

Actas del V Coloquio de Geografía Cuantitativa
Universidad de Zaragoza
1992, Zaragoza

EL SISTEMA CARTOGRAFICO DEL ESTUDIO DE RECUPERACION DEL GALACHO DE JUSLIBOL: CODIFICACION GRAFICA Y NUMERICA E INTEGRACION DE VARIABLES

Francisco PELLICER CORELLANO
Angel PUEYO CAMPOS
Luis CANCER POMAR

*Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio
Universidad de Zaragoza*

1. INTRODUCCION

El espacio natural conocido como Galacho de Juslibol es un área de lagunas y sotos en la margen izquierda del Ebro, originada en la década de los sesenta por el estrangulamiento de un meandro y la explotación de áridos (PELLICER y YETANO, 1984), que se encuentra a cinco kilómetros aguas arriba del centro de Zaragoza.

Tras la formación del Galacho y de las lagunas artificiales el espacio quedó a merced de su propia evolución, sin que mediaran medidas de recuperación ambiental. Afortunadamente los medios naturales de ribera tienen una elevada capacidad de regeneración espontánea y el propio abandono ha resultado en cierto modo positivo. No obstante todavía quedan secuelas difíciles de borrar de la gran agresión que supuso la explotación indiscriminada de áridos.

El río Ebro, después de reguladas sus aguas de cabecera y tras la construcción de las obras de defensa en sus orillas, difícilmente volverá a formar meandros abandonados o galachos (OLLERO, 1992). Así que el de Juslibol, junto con el de la Alfranca y algunos otros de menor

significación, constituyen las últimas manifestaciones del paisaje natural del Ebro medio.

Como toda zona húmeda fluvial constituye un ecosistema muy productivo de materia vegetal y brinda enormes beneficios: almacenamiento de agua y control de las crecidas, purificación de aguas, hábitat de aves acuáticas y de otro tipo así como también numerosos mamíferos, reptiles, anfibios, peces y especies de invertebrados, animales en muchos casos en vías de extinción. Ofrece, además, un considerable potencial como área de recreo y de contacto directo con la naturaleza.

Sin embargo esta productividad sólo puede mantenerse si se permite que los procesos ecológicos de este espacio natural continúen operando. Desafortunadamente, estos hábitats están en general muy amenazados, sobre todo por el drenaje, relleno, contaminación y explotación desmedida de sus recursos.

La rica combinación de elementos geomorfológicos, hidrológicos, botánicos y faunísticos hacen de este lugar uno de los espacios naturales más interesantes del municipio y del sector central del valle del Ebro. La proximidad a la ciudad de Zaragoza, por otra parte, pobre en lugares de esparcimiento y recreo en la Naturaleza, constituye una amenaza potencial para la conservación del espacio. Sin embargo, una adecuada planificación y el respeto y atenciones por parte de los responsables políticos y de los ciudadanos en general pueden convertir el Galacho en un cuidado patrimonio natural, y en lugar de encuentro del hombre con la Naturaleza. Valorar esta rica herencia natural, mantenerla, cuidarla y hacerla más accesible física y culturalmente a los ciudadanos es el principal objetivo del Proyecto de Estudio de Recuperación del Galacho de Juslibol que se lleva a cabo mediante la actuación integrada del Servicio de Medio Ambiente, Sección de Montes y Areas Naturales del Ayuntamiento de Zaragoza y un equipo interdisciplinar de la Universidad de Zaragoza, coordinado por geógrafos. La superficie aproximada del estudio es de 2.500 Has. extendidas en ambos márgenes del río Ebro; el galacho propiamente dicho representa tan solo 200 Has. (PELLICER et al., 1991).

El apartado cartográfico es el núcleo vertebrador del Proyecto. Desde el punto de vista gráfico se toma como punto de partida que toda proposición abstracta puede ser traducida a cierta forma visual y como tal formar parte auténtica de un concepto visual. Los mapas representan

conceptos abstractos como calidad y fragilidad de las diferentes variables esenciales del espacio natural.

Los mapas constituyen la representación gráfica de una base de datos geocodificada. Tienen como objetivo comunicar a un público diverso y no necesariamente versado en la cartografía ni en las materias tratadas, la idea accesible y sencilla del beneficio de conservar ese lugar y de la fragilidad que lo acosa.

