

**ECOLOGIA Y ORGANIZACION DEL TERRITORIO:  
EL CASO DE LA AGLOMERACION URBANA DE MURCIA  
Y SU AREA DE INFLUENCIA  
II. Diagnósis y evaluación de impactos**

por

M.P. Martín de Agar<sup>1</sup>, A. Torres-Martínez<sup>2</sup>, L. Ramírez-Díaz<sup>2</sup>

**RESUMEN**

Este trabajo constituye la segunda parte del estudio ecológico integrado de la aglomeración urbana de Murcia y su área de influencia.

Se describen y desarrollan las fases de diagnóstico y evaluación de impactos.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto la eficacia del sistema utilizado, examinándose en detalle su aplicación en proyectos de planeamiento territorial.

Destacan como recomendaciones generales aquéllas relativas al crecimiento industrial y urbano; desarrollo de áreas residenciales y su localización; control de vertidos al Río Segura; tratamiento de reforestación de cabeceras y márgenes de ramblas; creación de parques urbanos rurales y gradación de medidas de protección de lo que debería ser el Parque Regional del municipio de Murcia y alrededores, la denominada «costera sur».

**ECOLOGY AND LAND ARRANGEMENT: THE CASE OF MURCIA CITY  
AND SURROUNDINGS.**

**II. Diagnosis and impacts evaluation.**

**SUMMARY**

This work summarizes the second part of the integrated ecological study of the urban agglomeration of Murcia and its surroundings. The phases of impact diagnosis and evaluation are described and expanded.

---

(1) Departamento de Ecología. Facultad de Biología. Universidad Complutense de Madrid.  
(2) Departamento de Ecología. Facultad de Biología. Universidad de Murcia.

The results obtained expose the efficiency of the system used, and its application in the field of land planning projects is examined in detail.

The recommendations which stand out most are those which refer to urban and industrial growth; those related to the progress and emplacement of residential areas; the control of effluent in the Segura River; the afforestation of headwaters («cabeceras») and dry river bed («ramblas») banks; the creation of urban parks and the adoption of protective measures of what should be the Regional Park of Murcia Municipality and its surrounding area, the so-called «costera sur».

## INTRODUCCION

En la primera parte de este trabajo se describió la fase de Prospección y sectorización temática de la aglomeración urbana de Murcia y su área de influencia. Esta fase llevó a la caracterización de *unidades* o sectores homogéneos para cada uno de los nueve *temas* o rasgos del territorio que se consideran determinantes del mismo (MARTIN DE AGAR *et al.*, 1984).

Una vez definidas las unidades y elaborados los mapas correspondientes, se procede a su evaluación en cuanto al estado actual y los cambios que puedan derivarse de su hipotética utilización.

El interés de esta evaluación radica en tres puntos (GOMEZ OREA, 1978):

—Informa sobre la calidad global del medio, así como de cada uno de los recursos o aspectos por separado.

—Permite comparar entre sí los diferentes recursos del medio, y por ende los distintos puntos del territorio.

—Constituye una etapa previa en los estudios de planeamiento que estén encaminados a la evaluación de impactos.

En este trabajo se describen las fases de diagnóstico y evaluación de impactos realizados en el mismo área de estudio, analizándose diversos usos hipotéticos en relación con las capacidades de acogida que presenta.

## MATERIAL Y METODOS

El proceso de evaluación de las unidades se ha llevado a cabo para cada tema por separado, ordenando las unidades según sus valores referidos a una escala jerárquica establecida de acuerdo con unos criterios previamente fijados.

Estos criterios dependen fundamentalmente de los objetivos del estudio (conservación, productividad, esparcimiento, etc.). En el presente caso, se siguió un criterio de *conservación dinámica* en el sentido de una utilización racional de los recursos en función de sus valores productivos, culturales, de esparcimiento y de integración de los grupos humanos en la naturaleza, todo ello referido a dos escalas, local y regional. También se tuvieron en cuenta otros aspectos geográficos, como son la localización de la unidad dentro del ámbito territorial estudiado y la superficie que ocupa en el mismo.

La ordenación de las unidades se llevó a cabo asignando el primer puesto o valor **1** a todas aquellas zonas que por diversas razones (ciudades, polígonos industriales, carreteras, etc.), no pueden ser modificadas por ninguna hipótesis de uso. El último puesto corresponde a la **6**, las unidades de máximo interés o mayor valor de conservación. El puesto que ocupa cada unidad es su valor actual (Va). La escala de ordenación no presenta un límite máximo y permite la asignación del mismo valor a dos o más unidades.

Otra posibilidad que presenta el sistema seguido en este estudio es la división de cada tema en distintos aspectos propios del mismo, que pueden ser valorados de forma independiente, facilitándose así la posterior evaluación de los impactos producidos por un uso concreto del territorio (SANCHO ROYO *et al.*, 1981). En este caso, se ha contemplado esta posibilidad para el tema de GEOMORFOLOGIA, el cual se ha analizado en base a tres aspectos: exposición, grado de pendiente, y riesgo de escorrentía o de inundación (según la unidad que se considere).

La evaluación de las unidades respecto a cada uno de los aspectos, se realiza de la misma forma que para los temas, ordenando aquellas en función de los valores que presentan para cada aspecto por separado, así como para el tema en su conjunto. De esta forma, para cada unidad se obtienen tantos valores actuales como aspectos se hayan considerado, más el valor actual propio del tema, y al que se le ha denominado Valor temático para diferenciarlo de los demás.

A continuación se procede a determinar las modificaciones o impactos que tienen lugar en el medio, desde el punto de vista de su calidad ambiental, por la aplicación hipotética de distintas modalidades de uso.

La elección de las distintas hipótesis de uso constituye una información externa al sistema de trabajo y estará en función de los condicionantes económicos, sociales, políticos, etc., imperantes en la zona.

