos mineros.**
- **Clases V y VI de capacidad de acogida.**
- **Perímetro de protección de 2000 m a núcleos urbanos y edificios singulares.**
- **Perímetro de protección de 50 m a infraestructuras lineales.**
- **Protección de vegas y ecosistemas fluviales de 100 m.**
- **Perímetro de protección de embalses proyectados 5.000 m.**
- **Perímetro de protección de yacimientos arqueológicos 500 m.**
- **Perímetro de protección a vías pecuarias, abrevaderos y descansaderos 100m.**
- **Distancia a los puntos de consumo mayor de 40.000 m.**
- **Distancia a la red de carreteras inferior a 1.200 m y superior a 20.000 m.**
- **Espacios naturales protegidos: Monumentos naturales (excepto Zonas Periféricas de Protección).**



A. MODELO CONCEPTUAL.

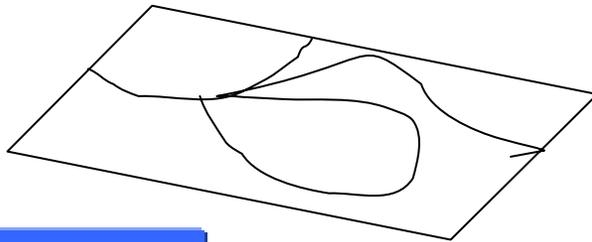
ZONIFICACIÓN DEL TERRITORIO

Elementos territoriales clasificados como zonas de ACTIVIDAD MINERA RESTRINGIDA:

- **LICs y ZEPAs.**
- **Área de policía de la Red Hidrográfica (100 m), ríos, embalses y lagos. En estas áreas es necesario el permiso de la Confederación Hidrográfica correspondiente para proceder a la explotación de los recursos minerales.**
- **Área de policía de los puntos de agua para abastecimiento urbano (100 m).**
- **Áreas críticas: derivadas de la aplicación de los Planes de Conservación de Especies Amenazadas.**
- **Servidumbres de Aeródromos y Bases Aéreas. Perímetro de protección de 7.000 metros trazado, tomando como punto de referencia el centroide del aeródromo o base aérea.**

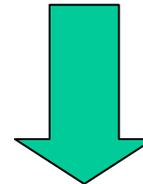
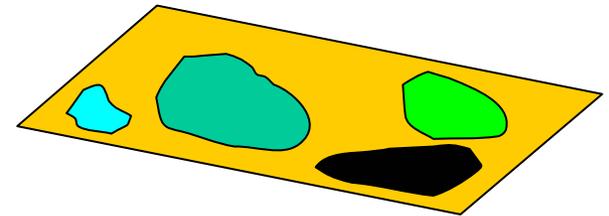
APTITUD TERRITORIAL PARA EL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD MINERA