2. OBJETIVOS

El objetivo fundamental propuesto por el Ayuntamiento de Zaragoza consistió en aportar datos, evaluar la calidad y fragilidad del medio, y presentar alternativas de uso y gestión en las que se contemplaran actividades educativas, recreativas y de esparcimiento a la vez que se garantizase la supervivencia formal y funcional de los paisajes ribereños, con sus biotopos ligados genéticamente a la dinámica fluvial del Ebro y sus especies vegetales y animales propias de las biocenosis ripícolas. Se trataba por tanto de conjugar sistémicamente el necesario uso y disfrute de este recurso natural por parte de las comunidades humanas con la recuperación y sostenimiento del mismo.

La puesta en marcha de este doble objetivo exigía llevar a cabo un proyecto coherente de planificación del espacio, cuyo primer paso era el ESTUDIO DE RECUPERACION DEL GALACHO DE JUSLIBOL.

Los objetivos específicos del estudio se centraron prioritariamente en el inventario y valoración de los recursos naturales, en la generación de alternativas de uso y zonificación de las mismas, y en el estudio de los accesos.

3. CRITERIOS.

Los criterios fundamentales que regirán el Estudio de recuperación del Galacho de Juslibol y zonas adyacentes son los siguientes:

-Criterios Geomorfológicos. En el Galacho de Juslibol y zonas adyacentes se encuentran, a pesar de las dimensiones reducidas de su espacio, una importante y representativa muestra de las formas de relieve y de los procesos morfogenéticos del centro de la Depresión del Ebro. Sobresale por su singularidad el galacho u *ox bow* derivado del estrangulamiento de un meandro del río. El escarpe de yesos que evoluciona por desprendimientos en masa, el karst aluvial, las vales y

"tollos", las terrazas fluviales y el propio cauce del Ebro son otros elementos dignos de consideración.

-Criterios Botánicos. En el Galacho de Juslibol y zonas adyacentes se distinguen tres unidades bien diferenciadas: las formaciones vegetales de sotos y riberas que colonizan las orillas de las zonas húmedas y de los cursos fluviales, las formaciones rupícolas que se encuentran en la zona de escarpe o "cortados", muy resistentes a las condiciones de aridez y fuerte insolación, y las formaciones esteparias de las colinas áridas y yesosas del sector más elevado de la zona estudiada.

-Criterios hídricos e hidrológicos. El Galacho de Juslibol y zonas adyacentes constituyen un magnífico ejemplo de la singular importancia del agua en la transformación de los paisajes de las regiones semiáridas, siendo este factor el determinante en buena medida de la distribución de las biocenosis. Interesa conocer la caracterización química de los cuerpos de agua de los galachos y lagunas: la calidad y cualidades de estas aguas y sus relaciones con el entorno. Asimismo, han de estudiarse las pautas del comportamiento hidrológico: crecidas, inundaciones y riesgos hidrológicos.

-Criterios Zoológicos: La riqueza faunística del Galacho de Juslibol y zonas adyacentes es muy grande tanto por el número de especies como por la singularidad de las mismas. Las aves son sin duda las más conocidas y representativas pero el resto de los grupos, aunque menos conocidos, no son menos significativos: anfibios como el galápagos leproso; mamíferos como los erizos, musarañas, tejones, conejos, ratones,... encuentran cobijo en el espacio natural.

-Criterios Paisajísticos: el Galacho de Juslibol y su entorno presenta una gran diversidad paisajística en claro contraste con las monótonas superficies dedicadas a los cultivos agrícolas y las laderas desnudas y secas de la Depresión del Ebro. A destacar el luminoso, abrupto y seco escarpe de los yesos, el verde rugoso de las masas de vegetación espontánea y la brillante y fresca lámina de agua de las lagunas (PELLICER Y CANCER, 1992).

-Criterios relativos a la actividad humana: La actividad humana en el Galacho de Juslibol y zonas adyacentes es bien manifiesta; además del núcleo urbano de Zaragoza, en el área de estudio se localizan los barrios rurales de Juslibol, Alfocea y Monzalbarba cuyos habitantes se dedican a tiempo parcial a tareas agrícolas. Otros aspectos de la

actividad humana son las obras de defensa frente a las inundaciones y en su tiempo lo fueron las extracciones de áridos que dieron lugar a buena parte de las lagunas existentes. El espacio natural, en su sentido estricto, soporta en la actualidad actividades recreativas ligadas al deporte de la pesca, paseo y didáctica del medio natural.