Para el presente estudio, las hipótesis que se han seleccionado intentan recoger las necesidades más primordiales y que actualmente se contemplan en los distintos proyectos y planes de ordenación de la zona que abarca este trabajo. Estas son las siguientes:

1. *Expansión de núcleos urbanos.* Esta hipótesis supone la expansión de la ciudad de Murcia y de los núcleos pedáneos, con unas infraestructuras de viviendas y redes de servicios similares a las que actualmente caracterizan a cada uno de estos núcleos.

2. *Creación de áreas residenciales.* Esta alternativa de uso se refiere esencialmente a la posible localización de núcleos residenciales caracterizados por una baja densidad de población, con edificios de una o dos plantas y amplias zonas ajardinadas entre ellos. Su interés radica en la proliferación que está teniendo este tipo de urbanizaciones en algunos puntos del territorio en estudio.

3. *Parque industrial.* Esta modalidad de uso se refiere a la localización de industria pesada. Esta hipótesis ha de ser considerada necesariamente cuando el área en estudio está influenciada por un gran núcleo de población con unas necesidades de expansión industrial cada vez más acuciantes.

4. *Área de esparcimiento.* Esta hipótesis supone el uso del suelo para actividades recreativas que requieran una mínima adecuación e implantación de instalaciones permanentes: área deportiva, senderos de tierra, parques infantiles, etc.

Cada una de estas alternativas de uso produce necesariamente una modificación en el medio en cuanto a la calidad ambiental del mismo. Esta modificación se denomina *impacto* y será positivo o negativo según que la hipótesis aplicada mejore o no las características ambientales del territorio.

Para un hipótesis dada, el valor del impacto variará no sólo entre los distintos temas, sino también dentro de cada tema, según la unidad del mismo que se vea afectada. Es decir, cada unidad responde de una forma particular a las alternativas de utilización del espacio (RODENAS LARIO, 1977).

El procedimiento de valoración de impactos es igual al que se siguió para evaluar las unidades, considerándose ahora para cada tema el puesto que ocuparía cada unidad en la misma escala anterior, suponiendo que sobre ella se llevara a cabo una hipótesis determinada. La diferencia entre este Valor final ( $V_f$ ) y el Valor actual ( $V_a$ ) de la unidad es el *Impacto* ( $I$ ) que tiene dicha hipótesis sobre aquella.

La determinación del estado en que quedan las unidades después de aplicar las hipótesis se basa en ejemplos ya existentes en la zona de estudio, así como en otras áreas bien conocidas, que presentan características similares.

En aquellos casos en que se consideran distintos aspectos dentro de un mismo tema, la evaluación de los impactos se realiza de la misma forma que para los temas, determinándose los valores finales de las unidades respecto a cada uno de los aspectos por separado, y también para el tema en conjunto. En este caso, para cada unidad e hipótesis, se obtendrán tantos pares de valores ( $V_a$ ,  $V_f$ ) como aspectos temáticos haya, además del par que corresponde al tema en su conjunto. Así, en el presente estudio, para cada unidad de GEOMORFOLOGIA, se obtendrán cuatro pares de valores por hipótesis, tres de los cuales corresponden a los tres aspectos considerados, y uno al valor temático global.

La suma de los impactos temáticos daría el impacto global que produce una modalidad de uso determinada. No obstante, esta suma constituye una importante fuente de error por dos motivos (SANCHO ROYO *et al.*, 1981): en primer lugar, los impactos de diferentes temas responden, lógicamente, a conceptos distintos, lo que impide operar con ellos de forma directa; por otra parte, su valor numérico no guarda relación entre sí, puesto que las valoraciones de los temas se han realizado en escalas independientes y con unos rangos variables en función del número de unidades obtenidas para cada tema. Es decir, en los temas con muchas unidades, los impactos son de mayor magnitud que los de los temas que tienen pocas unidades.

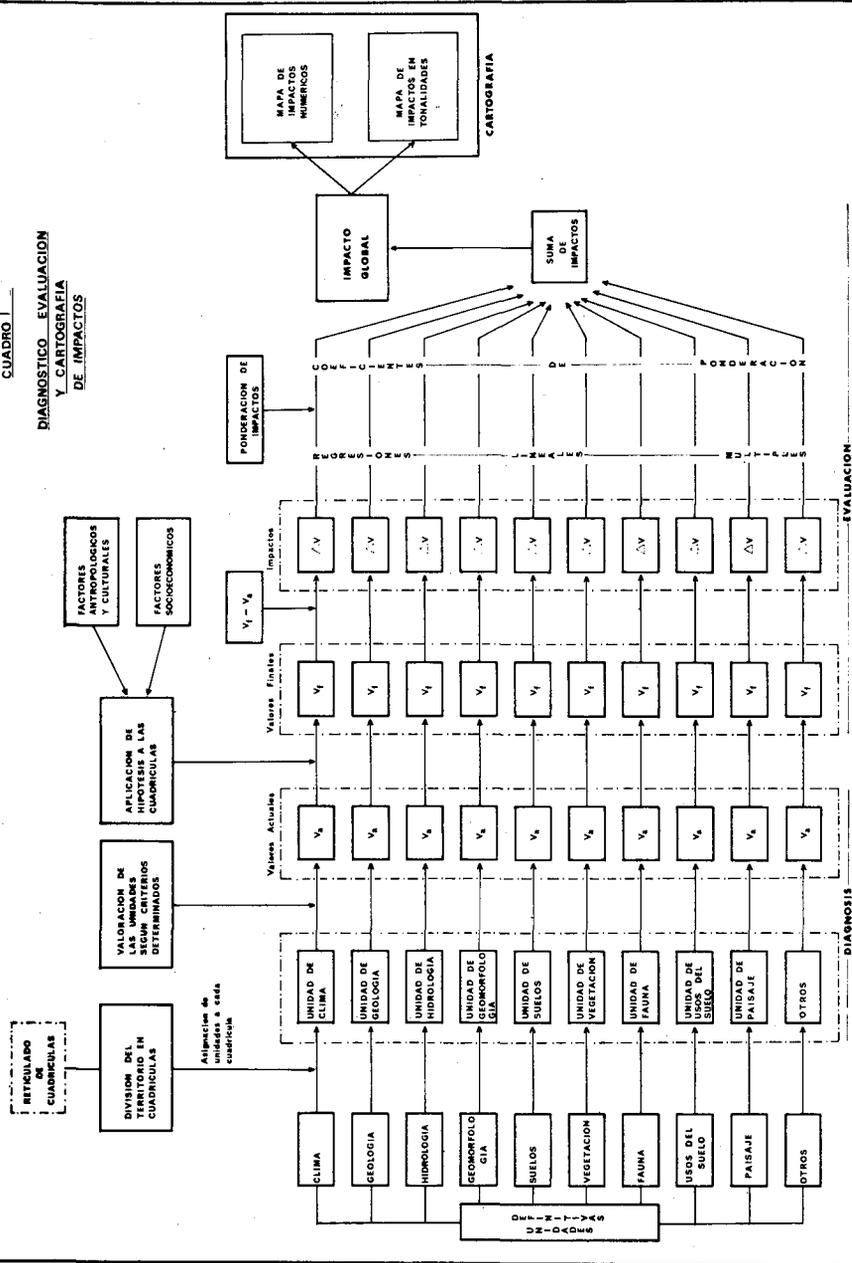
Para solucionar este problema, se ha asignado unos coeficientes de ponderación a los diferentes impactos, según la importancia de los distintos temas, y dentro de cada uno de éstos según la unidad del mismo que se vea afectada. El cálculo de estas ponderaciones se realiza mediante regresiones múltiples.