Zonas de exclusión para la actividad minera

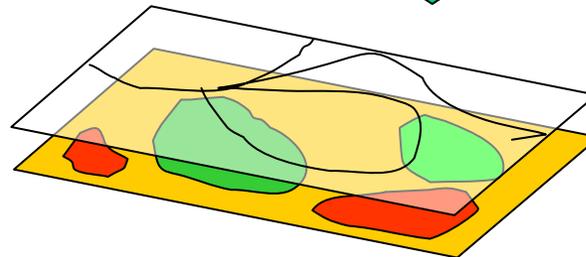


Zonas de actividad minera restringida

MAPA DE CAPACIDAD DE ACOGIDA



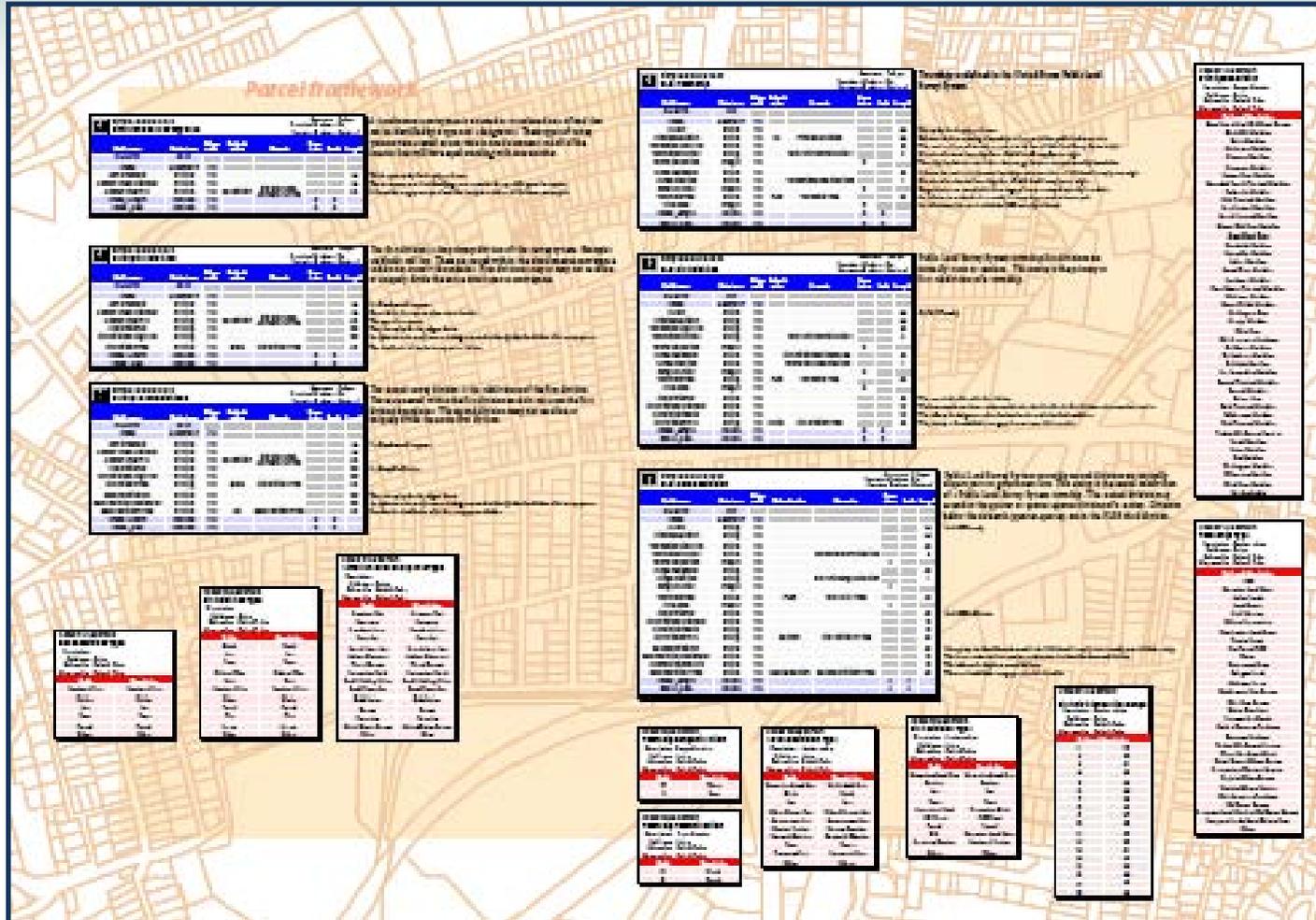
MAPA DE ORDENACIÓN MINERO-AMBIENTAL



ÁREAS FAVORABLES PARA LA UBICACIÓN DE FUTURAS EXPLOTACIONES MINERAS



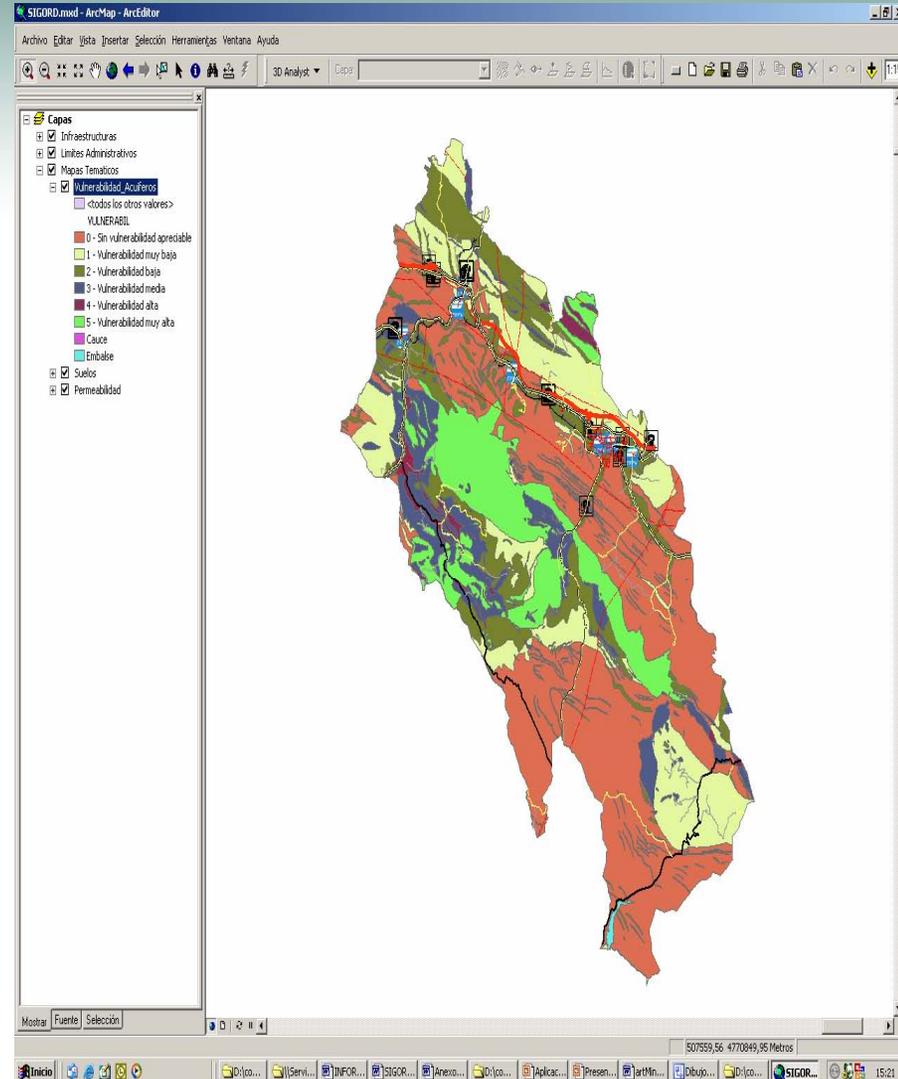
B. MODELO LÓGICO



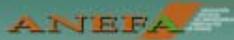


C. MODELO FÍSICO

- Es la integración del modelo conceptual y el lógico en el programa seleccionado.
- Determina en qué forma se deben almacenar los datos, cumpliendo con las restricciones y aprovechando las ventajas del sistema específico a utilizar (el programa GIS).