4. ESTRUCTURACION DEL TRABAJO

El trabajo se ha estructurado en varias etapas siguiendo una secuencia lógica.

En primer lugar se llevó a cabo un inventario de cada una de las variables que integran el sistema, mediante la realización de mapas temáticos de detalle.

Posteriormente se valoraron la calidad y fragilidad de esas variables en su situación actual, a través de cartografía matricial informatizada. La integración y ponderación de estas matrices permitieron realizar un mapa síntesis de la calidad del medio en función de sus valores naturales y culturales.

El siguiente paso consistió en la generación de alternativas de uso del territorio, de modo que se consiga el mejor aprovechamiento con el mínimo deterioro, a partir de la consideración conjunta de la calidad y fragilidad globales del medio.

En esta misma línea de propuestas de actuación, se han recomendado diferentes medidas para la recuperación de espacios afectados por impactos negativos.

5. CARTOGRAFIA CONVENCIONAL

Para la elaboración de esta cartografía se realizó un inventario y clasificación de cada una de las variables. La selección de los datos y la escala de representación se determinaron por las características del territorio y de los objetivos del trabajo. La información se sometió a procesos de homogeneización y generalización para obtener índices operativos cartografiables, requisito básico para la planificación del espacio. Las variables consideradas fueron las siguientes:

Medio inerte:

- Datos climáticos generales y microclimáticos.
- Datos relativos a la tierra: génesis y evolución geomorfológica del Galacho y áreas adyacentes, estabilidad tectónica del escarpe de yesos y grado de desarrollo de los suelos.
- Datos relativos al agua: calidad y dinamismo de las aguas.

Medio biológico:

- Vegetación
- Fauna

Paisaje (valores perceptuales).

Actividad humana: el hombre y sus actividades. Valores culturales e históricos. Vías de comunicación y accesos al Galacho.

La información de cada uno de los elementos ha sido expresada en mapas temáticos convencionales y en las memorias descriptivas correspondientes. El conjunto cartográfico en esta fase del estudio constó de los siguientes mapas:

Cartografía de localización.

Mapa de Situación I, E. 1:200.000

Mapa de Situación II, E. 1:50.000

Cartografía temática

Mapa topográfico y de pendientes, E. 1:5.000.

Serie diacrónica de mapas sobre la formación y posterior evolución del meandro abandonado (1927, 1946, 1957, 1974, 1981, 1987), E. 1:10.000.

Mapa geomorfológico, E. 1:5.000.

Mapa geotécnico, E. 1:5.000.

Mapa de desarrollo de suelos, E. 1:5.000.

Mapa de usos del suelo, E. 1:5.000.

Mapa de formaciones vegetales espontáneas, E. 1:5.000.

Mapa de espacios faunísticos, E. 1:5.000.

Mapa de riesgos hidrogeomorfológicos, E. 1:5.000.

Mapa de riesgos asociados a desprendimientos, E. 1:5.000.

6. CONCEPTOS DE CALIDAD Y FRAGILIDAD

Desde el punto de vista de la planificación física, la distribución óptima de usos y de actividades en el territorio es aquella que tiende a maximizar la calidad y a minimizar los impactos que ofrecen o sufren, respectivamente, los recursos del medio. Por esta razón, antes de acometer el objetivo final de este trabajo -la zonificación de usos de un espacio de gran interés natural- se deben conocer su calidad y su fragilidad, que determinarán en buena parte las actuaciones propuestas.

Pero calidad y fragilidad no son conceptos de significado preciso por sí mismos, sino que deben valorarse en función de algún interés concreto: calidad y fragilidad ¿para qué o respecto a qué?

En nuestro caso, la respuesta es obvia: calidad de los elementos naturales de ese espacio, que son los que justifican la elaboración del estudio, y fragilidad de los mismos de cara a su deseable conservación.

La calidad de los elementos constitutivos de un espacio no siempre es fácil de determinar; a menudo, además, se encuentra sometida a controversias, a diferentes interpretaciones por parte de sus estudiosos. En el presente trabajo se ha intentado acometer su valoración analizando diferentes parámetros que se consideran correctos indicadores de la misma: singularidad, grado de naturalidad o diversidad, entre otros.