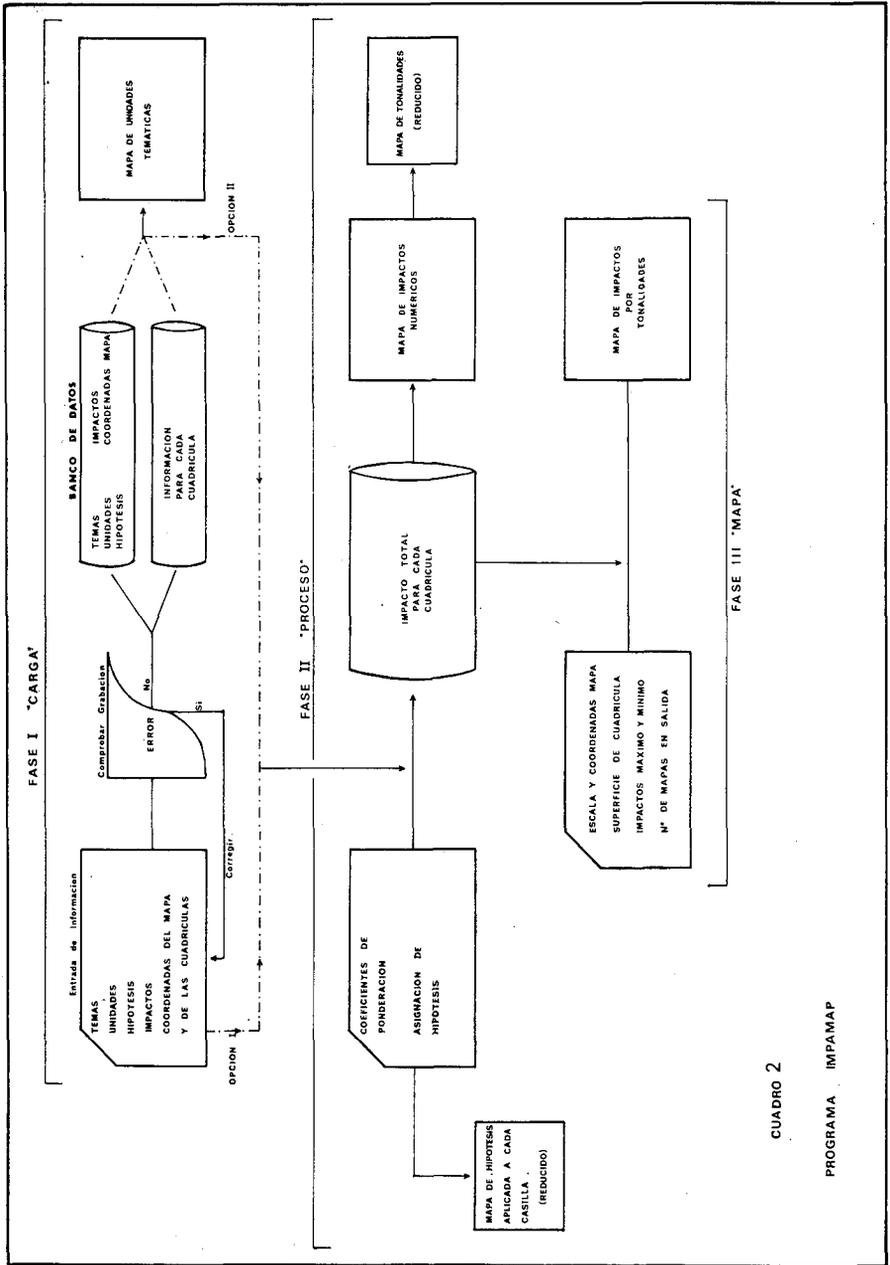
El objetivo es, básicamente, establecer una ecuación que exprese cuantitativamente la dependencia de una variable —generalmente denominada dependiente Y— con respecto a otras variables consideradas en principio como independientes, y denominadas X. En este caso, la variable dependiente Y expresa el puesto que ocupa una cuadrícula (casilla) dentro de una escala, y las variables independientes son los impactos que una determinada hipótesis produce en las unidades a que pertenece esa casilla para los nueve temas considerados.

