

EL COLOR EN EL LENGUAJE CARTOGRAFICO

Francisco PELLICER CORELLANO*

Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio
Universidad de Zaragoza

Resumen: Se analiza cómo la variable visual color modifica y potencia la significación de los demás elementos y factores visuales en el lenguaje cartográfico, en un intento de desarrollar una metodología de trabajo para los usuarios y elaboradores de mapas.

Palabras clave: Cartografía, lenguaje gráfico, color.

Abstract: This study how the visual variable (colour) modifies and increases the power of the signification in the rest of the elements and visual factor, in the cartographical language, and it tries to elaborate a work methodology for users and map makers.

Key words: Cartography, graphycal language, colour.

INTRODUCCION

El usuario o elaborador de un mapa debe comenzar por reflexionar sobre el mecanismo de la visión. Ver significa aprehender la imagen registrada por los ojos y estructurarla mentalmente en un esquema global de elementos esenciales. La visión es una aprehensión activa que escoge tan solo algunos de los rasgos sobresalientes de los objetos. Unas cuantas manchas y líneas sencillas sirven para determinar la identidad de un espacio que será además percibido como un esquema completo e integrado. Sin la lectura de los signos visuales y su adecuada sintaxis, el mapa permanece mudo, ambiguo o confuso.

*Sirvan estas páginas, fruto de la razón y de la sensibilidad, como homenaje a quien me enseñó la belleza de la ciencia.

El mapa debe contener un sistema coherente de signos a través de los que comunicar la identidad de los atributos geográficos y sus relaciones espaciales; sistema en el que el color juega un destacado papel. El objeto de este trabajo consiste en mostrar al usuario y elaborador de mapas los principios elementales del color en el lenguaje gráfico.

El lenguaje gráfico se basa en la estimación diferenciada y objetivable de determinados elementos y variables visuales (líneas, contornos, dimensiones, texturas, luminosidad) y factores visuales (perspectiva, traspalo, relación figura-fondo, equilibrio, predictibilidad,...), y su composición en el espacio (fundamento sintáctico), como transmisores esenciales de información geográfica y estimuladores de sensaciones estéticas.

La sensibilidad y capacidad de comunicación gráfica del usuario o elaborador de un mapa son cualidades que, sin duda, requieren una educación como cualquier otra faceta del desarrollo humano. La alfabetización visual (Dondis, 1973), consiste esencialmente, a mi entender, en subrayar los marcadores de legibilidad y elaborar esquemas interpretativos de modo que pueda pasarse de la percepción informe de signos a la comprensión de un mensaje estructurado. En este proceso, la estética juega un importante papel: tiene una dimensión sensitiva relacionada con la función de estímulo y una dimensión intelectual contribuyendo a la transmisión de conocimientos.

ELEMENTOS Y FACTORES VISUALES

El mecanismo de la percepción visual

La imagen se elabora en el cerebro a partir de las sensaciones visuales producidas en el ojo del espectador por la energía en forma de radiaciones luminosas que se hallan en la región del espectro electromagnético conocida como espectro visible (longitud de onda entre 400-700 nanómetros). Así, la percepción del mapa depende de la naturaleza de la fuente luminosa, de la capacidad de las manchas de tinta que lo configuran para absorber, reflejar o transmitir la energía y de la sensibilidad del receptor.

Las funciones de estímulo de las radiaciones visibles son realidades físicas que, en condiciones normalizadas, pueden medirse, expresarse numéricamente, representarse en diagramas registrando los valores de longitud y amplitud de onda e incluso reproducirse con notable éxito. Son, por tanto, realidades objetivables.

Pero el fenómeno de la percepción es más complejo. El estímulo visual es únicamente el elemento transmisor y es preciso tener en cuenta también el sistema de registro y la interpretación mental de las impresiones sensoriales. El órgano de la vista podría compararse a un sistema informático en el que el cerebro es la unidad de procesamiento y el ojo un sofisticado *escanner*. Los estímulos visuales, inicialmente objetivables, son recibidos por el ojo, procesados y corregidos por el propio sistema de la vista, conforme a las condiciones iluminación y al peso visual de las manchas de color próximas, determinado por las dimensiones, la intensidad y la naturaleza de las mismas, con la función de equilibrar y obtener el máximo rendimiento visual de la escena; finalmente, son interpretados por el cerebro según códigos propios de cada sujeto, determinados por la educación, cultura, herencia, estado anímico y del bagaje de experiencias y formación, entre otros factores.