Diseño de la Aplicación



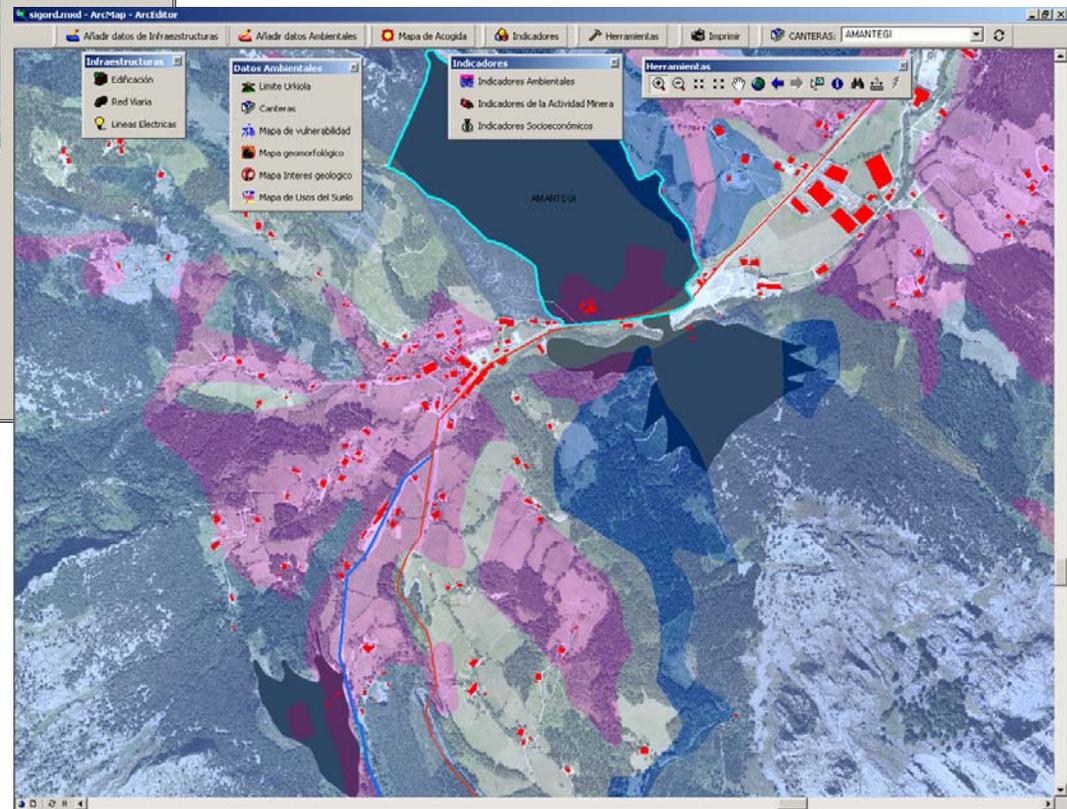
SIGORD

ORDENACION DEL TERRITORIO, CORRECCION MEDIOAMBIENTAL Y PLANIFICACION DE FUTURAS ACTUACIONES DE LA MINERIA EXTRACTIVA DE ARIDOS



Herramienta de planificación para la gestión sostenible de la actividad minera

ENTRAR



TRATAMIENTO Y DESARROLLO

1. Recogida y Tratamiento de Datos.
2. Elaboración de Cartografía Digital y Mapa Continuo.
3. Desarrollo de la Aplicación GIS.
4. Carga de Datos.
5. Prueba de la versión alfa y beta.

Tratamiento y recogida de datos

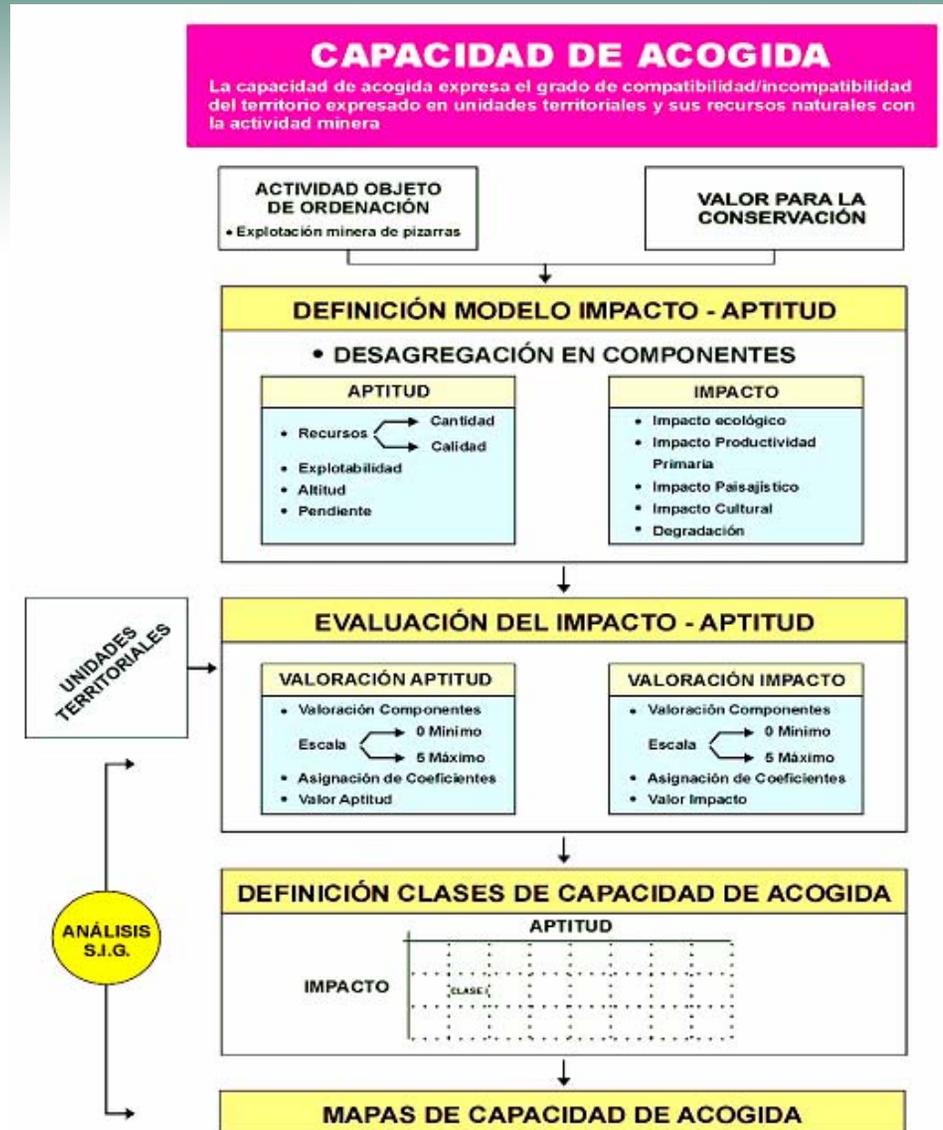
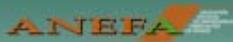
- Sistema de referencia
- Tipo de datos (Raster, Vectorial)
- Escalas
- Requisitos de las entidades gráficas (Topología)
- Formatos
- Metadatos