Para el análisis se han seleccionado un conjunto de casillas mediante muestreo parcialmente al azar, dividiendo previamente el territorio en siete zonas que se corresponden con las unidades obtenidas en el tema de GEOMORFOLOGIA. A continuación, dentro de cada zona, se han tomado al azar 10 cuadrículas, obteniéndose un total de 70 para todo el territorio estudiado.

Seguidamente, para cada hipótesis de uso, se efectuó una ordenación de las cuadrículas según el interés que presentaban, en cuanto a los aspectos geomorfológicos considerados en el estudio; el criterio que se siguió para la ordenación fue el de conservación global, asignando el primer puesto a la casilla con más interés de conservación y, el último a la que presenta menor interés. De esta

CUADRO 1  
**DIAGNOSTICO EVALUACION  
 Y CARTOGRAFIA  
 DE IMPACTOS**





CUADRO 2

PROGRAMA IMPAMAP



MAPA 2 - MAPA DE IMPACTO DE RUIDO REPTOTES, AREA RESIDENCIAL

CASI CASTELLÓ - CONEXIÓN A 4656 PÉDROS CUARNADOS

VALOR "L<sub>10</sub>" 2,49  
 VALOR "MÉDIO" 20,46  
 PASO: 2,55

L <sub>10</sub>	L <sub>50</sub>	L <sub>90</sub>	L <sub>100</sub>	L <sub>1000</sub>	L <sub>10000</sub>	L <sub>100000</sub>	L <sub>1000000</sub>	L <sub>10000000</sub>	L <sub>100000000</sub>	L <sub>1000000000</sub>	L <sub>10000000000</sub>	L <sub>100000000000</sub>	L <sub>1000000000000</sub>	L <sub>10000000000000</sub>	L <sub>100000000000000</sub>	L <sub>1000000000000000</sub>	L <sub>10000000000000000</sub>	L <sub>100000000000000000</sub>	L <sub>1000000000000000000</sub>	L <sub>10000000000000000000</sub>
2,49	20,46	2,55																		



forma, se obtuvieron cuatro sistemas de 70 ecuaciones, uno para cada hipótesis y que responden a la expresión general:

$$Y_{ji} = b_{0i} + b_{1i}X_{1i} + b_{2i}X_{2i} + \dots + b_{ni}X_{ni}$$

donde  $Y_{ji}$  es el lugar que ocupa la casilla  $j$  en la escala o jerarquía de sacrificio cuando se aplica la hipótesis  $i$ ;  $X_{ni}$  es el impacto provocado por la hipótesis  $i$  en la unidad de geomorfología a que pertenece la casilla  $j$  para el aspecto  $n$  (en este caso,  $n = 3$ ), y los coeficientes  $b_{ni}$  son los factores de ponderación, y nos indican la relación que guarda el impacto del aspecto  $n$  en la ordenación global de la casilla, así como su relación con los demás aspectos.

El mismo procedimiento se siguió para la ponderación de los impactos temáticos, utilizándose también la misma subpoblación de casillas, y obteniéndose, por tanto, otros cuatro sistemas de 70 ecuaciones que obedecen a la misma expresión anterior. No obstante, en este caso  $X_{ni}$  es el impacto provocado por la hipótesis  $i$  en la unidad del tema  $n$  a la que pertenece la casilla (es decir,  $n = 9$ ), y los coeficientes  $b_{ni}$  serán los factores de ponderación de los impactos de los  $n$  temas para la hipótesis  $i$ .

Las ponderaciones obtenidas por este procedimiento son extrapolables al resto del territorio y los impactos modificados por los coeficientes sí pueden ser sumados, puesto que ya se refieren a un solo concepto y están en una misma escala.

En el Cuadro 1 aparecen recogidas, de forma esquemática, las fases de diagnóstico y evaluación de impactos expuestas anteriormente.

Para el tratamiento de los datos se ha utilizado el programa IMPAMAP que consta de tres fases escritas en FORTRAN V (GONZALEZ BERNALDEZ *et al.*, 1974). La primera fase o rutina CARGA realiza la codificación y almacenamiento de la información cartográfica en dos ficheros. A partir de ella, se puede obtener una cartografía temática en la que aparece cada casilla del territorio con la unidad que le corresponde para cada tema por separado.

La segunda fase o rutina PROCESO realiza todos los cálculos de ponderación y evaluación de impactos totales para cada casilla y modalidad de uso, obteniéndose una cartografía numérica de aquéllos.

La tercera fase o rutina MAPA corresponde a la cartografía de los impactos en una escala de diez tonalidades, imprimiendo un tono más o menos oscuro según que el impacto sea más o menos grave.

En el Cuadro 2 aparecen representadas, de forma esquemática, las distintas fases del programa. Para más detalles sobre las mismas, ver MARTIN DE AGAR (1983).

## RESULTADOS

El análisis automático de la información ha llevado a la obtención de diez mapas de impactos a escala aproximada 1/18.000. De estos, ocho corresponden a las cuatro hipótesis de uso consideradas, y los otros dos a una combinación de las hipótesis 1 (Expansión de núcleos urbanos) y 4 (Área de esparcimiento).

A cada hipótesis o combinación de éstas le corresponden dos mapas, uno numérico en el que aparecen todas las cuadrículas con el valor del impacto total para esa hipótesis, y otro de tonalidades resultante

de dividir el rango de variación del impacto en 10 clases de tonos, asignando a cada una una trama de distinta intensidad. Esto permite la rápida visualización y comprensión de las distintas respuestas a las hipótesis consideradas según la potencialidad del territorio.

Asimismo, y también para cada hipótesis o combinación de éstas, se ha obtenido un mapa reducido a escala aproximada 1/60.000, en el que cada símbolo corresponde a una clase de tonalidad. Este mapa resulta más manejable que los anteriores, sobre todo cuando se trata de áreas muy extensas y los mapas que se obtienen son excesivamente grandes para trabajar.