En consecuencia, no existe una correlación fija entre estímulo visual y la sensación percibida. La percepción visual, por tanto, es un fenómeno mucho más complejo y difícil de objetivar que la realidad meramente física. Los psicólogos Gestalt han investigado durante largo tiempo el carácter y mecanismos de comunicación de los mensajes visuales. Rudolf Arnheim y Donis A. Dondis han realizado excelentes trabajos aplicando buena parte de la teoría Gestalt, desgranando las unidades visuales individuales y las estrategias interactivas entre sí y con el espacio para hacer de la imagen un sistema global con carga semiótica.

Así, el análisis de un mapa y de las sensaciones estéticas provocadas requiere el examen de los distintos elementos básicos que componen la imagen y los factores que conforman los mensajes visuales. Dada la imprecisión con la que se manejan los conceptos fundamentales del lenguaje visual se ha considerado necesario incluir la definición precisa de algunos de ellos.

Los elementos y variables visuales

El color puede aplicarse sobre los elementos visuales básicos: el punto, la línea y la superficie. El más elemental es el *punto*, es la unidad mínima e indica un punto de energía en el campo visual, la célula de la imagen; su significado es esencialmente señalizador y marcador en el espacio. La disposición adecuada de los puntos crea relaciones de fuerza estructuradas por líneas invisibles que permiten componer imágenes visibles y redes. La *línea*, resultado de la animación de un punto, es el elemento más común y de enorme fuerza. Se entiende también como contorno de superficies yuxtapuestas de diferentes valores de luminosidad, textura o color. La *superficie* es una parte delimitada del plano en el que se elabora una imagen.

Los elementos básicos, punto, línea y superficie, se cargan de contenido en cuanto ocupan una posición en el espacio y se modifican sus características de tamaño, textura, valor de luminosidad, dirección, forma y color. Son las variables visuales.

El *tamaño* y la *escala*, expresión de las diferencias de magnitud, de lo grande y lo pequeño y sus relaciones, son de capital importancia en la percepción de los mensajes visuales, pero sus resultados, especialmente referidos a las relaciones con el entorno o campo visual, están sometidos a importantes distorsiones modificadoras de la relación entre dimensiones medidas y su percepción visual. La significación y eficacia estética de las manchas de color guardan estrechas relaciones con la variable tamaño.

La *textura* se refiere a las variaciones o irregularidades de una superficie, está ligada muchas veces a experiencias táctiles, de diversos tipos y grados de rugosidad o grano, densidad y disposición. Las combinaciones de la textura y el color son muy limitadas.

El *valor de luminosidad* hace referencia a cada una de las notas o grises intermedios entre el blanco y el negro en función de la presencia o ausencia de luz y todos los niveles intermedios. El significado del valor de luminosidad reside en el contraste de superficies más o menos iluminadas; sin éste no sería perceptible. Nótese, por otra parte, la eficacia de una imagen monocromática basada en variaciones de grises en la transmisión de mensajes visuales: fotografías, películas en blanco y negro. Como se verá más adelante, las interacciones entre luminosidad y cromatismo son riquísimas y determinan en muchos casos la eficacia de los estímulos estético-sensoriales.

La variable *dirección* hace referencia a la diferenciación sensible producida por la variación de ángulo de un elemento o conjunto visual dominado por la línea en relación con el resto de componentes esenciales de la escena. Las direcciones visuales básicas son la horizontal, la vertical, la diagonal y la curva. Expresa como ninguna otra las sensaciones de equilibrio, estabilidad e inestabilidad, movimiento y el carácter de los contornos básicos. El color, dentro de estrechas limitaciones, ofrece la particularidad de permitir la superposición de tramas de diferente orientación sin pérdida de significado.

La variable *forma* es la más significativa, delimita los contornos reales de las manchas o superficies en sus infinitas variantes. El *contorno*, tan vinculado a la línea y a los límites de diferentes superficies tonales, define mediante variaciones inacabables todas las formas de la naturaleza. Los contornos básicos son el cuadrado, el triángulo y la circunferencia. Las limitaciones de la variable forma residen en el perceptor ya que el mundo de las formas prácticamente no tiene límites. Sin duda, la

forma se enriquece cualitativamente con el color, pero es quizás la variable menos afectada por el cromatismo.