Por fragilidad entendemos la capacidad del medio para absorber elementos extraños, es decir, impactos, de manera que un medio con escasa capacidad será muy frágil y viceversa.

Tras el análisis de calidad y fragilidad surge el concepto sintético de aptitud, de forma que la mayor aptitud del territorio para un uso determinado se producirá allí donde la calidad sea máxima y la fragilidad, mínima. Establecer la aptitud de acogida del territorio para diferentes usos es el objetivo de cualquier estudio de planificación integrada, de manera que no se degraden los recursos ecológicos, productivos y

paisajísticos, de forma que se garantice la producción indefinida del bien o servicio que presten o puedan prestar (GOMEZ OREA, 1985).

7. MANIPULACION Y GENERALIZACION DE LOS DATOS: CARTOGRAFIA MATRICIAL

Para la conversión de la cartografía convencional en automatizada, en la que se interrelacionasen las variables ya descritas, se hizo necesario la codificación de la información. Los distintos valores de las variables se refirieron a una malla cuadrangular de 25 metros de lado, apoyándose en la retícula UTM para una georreferenciación más precisa. De esta manera se consigue un grado de desagregación muy alta que permitirá la zonificación en detalle

Los datos, correspondientes a atributos cualitativos o cuantitativos, se homologaron y refirieron a parámetros del propio sistema para proceder a su clasificación en unidades similares. A partir de esta información, y mediante técnicas estadísticas de clasificación y ordenación, se delimitaron las áreas homogéneas; es decir, unidades espaciales cuyo funcionamiento, capacidad de respuesta o evolución ante un uso hipotético sea similar en todos sus puntos de acuerdo a una escala dada. Igualmente, los intervalos utilizados se ajustaron al tipo y características de la información, buscando la estandarización con todas las variables para su tratamiento y comparación posterior dentro de la cartografía.

8. INTEGRACION Y PONDERACION DE VARIABLES

Al ser el espíritu condicionante de los objetivos anteriormente citados eminentemente conservacionista, la consideración del medio físico, con sus interrelaciones, daría las pautas del funcionamiento y actuaciones sobre este espacio. Cara al plantamiento de la zonificación en unidades homogéneas para la propuesta de actuaciones, las posibles interrelaciones de las variables (ver cuadro adjunto) se agruparon en dos grandes unidades:

- Medio Físico
- Medio Cultural

El **medio físico** es el que directamente está actuando dentro del espacio natural, con toda una serie de interrelaciones y efectos entre variables, diferenciando entre:

- Variables básicas. Son las que denominaríamos primigenias y que directamente influyen en la configuración de este espacio natural. Destacan la Geomorfología, las Aguas y el Grado de Antropización¹.

- Variables derivadas. Bien primarias, si están condicionadas sólo por las variables básicas (suelos y vegetación), bien secundarias si son matizadas tanto por las primeras como por otras derivadas (fauna y microclima).

El **medio cultural** constituye el filtro de percepción (paisaje y recursos culturales) del medio físico. De manera que la generación de las zonas homogéneas, que posteriormente se utilizaran para la definición de actuaciones y usos en el territorio, estarán muy condicionadas por el contexto perceptual y conservacionista. De esta manera las interacciones del medio natural se ven matizadas y revalorizadas por este contexto.

La combinación de ambos medios sirvió para la generación de mapas, según los criterios de evaluación de los datos de las diferentes variables anteriormente descritos, así como una cartografía de síntesis en la que se tuvo en cuenta el grado de interrelación y dependencia de cada una de las variables. De esta manera, los mapas más significativos que se obtuvieron fueron:

- Confort climático
- Calidad geomorfológica
- Fragilidad geomorfológica
- Suelos
- Geotecnia y condiciones constructivas
- Calidad de aguas
- Calidad de vegetación
- Fragilidad de la vegetación

¹ Son los efectos físicos de la acción humana sobre el espacio natural estudiado.

- Calidad faunística
- Fragilidad faunística
- Grado de antropización
- Recursos culturales y geológicos
- Calidad paisajística
- Fragilidad paisajística
- Areas de calidad homogénea I
- Areas de calidad homogénea II

9. ASPECTOS TECNICOS DEL TRABAJO

El desarrollo de un sistema cartográfico asistido por ordenador obligó a la referenciación de la información dentro de una matriz de células de 25 x 25 metros, distinguiéndose dos fases:

- Introducción y manejo de las variables mediante ficheros numéricos.
- Plasmación cartográfica de los resultados numéricos.