Elaboración de Cartografía Digital y Mapa Continuo



- incluyendo vuelo, aerotriangulación...

Desarrollo de la aplicación GIS

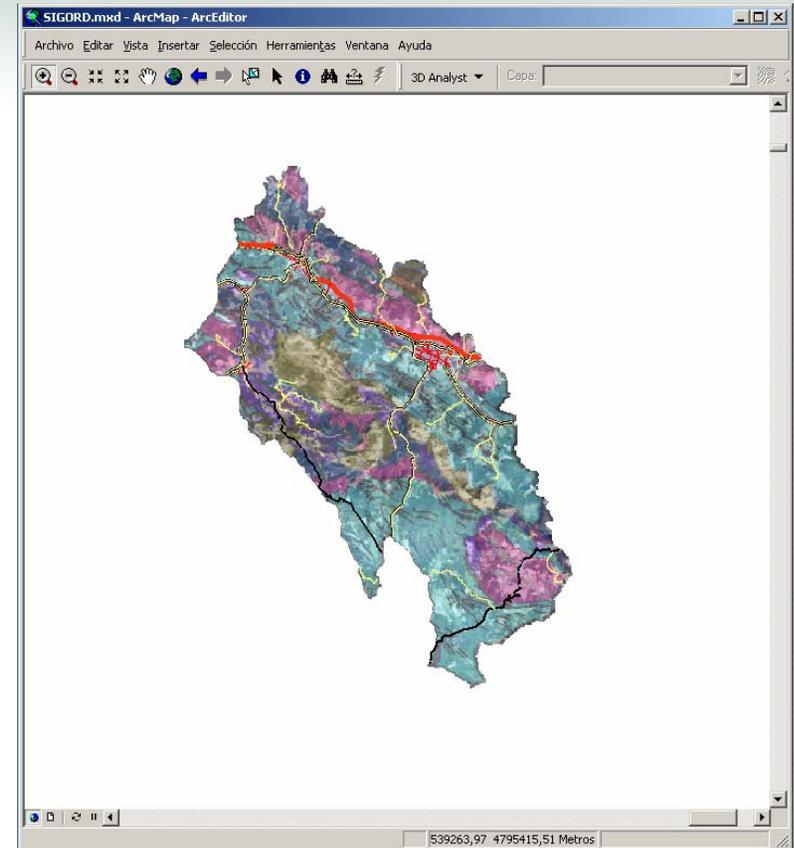
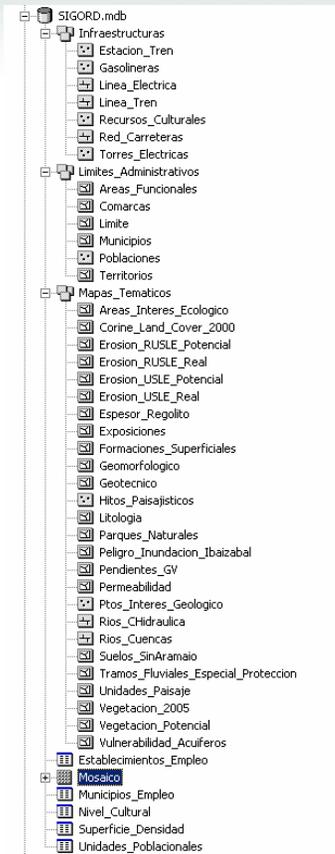
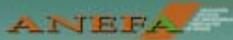