EL COLOR, VARIABLE VISUAL DE PRIMER ORDEN

El color es, quizás, la variable visual de mayor carga estética y, sin duda, más ignorada. Con frecuencia de la variable color solamente se tiene la experiencia sensorial, precientífica, dando lugar a imprecisiones y equívocos en el propio lenguaje. Por ejemplo, se considera el color como un atributo de los objetos al igual que el tamaño o la forma sin darnos cuenta de que el color sólo existe en el receptor y en determinadas condiciones de iluminación; el color es un atributo "fantasma". Por otra parte, el color se maneja de una forma poco menos que aleatoria; a lo sumo se habla de buen gusto en el manejo del color, lo que en definitiva no es otra cosa que el conocimiento intuitivo de los códigos estéticos.

Los estudios modernos del color no se basan, como en el pasado, en la pura experiencia perceptiva. Son los físicos, desde Newton, Ostwald y Munsell, los psicólogos y los artistas -Paul Klee, Kandinski, Mondrian,...- quienes han dado un fuerte espaldarazo a los estudios del color, clarificando conceptos y organizando y estableciendo principios y normas rigurosas para su tratamiento.

El uso del color es una tarea delicada que exige unos mínimos conocimientos sobre el fenómeno físico, la semiótica del color y la armonía cromática. Convendrá por ello detenerse en la clarificación de algunos conceptos clave para la rigurosa comprensión y adecuado uso del color y prestar atención a algunas normas elementales para conseguir una mayor expresividad y una mejor calidad estética en los mapas temáticos..

Ha de precisarse que lo que se conoce vulgarmente como color está definido por el cromatismo y por el valor de luminosidad. El cromatismo puede definirse como la diferenciación sensible percibida entre manchas de un mismo valor (rojo, azul, amarillo, verde,...) mientras que el valor hace referencia, como se vio en el apartado de las variables visuales, a la intensidad de la luz. Las manchas de un mismo valor parecerán iguales en una fotografía en blanco y negro. Las diferentes intensidades lumínicas de una fotografía en blanco y negro se relacionan con la variable visual valor de luminosidad.

Las posiciones extremas de impresión del órgano de la vista son ocho y se conocen como colores elementales: amarillo, rojo y azul (primarios), verde, naranja y violeta (secundarios), blanco y negro. En la práctica, los colores pueden obtenerse

mediante la mezcla aditiva de partes de luz coloreada -mediante filtros absorbentes- de rojo, verde y azul, es el caso de la televisión o la pantalla del ordenador, o mediante la mezcla de pigmentos o unión sustractiva de los tres colores primarios; amarillo, magenta y cian. Este último procedimiento es el empleado para la reproducción gráfica de mapas.

Las cartas y códigos de color incorporadas a los medios informáticos y a los sistemas de tratamiento digital de imagen nos ofrecen la ventaja de poder definir y tratar numéricamente y con gran precisión una extensa gama de tonos, evitando la confusión y dificultad que supone la designación concreta de un color con el lenguaje sonoro o codificado en la escritura. No obstante, las combinaciones de color más expresivas no encuentran una solución numérica simple, pues no existe paralelismo entre la formulación matemática -por ejemplo, el incremento de porcentajes de cubrimiento en intervalos equidistantes- y la percepción visual, produciéndose una distorsión de la distancia sensorial de unos matices de color frente a otros.

Familias de tonos

Si se toman los tres colores primarios: amarillo (A), rojo (R) y azul (Z) y los tres colores secundarios: naranja (n), verde (v) y violeta (vt) y se disponen en un círculo, llamado también *rosa cromática*, se pueden obtener colores intermedios e interesantes aplicaciones.

En la Figura 1 puede apreciarse cómo a partir del amarillo se abren dos ramas cromáticas, una hacia la región del espectro limitada por la radiación ultravioleta y otra hacia la infrarroja. Antes de su conocimiento como fenómeno físico, los artistas ya habían desarrollado, de modo intuitivo a partir de agudas observaciones, importantes experiencias y utilizaban sus propiedades sensitivas en la configuración de los mensajes visuales. Los artistas se refieren a gamas de tonos cálidos y fríos.