En este trabajo se presentan todos los mapas de tonalidades obtenidos. En cuanto a los mapas de impactos numéricos y a los mapas reducidos, sólo se presenta un ejemplar de cada uno, ambos correspondientes a la modalidad de combinación de hipótesis realizada en el estudio.

El *Mapa 1* corresponde a la hipótesis «*Expansión de núcleos urbanos*». En ésta, el rango de valores de los impactos se sitúa entre  $-14,65$  (impacto máximo) y  $-3,61$  (impacto mínimo). Los valores más bajos (de  $-3,61$  a  $-5,82$ ) se dan en el límite norte del área de estudio, que corresponde a los sectores más degradados próximos al polígono industrial de Espinardo, y a algunos tramos que se encuentran ocupados por plantaciones recientes de agrios.

Valores algo más elevados (de  $-5,82$  a  $-9,13$ ) se presentan en las inmediaciones de la vega, generalmente entre las pedanías que la circundan al norte y al sur; también en las plantaciones de agrios que ocupan la parte de Guadalupe y en algunos enclaves aislados de la Sierra de la Cresta del Gallo, con poca pendiente y visibilidad reducida, se dan valores moderados.

En la porción N-NE en la que se localizan las cabeceras de las ramblas, sectores de eriales y plantaciones de agrios, se dan impactos más elevados (de  $-9,13$  a  $-11,34$ ), encontrándose también valores de este grado en la vertiente norte de los relieves que circundan la vega por el sector de Monteagudo. Asimismo, en el tramo del río Segura que discurre desde Murcia hacia abajo, los impactos por esta actividad se sitúan en  $-11,3$ .

Dentro del sector de la vega, los impactos varían entre  $-11,34$  y  $-13,55$ , aumentando éstos en dirección Santomera-Murcia desde los





sectores ocupados por cítricos en bancales hasta las plantaciones mixtas de arbóreo y herbáceo que se extienden por la vega.

En la Sierra de la Cresta del Gallo se presentan valores entre  $-11,34$  y  $-12,44$ , que corresponden a los sectores de monte descubierto y a los tramos inferiores y medios de las ramblas que surcan los relieves.

En el canal de El Reguerón y en el río Segura antes de su entrada en Murcia, los impactos oscilan entre  $-11,3$  y  $-12,4$ .

En las laderas de pendiente acusada de los relieves del norte se alcanzan los mismos valores, aumentando éstos en las áreas de vegetación densa de la Sierra de la Cresta del Gallo (impactos de  $-12,4$  a  $-13,5$ ). Asimismo, los impactos máximos se dan también en esta Sierra, coincidiendo con las áreas mejor conservadas, de pendiente más acusada y con vistas hacia Murcia.

El *Mapa 2* representa los impactos obtenidos al aplicar la hipótesis «*Area residencial*». Los valores resultantes oscilan entre  $-20,46$  y  $2,69$ .

La visualización del mapa permite detectar como zonas más favorables para esta actividad los eriales que se presentan en el sector N-NW y los suelos ocupados por plantaciones recientes de agrios en la misma zona. En todos estos tramos se dan valores positivos (de  $2,69$  a  $0,37$ ). También en los sectores de monte descubierto que aparecen en las proximidades de los núcleos residenciales ya existentes en la Sierra de la Cresta del Gallo, se dan impactos positivos en dirección a las pedanías situadas al pie del monte.

Impactos más elevados (de  $0,37$  a  $-6,57$ ) se dan en los bordes de la carretera del Puerto de la Cadena, entre las pedanías que bordean la vega al pie de la cadena montañosa de la Cresta del Gallo, y en las áreas periurbanas de Guadalupe, Churra, Cabezo de Torres y de Monteagudo a El Esparragal.

En los relieves situados al norte de La Ñora y de Monteagudo se presentan valores algo más elevados (de  $-6,57$  a  $-11,20$ ), aumentando éstos en dirección a la vega desde Santomera y Espinardo a Murcia, donde se alcanzan valores de  $-13,5$ . También en los sectores de cultivos arbóreos del sector W de la huerta, así como en el Segura y El Reguerón y en las zonas periurbanas de La Alberca y Santo Angel, en el piedemonte de la Cresta del Gallo, los impactos son del mismo grado.

En las márgenes del Segura donde los riesgos de inundación son elevados, y en todo el sector de agrios que bordean el río, los impactos son más elevados (de  $-13,5$  a  $-15,8$ ), al igual que en las plantaciones de herbáceos y de cultivos mixtos situados en las áreas periurbanas de la ciudad de Murcia.

En los cabezos que circundan la vega en el sector N, los impactos alcanzan valores más extremos cuanto mayor es la pendiente y más elevada la visibilidad desde la vega.

No obstante, las superficies más extensas con impactos más negativos corresponden a todo el sector de la Cresta del Gallo, con valores que van desde  $-15,8$  en las ramblas que recorren la sierra, hasta  $-20,5$  en todo el sector de monte, incluidas las áreas rocosas de pendientes más abruptas.

Los impactos obtenidos por la aplicación de la hipótesis «*Parque industrial*» se encuentran recogidos en el *Mapa 3*. El rango de valores oscila entre  $-25,75$  y  $-3,78$ .

En el mapa se puede observar una polarización en cuanto a la frecuencia de observaciones (número de casillas) que se encuentran dentro de cada clase de tonalidad, siendo las clases 6 a 9 (de  $-17,0$  a  $-25,75$ ) las que recogen la mayor proporción del territorio estudiado.





Los impactos más bajos (de  $-3,78$  a  $-10,37$ ) se localizan en todo el sector norte coincidiendo con los eriales y las plantaciones de agrios que existen entre La Ñora y Espinardo, así como entre Espinardo y Cabezo de Torres, y Montegudo y El Esparragal.