En esencia, es el trabajo que realiza un S.I.G. mediante las rutinas de la aplicación, obteniéndose como resultados finales cartografías de valoración y síntesis. La carencia de un verdadero Sistema de Información Geográfica obligó al equipo a aprovechar los recursos técnicos existentes en la Universidad de Zaragoza. Por ello, se desarrollaron las dos fases dentro del Centro de Cálculo de la Universidad de Zaragoza (C.C.U.Z.), evitando los problemas de trasvase de información y la posible incompatibilidad de formatos entre sistemas¹.

Introducción y manejo de las variables

El manejo de gran cantidad de datos por variable, el deso de obtener un modelo abierto a las modificaciones (tanto temporales como de criterios), y la preparación para su implementación en un futuro

¹ El equipo utilizado fue un Digital 8300 (VAX) del C.C.U.Z., que se caracteriza por su rapidez en los procesos de cálculo y en en las tareas de multiusuario, lo que favorece altos rendimientos de uso.

S.I.G., obligaba facilitar su uso y actualización referenciando los datos en ficheros secuenciales de formato ASCII, concibiéndose una matriz (*raster*) de 72 x 72 (se parceló el área de trabajo en células de 625 metros cuadrados). La ponderación de las variables y los resultados del tratamiento de los datos se realizaron por medio de programas en FORTRAN, generando ficheros con las mismas características a los anteriormente descritos.

Plasmación cartográfica de los resultados

Los mapas se concibieron como un medio de almacenamiento de datos ordenados espacialmente, permitiendo analizar de un golpe de vista la importancia y valor de una variable. Pero además interesaba primar el enfoque de la comunicación, de manera que la capacidad de los usuarios para adquirir información quedara potenciada. Había que conjugar el tratamiento masivo de la información, con unas presentaciones agradables y de cierta calidad. Para ello, se utilizó la aplicación DISSPLA (Display Integrated Software System and Plotting Language), desarrollada por Integrated Software Systems Corporation de San Diego (USA), que abarca todos los campos del diseño gráfico, con un gran número de módulos para cartografía (CALVO et al., 1990). Sus altas prestaciones colocan a DISSPLA en una situación intermedia entre la tradicional aplicación del diseño asistido por ordenador (D.A.O.) y un S.I.G., ya que incluye subrutinas para un mejor análisis gráfico de la información; también su abierta estructuración a través de módulos y llamadas permiten la generación de una cartografía a la medida (*customizada*) adecuándola a las necesidades y objetivos prefijados. Para esta investigación se desarrolló un corpus de programas en lenguaje FORTRAN con llamadas a DISSPLA.

Además de la información científica, en los mapas se han cuidado los planteamientos y convencionalismos de la cartografía utilizada en la planificación (distribución, escala gráfica, simbología de localización, leyendas, textos explicativos, ...), cara a una perfecta comprensión del mapa.

También, se procuró buscar una correcta transmisión de los valores de la variable cartografiada, cuidando el aspecto estético y empleando correctamente las cualidades visuales (color, forma, valores tonales, líneas, rotulación, etc.) para que evocaran impresiones y sensaciones adecuadas. Se tuvo en cuenta que la cartografía, como lenguaje gráfico, desempeñara un importante valor en el pensamiento

humano y en la comunicación, comparable, incluso mejor, al desempeñado por los lenguajes naturales y matemático-estadísticos. Por ello, se trabajó cuidadosamente el color y la trama permitiendo jugar con las armonías cromáticas y las connotaciones semióticas más elementales (tonos rojos aplicados a prohibición o peligro, tonos amarillos, naranjas o blancos indicando precaución y cierta permisividad en las actuaciones, y tonos verdes para indicar alto valor de calidad o escasa fragilidad), teniéndose que recurrir a la elaboración, mediante la mezcla de tintas de aerógrafo, de la gama de color.