Se consideran colores cálidos, por asociación con la luz solar y el fuego, al amarillo, rojo bermellón, naranjas, tierras rojas, pardas y ocre. Sus estímulos se caracterizan como salientes, próximos, estimulantes, ruidosos, activos, secos, cálidos; unen y funden, y tienden a aumentar aparentemente el tamaño. Por el contrario, se denominan fríos, por asociación con el agua y la luz lunar, el verde y en general toda la gama derivada del azul. Se asocian con estímulos entrantes, lejanos, tranquilos, quietos, fríos, húmedos; separan y desintegran, y disminuyen el tamaño aparente.

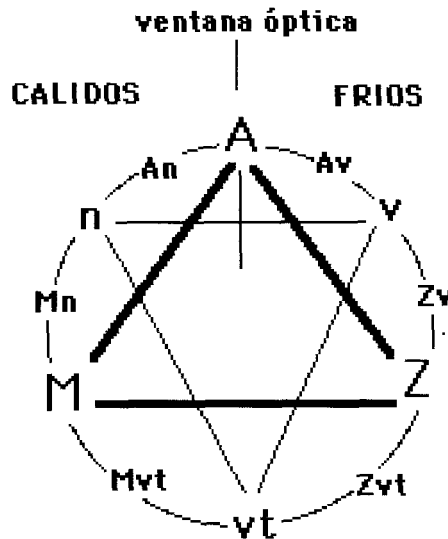


Figura 1.- Rosa cromática. A: amarillo; M: magenta; Z: cian; n: naranja; v: verde; vt: violeta.

Cada color y su opuesto en el círculo cromático forman una pareja de complementarios. Sabemos que cada pigmento determina su color en cuanto absorbe selectivamente algunas radiaciones de la luz y refleja otras. Dos pigmentos se llaman complementarios cuando uno de ellos absorbe todas las radiaciones reflejadas por el otro y viceversa. Por ello, de su mezcla resulta el negro en cuanto todas las radiaciones son absorbidas y ninguna reflejada.

Las armonías de color más satisfactorias son las basadas en esquemas en que se combinan colores de las dos familias. La excitación producida por los cálidos se relaja con los fríos.

Cromatismo, luminosidad y saturación

La gama de colores puros combina el cromatismo y valor de luminosidad. Se denomina cromatismo la diferenciación sensible entre manchas de un mismo valor de luminosidad. Cada color tiene un punto cromático de pureza absoluta y máxima intensidad que, además, en la gama de valores ocupa la posición intermedia entre el claro y el oscuro, es el color puro o *saturado*.

Por otra parte, como puede observarse en la Figura 2, el valor de luminosidad del color saturado varía según el cromatismo. De ello se desprende, lógicamente, que la amplitud de la variable luminosidad de cada color saturado depende de su cromatismo. Por ejemplo, con el amarillo que tiene un valor cromático muy bajo sólo pueden establecerse dos o tres escalones de luminosidad mediante la mezcla con el blanco, mientras que con el violeta, de valor cromático más alto, se pueden desagregar seis o siete escalones de valor de luminosidad.

Escala de grises (% cubr. ¹)	Colores puros			
	cálidos		fríos	
Blanco (00)			blanco	
Claro alto (11)			amarillo	
Claro bajo (25)	amarillo	naranja	amarillo	verde
Medio claro (42)		naranja		verde
Medio oscuro (61)		rojo		azul
Oscuro (78)	rojo	violeta		azul violeta
Oscuro bajo (89)			violeta	
Negro (100)			negro	

Figura 2.- Escala de luminosidad cromática. El valor de un color saturado es el mismo que el del gris que se iguala con él.

El grado de saturación puede ser debilitado mediante la mezcla del pigmento con blanco o con negro, modificando el valor de luminosidad. Mezclado el color saturado con otras tintas, también en mínimas cantidades, deriva su valor cromático hacia tonos análogos si la mezcla es con colores próximos del espectro cromático o hacia pardos y grises si la mezcla se realiza con el complementario. El nivel más bajo de saturación se da cuando la mezcla es a partes iguales entre complementarios.

No obstante, hay que tener en cuenta que la sensación de pureza de un color no depende únicamente del factor físico del estímulo sino también de factores que operan sobre la percepción visual: acomodación, contraste, relación figura-fondo,... La percepción del color depende de la influencia de los que le rodean o se le yuxtaponen.

¹ Se establece como patrón el porcentaje de cubrimiento del negro sobre el blanco utilizado en artes gráficas.