También en las proximidades de El Palmar, y en las zonas periurbanas de los núcleos de La Alberca, Santo Angel y Algezares, se presentan impactos bajos (de  $-8,2$  a  $-10,4$ ), aumentando éstos en los alrededores de Los Garres (de  $-10,4$  a  $-12,6$ ).

En el río Segura y en el tramo del Canal de El Reguerón que discurre desde La Alberca hasta su confluencia con aquél, los impactos son moderadamente altos (de  $-12,6$  a  $-14,8$ ), mientras que en el tramo del canal que discurre desde El Palmar a La Alberca, los valores son mayores (de  $-14,8$  a  $-17$ ), al igual que en los tramos inferiores de las ramblas que recorren la parte norte del área de estudio.

En cuanto a los sectores de huerta, los valores oscilan entre  $-14,8$  y  $-19,2$ , dándose los impactos menores en las plantaciones recientes de agrios del área norte, y las mayores en toda la vega sin distinción del tipo de cultivo existente en esta zona.

Algo más elevados son los impactos obtenidos por la localización hipotética de industrias en los tramos superiores de las ramblas que recorren el sector norte, y en las pequeñas plantaciones que ocupan algunas laderas de la Sierra de la Cresta del Gallo (de  $-19,2$  a  $-21,4$ ).

Por último, los impactos más elevados (de  $-21,4$  a  $-23,6$ ) se presentan en los tramos medio y bajo de las ramblas y en los sectores rocosos de la Cresta del Gallo, así como en los sectores de pinar abierto de los relieves del norte alcanzando los valores extremos (hasta  $-25,7$ ) en el resto del monte y en las áreas de vegetación densa y pendiente elevada de los cabezos del NE.

El *Mapa 4* corresponde a los impactos obtenidos al aplicar la hipótesis «*Area de esparcimiento*» a todo el territorio. En este caso, el rango de valores va desde  $-27,44$  a  $-6,76$ .

En el mapa se observa que los impactos más bajos (de  $-6,76$  a  $-10,9$ ) se dan en el límite norte del área de estudio, desde Espinardo a Santomera, el cual coincide con las zonas de erial y con las plantaciones recientes de agrios que ocupan todo este área.

En el límite sur de la vega, concretamente entre las pedanías de piedemonte de la Cresta del Gallo, y en las zonas de erial que aparecen en las proximidades de El Palmar también se dan impactos del mismo grado que en el sector norte.

En el Canal de El Reguerón se observa una variación en los impactos según el tramo que se considere. Así, en la porción que discurre desde La Alberca hasta aproximadamente 1,5 kms. antes de su confluencia con el Segura, los impactos son bajos (de  $-8,8$  a  $-10,9$ ), mientras que en la zona que fluye por El Palmar y en el tramo final, los impactos son algo más elevados (de  $-11$  a  $-13$ ), y similares a los obtenidos a lo largo del río Segura.

En el sector de vega los impactos varían entre  $-11$  y  $-17$ , observándose los más bajos, esencialmente, en las áreas de cultivos herbáceos y mixtos, y los más elevados en las plantaciones arbóreas.

Dentro de las áreas de monte se observan algunos enclaves en las proximidades de Los Teatinos, en donde se dan impactos bajos o moderados ante las actividades de esparcimiento. Por el contrario, en las zonas más extensas ocupadas con una vegetación poco densa y en los tramos inferiores de las ramblas y vaguadas, así como en los núcleos de pinar denso que ocupan pequeñas superficies de monte, los impactos se hacen más elevados (de  $-17$  a  $-21$ ). También en las ramblas del sector N se encuentran impactos de este grado.

No obstante, las áreas menos adecuadas para actividades de recreo se corresponden con las zonas de monte ocupadas por una vegetación densa y con pendiente elevada, en donde los impactos son de  $-27,4$  dándose valores algo menores cuando se trata de monte descubierto o con vegetación rala.

En resumen, se observa que los impactos de mayor grado resultantes de la aplicación de las distintas hipótesis consideradas en la zona de Murcia, se producen en las áreas de monte, tanto de los cabezos del sector norte como de la Sierra de la Cresta del Gallo. Estos impactos son tanto más extensos cuanto mayor es la pendiente y menor la cubierta vegetal (riesgos de erosión elevados), alcanzándose los valores extremos en los puntos de mayor altitud de la sierra mencionada, en los que se presentan una vegetación densa constituida por restos de las comunidades originales que poblaban estos relieves.

También en los sectores rocosos de monte, se observan unos impactos tanto más elevados cuanto más intensas han de ser las modificaciones del terreno necesarias para implantar la actividad que se considere.

Los impactos de menor grado con valores incluso positivos en algunos de los casos analizados, se presentan siempre en las zonas de eriales y de suelos degradados con escasa pendiente. También se observan impactos de poca intensidad en los sectores del límite norte del área de estudio que se encuentran ocupados por plantaciones de agrios realizadas recientemente.

En el sector de vega, los impactos son, por lo general, moderadamente elevados para las actividades que implican pocas modificaciones del terreno, necesitando superficies muy reducidas (ver, por ejemplo, área de esparcimiento). La localización en esta zona de actividades más drásticas en cuanto a los requerimientos que demandan, lleva consigo unos impactos significativamente elevados (por ejemplo, la expansión de los núcleos urbanos hacia este sector). En cualquier caso, los valores más altos se presentan en las proximidades del río, en las zonas con riesgo de inundación elevados, y en las plantaciones arbóreas, y mixtas de arbóreas y herbáceas, dándose un descenso general en las plantaciones herbáceas, tanto más cuanto más al NE de la zona se encuentran.