El plantemiento cartográfico, asumidas tales finalidades, encontraba algunas limitaciones por la utilización de un trazador de plumillas (*plotter*), más orientado a cartografías de técnicas o muy esquemáticas. Por ello, se usaron tramas muy densas, proporcionando resultados similares a los colores planos. Para su ejecución, y teniendo en cuenta que se trabajaba con tintas artesanales y el tipo de tramado, se lanzó independientemente cada intervalo de color, con unos tiempos de ejecución de unas cinco horas y media para cada mapa. Los resultados, como se pueden comprobar en la cartografía resultante, son de una calidad muy próxima a la de los mapas convencionales o impresos.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

PELLICER, F. et al. (1991): *Estudio de Recuperación del Galacho de Juslibol (I Fase)*. Universidad de Zaragoza-Ayuntamiento de Zaragoza. (Inédito)

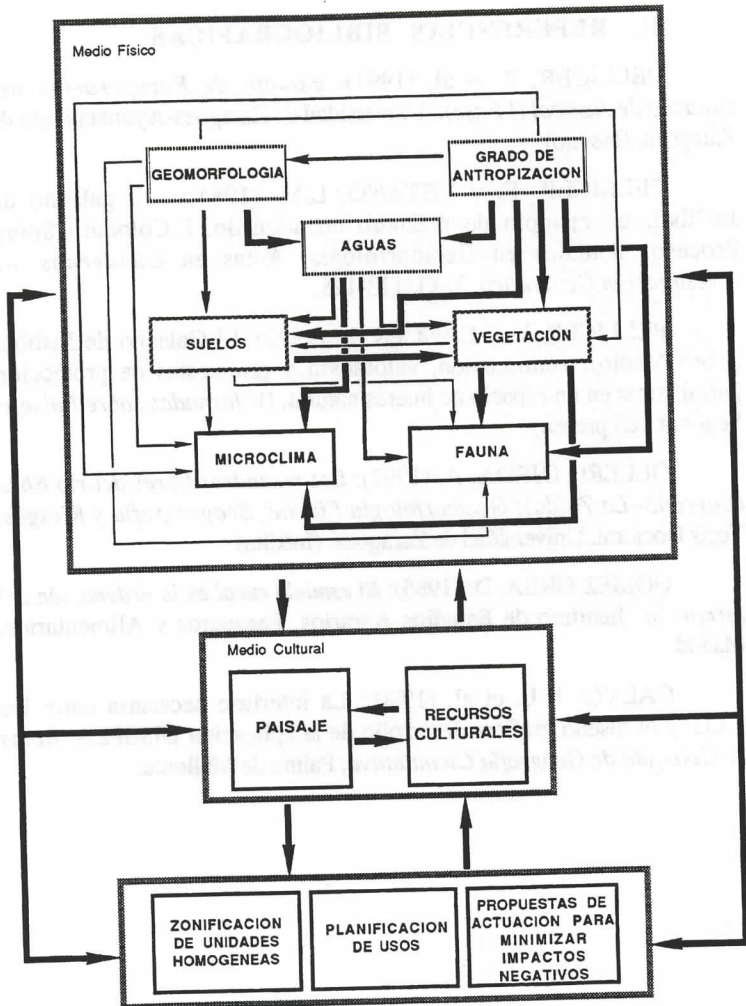
PELLICER, F. y YETANO, L.M. (1984): El galacho de Juslibol: un ejemplo de meandro abandonado, I Coloquio Sobre Procesos actuales en Geomorfología, Actas en *Cuadernos de Investigación Geográfica*, T XI, 113-125.

PELLICER, F. y CANCER, L. (1992): El Galacho de Juslibol (Ebro Medio): zonificación, valoración y propuestas de protección paisajísticas en un espacio de interés natural, *IV Jornadas sobre Paisaje*, Segovia. (en prensa)

OLLERO OJEDA, A. (1992): *Los meandros libres del río Ebro (Logroño- La Zaida): Geomorfología Fluvial, Ecogeografía y Riesgos*. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. (Inédita)

GOMEZ OREA, D. (1985): *El espacio rural en la ordenación del territorio*. Instituto de Estudios Agrarios, Pesqueros y Alimentarios. Madrid

CALVO, J. L. et al. (1990): La interfase necesaria entre los S.I.G. y el diseño gráfico: desarrollo de la aplicación DISSPLA. *Actas IV Coloquio de Geografía Cuantitativa*, Palma de Mallorca.



Cuadro 1 INTEGRACION Y PONDERACION DE VARIABLES
(explicación en el texto)