Dicho de otro modo, las funciones de estímulo son relativas puesto que dependen de las interacciones entre las manchas de diversos tonos dependientes del grado de saturación, del valor de luminosidad y del tamaño de las mismas. Así, un tono verde muy saturado puede ser más excitante y próximo que un rojo oscuro o muy claro que puede aparecer incluso como frío y lejano.

Semiología del color

Los colores se relacionan estrechamente con sensaciones y estados de ánimo: el verde es frío, el rojo es cálido, el azul es húmedo, los sepías son secos, los amarillos soleados,... Las diferentes culturas asocian los colores con significados diversos (ej. el negro para el luto, el rojo y la revolución,...) pero no siempre coinciden ni se conoce el mecanismo de relación. Los efectos de las radiaciones cromáticas sobre la salud y bienestar humanos han sido estudiados científicamente, y hoy se diseña con sumo cuidado el color de las salas de los quirófanos -verde para que los ojos del operador se relajen de la tensión de la herida roja-, de los laboratorios, talleres, universidades, aeropuertos, etc...

El cartógrafo ha de tener en cuenta todos estos aspectos para diseñar una comunicación efectiva. Además de convenciones connotativas, como el azul y el agua, el verde y la vegetación,... hay otras puramente accidentales, como el marrón empleado para las curvas de nivel. Por otra parte, para determinados mapas se ha llegado a convencionalismos como el color rojo para las rocas magmáticas.

Armonías de color

Un mapa o gráfico cargado de colores muy saturados, vigorosos e intensos, no produce nunca un efecto atractivo, sino más bien una sensación fastidiosa en la que las distintas tintas compiten y se anulan entre sí. Si la coloración no aparece brillante, en la mayoría de las ocasiones, se debe más a la mala armonía que a la insuficiente intensidad.

Dos tonos armonizan entre sí cuando uno de ellos contiene al otro o se participan mutuamente, es el caso de los colores próximos en el círculo cromático. También pueden ser acercados por un tercer color, normalmente el complementario equidistante de ambos, que establezca entre ellos una relación de familia y los unifique; por ejemplo, el rojo y el azul pueden ser aproximados por el amarillo.

Cuando se emplean numerosos colores conviene que todos ellos participen de un mismo color, denominado *clave*, así las relaciones serán muy hermosas. Si realizamos un mapa con tonos dominantes de la gama cálida, la clave puede ser un azul de fondo

con un valor muy bajo. Si la gama es fría, la clave puede ser roja o amarilla. De esta manera, baja el grado de saturación y el resultado es mucho más armónico.

Las posibilidades del color quedan muy reducidas cuando se trata de signos de implantación puntiforme y lineal; en tal caso deben emplearse casi de modo exclusivo los colores saturados, forzando el contraste entre ellos y con las manchas de mayor superficie mediante el juego de complementarios. El acentuado contraste cromático permite una perfecta lectura de cada punto o línea, a la vez que el resultado global ofrece un agradable fundido en gris.

Una representación gráfica hallará su mejor resolución cuando se conjuguen las calidades cromáticas y las intensidades de valor. Ha de buscarse una tensión tonal de luz y sombra para que la atención del espectador quede atrapada y perciba como natural y grata la información que el gráfico o mapa intenta transmitir.

FACTORES VISUALES

Las condiciones de visibilidad determinadas por la distancia, la posición del observador, la iluminación, y el tiempo de observación, serán modificadores fundamentales de la percepción del mapa. La estructura de la imagen se construye con las impresiones de los diversos elementos visuales, ponderadas en función de su posición e interacciones en el espacio, desencadenantes de los factores visuales. El cartógrafo, para comunicar su información, ha de elaborar un esquema visual adecuado para transmitir los atributos del territorio y sus relaciones espaciales sin ambigüedad.

Cuando se carece de un esquema de formas dominantes que organice los matices vagos y complejos, se pierde la sensación de integridad, los detalles pierden significación y el conjunto se torna irreconocible por muy figurativas que sean las partes. El mapa que no posea este esquema puede aparecer como una compleja maraña de signos desordenados en disposiciones caóticas. El esquema visual para cumplir su función estructurante ha de ser muy simple. De toda la abundantísima información que suministra el mapa, el observador desprecia un elevadísimo porcentaje y sólo con aquellos elementos que le son significativos -por su propio peso visual o por la predisposición subjetiva del perceptor- elabora una imagen apoyándose en unos pocos rasgos fundamentales y propiedades más características.