Por último, los *Mapas 4.3a* (mapa numérico), *4.3b* (mapa de tonos) y *4.3c* (mapa reducido) reflejan los resultados obtenidos en el tratamiento simultáneo de las hipótesis «*Expansión de núcleos urbanos*» y «*Área de esparcimiento*». La localización de éstas en el territorio se ha realizado dividiendo el mismo en dos partes similares, mediante el trazado de una línea imaginaria por el centro del área en dirección N-S. A la mitad occidental se le ha asignado la primera de las hipótesis señaladas y a la mitad oriental la segunda. Con esta división artificial del territorio, se pretende recoger el máximo de variación en las respuestas que presentan los distintos puntos del espacio ante las hipótesis aplicadas, al abarcar cada una de ellas todos los sistemas que comprende la zona, desde áreas naturales hasta los sectores de eriales.

El rango de los impactos oscila entre valores de  $-3,6$  y  $-27,4$ . Al igual que en los casos anteriores, los impactos de menor grado se localizan en el norte del área de estudio, coincidiendo con los sectores de eriales y con algunas plantaciones de agrios situados al NW de Guadalupe, entre Churra y Cabezo de Torres y, en general, en todo el límite N-NE (impactos de  $-3,6$  a  $-8,4$ ). También, entre las pedanías que circundan la vega al sur, se observan valores similares. Así, entre La Alberca y El Palmar, los impactos son de  $-5,6$  a  $-8,3$  (excepto en el tramo de la rambla del Puerto), aumentando a  $-9,3$  entre Santo Angel y Algezares y en las proximidades de El Palmar en dirección W. (impactos de  $-10,9$  a  $-13,5$ ).



En el sector de huerta, los impactos varían entre  $-10,8$  y  $-15,5$  no observándose diferencias entre los diversos tipos de plantaciones afectados por una u otra hipótesis. Entre estos valores se sitúan también los obtenidos en los cursos de agua que discurren por la zona.

Impactos de mayor grado corresponden a las zonas de monte y, concretamente, a los sectores situados en la franje E en que se ha aplicado la hipótesis «Áreas de esparcimiento», puesto que en la parte occidental los valores más altos no rebasan la cifra de  $-15,5$ , observada en el sector de la huerta.

En la Sierra de la Cresta del Gallo se detecta claramente el paso de una hipótesis a otra, de forma que en la zona más oriental los impactos son significativamente mayores que los de la parte occidental. No obstante, en ambos casos los valores corresponden a un grado de impacto más elevado de los que se obtenían para cada hipótesis por separado.

En los cabezos situados al norte de El Esparragal, y en las laderas descubiertas o que presentan una cubierta de pinar poco densa localizadas en la vertiente izquierda del barranco del Sordo, los impactos varían de  $-23,1$  a  $-25,2$ .

En la vertiente sur de los cabezos del sector norte, en donde se dan pendientes acusadas, así como en las cabeceras de las ramblas de la zona NW, los impactos se elevan a  $-26,8$  y  $-25,4$  respectivamente, lo mismo que en las áreas rocosas y más abruptas y ramblas de la Sierra de la Cresta del Gallo.

No obstante, los valores más altos (de  $-26,9$  y  $-27,0$ ) para cualquiera de las dos hipótesis aplicadas, corresponden a las áreas mejor conservadas de la cadena prelitoral como son las zonas de encinar del límite W de la sierra, las plantaciones de pinares que se presentan en formación relativamente cerrada, y el tramo alto y medio del barranco del Sordo.

Asimismo, en los relieves que se levantan al norte de Monteagudo se observan impactos muy significativos (de  $-27,4$ ), que coinciden con los pequeños núcleos de pinar que cubren estos cabezos y con las áreas de mayor pendiente en las que los riesgos de erosión son elevados.

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

Como ya se señaló en la introducción de la primera parte de este trabajo (MARTIN DE AGAR *et al.*, 1984), compaginar la utilización de los recursos naturales con una gestión ambiental adecuada representa una ardua labor si se busca dar solución a las actuales necesidades sociales que aumentan paralelamente al crecimiento de la población humana.

En este sentido, se puede considerar que la metodología aplicada al área de Murcia resulta de gran utilidad en la búsqueda de sectores donde la localización de las diversas actividades es menos conflictiva o minimiza su impacto.

No obstante, hay que hacer notar algunas modificaciones que se obtienen en el análisis simultáneo de las hipótesis «Expansión de núcleos urbanos» y «Área de esparcimiento». En primer lugar, si se examina el mapa 1 correspondiente al análisis de impactos considerando la primera hipótesis, se puede observar gran número de casillas con impactos altos (clases 6-7), abarcando todo el sector de vega.

Por otra parte, al considerar esta sola hipótesis, el rango de impactos es mucho más estrecho (de  $-14,5$  a  $-3,6$ ) que cuando se consideran las dos hipótesis simultáneamente (de  $-27,4$  a  $-3,6$ ). A la vista de este resultado hay que hacer varias consideraciones:

En primer lugar, la hipótesis de «Expansión de núcleos urbanos» es una actividad con una incidencia muy alta en el medio, de forma que el impacto o es muy alto (muy intenso) o es muy bajo (muy débil) no admitiéndose soluciones intermedias en cuanto a la forma de llevar a cabo esta actividad.

Por el contrario, cuando se aplica de forma aislada la hipótesis «Áreas de esparcimiento», las observaciones en cada clase de impacto se encuentran más repartidas, si bien la frecuencia más elevada se da en las clases de impacto de grado bajo, que abarcan todo el sector de la vega. Asimismo, el rango de variación que presentan los impactos al aplicar esta hipótesis resulta mayor que en la otra ( $-27,4$  a  $-6,7$ ), lo cual es lógico ya que se trata de una actividad menos «dura», permitiendo una mayor flexibilidad en cuanto a necesidades de infraestructura, superficie a ocupar, servicios anejos, etc.