Desarrollo de la aplicación GIS

- ArcGIS Server
- ArcGIS Engine
- ArcGIS Desktop + Model Builder + VBA



Carga de datos



Prueba de la versión alfa y beta



```
Microsoft Visual Basic - Project - [Módulo1 (Código)]
Archivo Edición Ver Insertar Formato Depuración Ejecutar Herramientas Complementos Ventana Ayuda
Lin 3, Col 1

(General) (Declaraciones)

Lim_geolog_valor = "C:\Compartido\trabajo_javi\SIGORD\shp\vulnerabilidad_SpatialJoin_D.shp"
Output_raster_2 = ""
usos_recomendados_shp = "C:\Compartido\trabajo_javi\SIGORD\shp\usos_recomendados.shp"
Output_Feature_Class_3 = "C:\Compartido\trabajo_javi\SIGORD\shp\usos_recomendados_SpatialJoi.shp"
Shape_salida = ""
Output_Feature_Class_4 = "C:\Compartido\trabajo_javi\SIGORD\shp\usos_recomendados_SpatialJoi1.shp"
Output_raster_3 = ""
Zonas_Acogida = ""

' Process: Spatial Join...
gp.SpatialJoin_analysis vulnerabilidad_shp, geom_valorada_shp, Limitacion_geologica, "JOIN_ONE_TO_ONE", "FIRST", "C:\Compartido\trabajo_javi\SIGORD\shp\vulnerabilidad.shp", LyrHandle, -1, -1; Color ColUse 254 Text 0 0, "FIRST", "C:\Compartido\trabajo_javi\SIGORD\shp\vulnerabilidad.shp", BkLinetype, -1, -1; abajo_javi\SIGORD\shp\geomorf_valorado.shp, RefName, -1, -1; LTScale LTScale true false false 19 Double ocType, -1, -1; DocVer DocVer true false false 16 Text 0 0, "FIRST", "C:\Compartido\trabajo_javi\SIGORD\shp\geomorf_valorado.shp", "MULTI_PART"

' Process: Dissolve...
gp.Dissolve_management Limitacion_geologica, Lim_geolog_valor, "", "", "MULTI_PART"

' Process: Reclass by Table...
gp.ReclassByTable_sa "", Lim_geolog_valor, "Value", "Value", "Value", Output_raster_2, "DATA"

' Process: Raster to Polygon...
gp.RasterToPolygon_conversion Output_raster_2, Shape_salida, "SIMPLIFY", ""

' Process: Spatial Join (2)...
gp.SpatialJoin_analysis usos_recomendados_shp, Shape_salida, Output_Feature_Class_3, "JOIN_ONE_TO_ONE", "FIRST", "C:\Compartido\trabajo_javi\SIGORD\shp\usos_recomendados.shp", LyrHandle, -1, -1; Color ColUse 254 Text 0 0, "FIRST", "C:\Compartido\trabajo_javi\SIGORD\shp\usos_recomendados.shp", BkLinetype, -1, -1; abajo_javi\SIGORD\shp\geomorf_valorado.shp, RefName, -1, -1; LTScale LTScale true false false 19 Double ocType, -1, -1; DocVer DocVer true false false 16 Text 0 0, "FIRST", "C:\Compartido\trabajo_javi\SIGORD\shp\geomorf_valorado.shp", "MULTI_PART"

' Process: Dissolve (2)...
gp.Dissolve_management Output_Feature_Class_3, Output_Feature_Class_4, "", "", "MULTI_PART"

' Process: Reclass by Table (2)...
gp.ReclassByTable_sa "", Output_Feature_Class_4, "Value", "Value", "Value", Output_raster_3, "DATA"

' Process: Raster to Polygon (2)...
gp.RasterToPolygon_conversion Output_raster_3, Zonas_Acogida, "SIMPLIFY", ""
```

VALIDACIÓN Y DIFUSIÓN

1. Validación de la aplicación.
2. Análisis de previabilidad técnico-económica.
3. Difusión de resultado

Reunión Técnica sobre
Ordenación Minero-Ambiental

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Rosa Carretón Moreno

Coordinadora Técnica de ANEFA

ctecnica@aridos.org