Finalmente, ha de tenerse en cuenta que existe una fuerte interacción entre la función de estímulo de la imagen del mapa y las experiencias, conocimientos y aprendizaje del espectador. Las personas con formación geográfica admiten y

disfrutan mapas con un nivel de complejidad, novedad y variabilidad más elevado que las personas menos formadas. Los conocimientos científicos, a su vez, permiten descifrar al observador mensajes invisibles que potencian la significación de la imagen.

La elaboración de cualquier mapa tiene infinitas soluciones visuales, basadas en la utilización de los elementos y variables descritos, según las estrategias de comunicación más adecuadas a los objetivos propuestos. Las técnicas visuales (Dondis, 1973) son los factores del proceso interactivo de percepción y comunicación. Como en el caso de las diferenciaciones sensibles de los elementos y otras variables visuales - rugoso-liso, claro-oscuro, horizontal-vertical, triángulo-circunferencia- los factores visuales determinados por el color se apoyan en técnicas de contraste; sin él, como sin la luz, no habría mensaje. Se precisa pues la yuxtaposición interactiva de los colores. Por ello, la formulación más simple de este concepto tiene carácter bipolar, si bien entre la atonía y el contraste se da toda una gama de estados intermedios. El cartógrafo ha de diseñar el proyecto conforme a sus intereses, conjugando la amplia gama de recursos que ofrecen las técnicas visuales como factores de comunicación. A continuación se destacan algunos de ellos.

El equilibrio es una necesidad esencial a la que tiende el ojo humano y está ligado a la verticalidad, horizontalidad y simetría en el peso visual (Arnheim, 1985) de las manchas que componen la imagen cartográfica. El extremo opuesto es el desequilibrio, determinado especialmente por la diagonal y la disimetría. Es un aspecto a tener en cuenta en la maquetación y en la asignación de valores y grado de saturación en la distribución de las manchas de color.

La predictibilidad de una gama de valor o de colores análogos es contraria a la espontaneidad de diferentes colores del pentágono armónico. Este factor puede emplearse como desencadenante del descubrimiento de un orden preestablecido o como expresión de una distribución aleatoria según los casos.

La singularidad de un color sobre un mapa en el que domina la gama opuesta proporciona un énfasis especial al concepto que se quiera destacar. La sencillez de la paleta siempre será preferible a la profusión del color. La neutralidad de los tonos insaturados se rompe con el acento de los tonos puros. El dinamismo determinado por tonos complementarios es bien diferente al estatismo que provocan los tonos análogos.

La claridad de contornos y la precisión de los límites se logra con manchas o líneas de separación de colores complementarios, por el contrario si se prefiere dar idea de continuidad podrán yuxtaponerse manchas de colores análogos especialmente cálidos, de ese modo los contornos aparecerán como más difusos.

Los gradientes de color -como los de textura o forma-, los traspalos y las transparencias, los contrastes de saturación y complementariedad, combinados con el tamaño de la mancha, son factores que crean profundidad e interesantes relaciones figura-fondo que, en sus múltiples combinaciones, evocan en el espectador sensaciones estéticas que potencian la comunicación intelectual y desencadenan sensaciones gratificantes.

BIBLIOGRAFIA

ALONSO, R. y PELLICER, F. (1992): *El paisaje entre la ciencia y el arte*, Universidad Hispanoamericana de Sta. M^a. de la Rábida.

ARNHEIM, R. (1985): *Arte y percepción visual*, Alianza Editorial, 6^a Ed., Madrid.

CALVO, J.L. y PELLICER, F. (1987): "Elaboración e interpretación de Cartografía Temática", En, MERINO, J. et al.: *Aspectos Didácticos de la Geografía*, 2, Bachillerato, I.C.E. Universidad de Zaragoza, 77-103

DONDIS, D.A. (1976): *La sintaxis de la imagen*, Gustavo Gili, Barcelona.

MUÑOZ, J.; HERRERO, M.; PELLICER, F. y CALVET, J. (1990): "Proyecto de Normas y Leyenda para el Mapa Geomorfológico de España", *I Reunión Nacional de Geomorfología*, Trabajo de la Comisión Nacional de Cartografía de la Sociedad Española de Geomorfología, Teruel. (Inédito).

PELLICER, F. (1989): "Elementos de diseño gráfico y su aplicación en Geografía Física", En, PEÑA, J.L. et al. (Eds.): *IV Curso de Geografía Física*, Universidad de Verano de Teruel, 105-130.