Al analizar las dos hipótesis conjuntamente, los valores numéricos de los impactos en cada una de las casillas a las que se ha aplicado cada

hipótesis son los mismos que los obtenidos en éstas al considerar las hipótesis por separado. Sin embargo, el grado de tonalidad que aparece ahora más frecuente es el de la clase 3, que abarca toda la vega y la porción occidental de la Cresta del Gallo donde se ha aplicado la primera hipótesis (Expansión de núcleos urbanos).

Este descenso en el grado del impacto obedece a un cambio en el rango de valores cuando se combinan las dos hipótesis, de forma que los impactos de —11 a —13, que en la hipótesis de núcleos urbanos correspondían a las clases 7-8, ahora pasan a la clase 3, desplazados por los valores más extremos de la hipótesis «Áreas de esparcimiento».

Estos resultados ponen de manifiesto el interés del análisis simultáneo de varias hipótesis en tanto en cuanto permite ir asignando cada actividad a aquellas casillas donde los impactos son más bajos para la misma; de esta forma se puede llegar a un mapa «blanco» donde el rango de valores es muy reducido y recoge los impactos de poca magnitud (no hay que olvidar que las diez clases de tonos permanecen, si bien la frecuencia de aparición de los tonos más oscuros tenderá a disminuir).

En todas las alternativas de utilización del territorio analizadas en el estudio, se han observado sectores en los que las actividades resultan más adecuadas sin necesidad de introducir grandes modificaciones en aquellos que ya presentan un uso adecuado a sus características.

Así, una actividad interesante de realizar dentro de la zona de la huerta sería la creación de pequeños parques o áreas de esparcimiento que estuvieran integrados en el medio rural y próximos a la ciudad de Murcia, sirviendo a ésta como áreas de recreo a la vez que permitirían acercar al habitante del medio urbano al medio agrícola, tan próximo a él y tan ignorado en la mayoría de las ocasiones.

Otra zona eminentemente conflictiva la constituye la Sierra de la Cresta del Gallo, y más concretamente el sector comprendido dentro del Parque Natural de Monte El Valle. Dejando a un lado la figura de espacio natural protegido bajo la cual se ha recogido esta zona, resulta un tanto anecdótico que, desde su creación en 1979, no se haya elaborado aún un Plan de Ordenación Integral que contenga las medidas de conservación, preservación y disfrute y la normativa correspondiente aplicable a dicho Parque Natural. Es por ello, que en este estudio las distintas hipótesis de uso han sido aplicadas sin considerar las normas que regulan los parques naturales, ya que las actividades que tienen lugar en la zona hasta el momento no están controladas (creación de nú-

cleos residenciales, canteras, etc.) y, por tanto, era necesario hacer un análisis de la zona sin tener en cuenta las posibles limitaciones que se derivarían del plan de ordenación previsto.

El análisis refleja que hay sectores en los cuales la construcción de «chalés» o la implantación de cultivos implicaría un impacto de poca magnitud, de la misma forma que en zonas ya utilizadas para algunas de estas actividades los impactos serían más considerables.

Esta contradicción indica la necesidad urgente de establecer unas normas de gestión y utilización racional de este amplio sector que está llamado a servir de zona de esparcimiento tanto para Murcia como para los demás núcleos próximos al monte, y que carecen de un espacio adecuado para el contacto con la naturaleza. No obstante, ello requiere un análisis detallado de la capacidad de acogida de la zona, y la creación de sendas ecológicas, evitando la aglomeración de visitantes en unas áreas concretas. Esto es, deslindar y someter a distintas medidas de protección todo el área de monte o sierra.

Respecto a los cabezos que circundan la vega al norte, las zonas mejor conservadas pueden ser utilizadas como áreas de recreo por los habitantes de los núcleos pedáneos próximos a aquellos, y en los cuales tampoco existen zonas de esparcimiento adecuadas.

Un problema acuciante que ha quedado reflejado a lo largo del estudio, es la creciente expansión urbana. La localización de esta actividad presenta como puntos menos conflictivos todo el límite norte del área de estudio en dirección a Molina de Segura, utilizándose también los sectores que quedan entre los núcleos pedáneos, si bien en estas zonas es necesario mantener unas infraestructuras acordes con las características físicas y paisajísticas del terreno (edificaciones de tres a cinco plantas y con espacios verdes entre éstas) siendo también adecuadas para la creación de residencias secundarias.

Respecto a la ciudad de Murcia, su localización sobre un suelo eminentemente agrícola, y donde existen serios problemas relacionados con el microclima y el relieve (frecuencia de inversión térmica, riesgos de inundación, etc.) hacen del todo inadecuada su expansión a lo largo del eje del Segura.

El establecimiento de industrias, las previsibles nuevas vías de comunicación y, sobre todo, la grave crisis agrícola ya iniciada pero que se verá acentuada con la aparición de los nuevos regadíos establecidos con el Trasvase, lleva a la huerta a una situación crítica de la que sólo

puede ser salvada por una planificación racional a largo plazo. En ésta se ha de considerar la restauración de los aparatos elevadores de agua que aún aparecen dispersos por la huerta y que constituyen una parte esencial del paisaje agrícola de este sector.

En cuanto a las áreas industriales, su actual localización al norte de la zona de estudio resulta la más óptima al ocupar suelos poco productivos, situados en una zona topográficamente más elevada donde se dan unas condiciones microclimáticas adecuadas para esta actividad (capacidad de dispersión atmosférica alta, ausencia de inversión térmica, etc.). Por tanto, es aconsejable que el curso de crecimiento sea en dirección norte como se ha detectado en el análisis de impactos. En este sentido, resulta paradójica la realización del actual «Campus Universitarii» en este sector; su localización necesitaría un estudio detallado como núcleo institucional que presenta unas características muy peculiares, enormemente contrastadas con las de otros tipos de núcleos residenciales y urbanos.

Por último, un problema ya citado en MARTIN DE AGAR *et al.* (1984) lo constituyen las inundaciones de las áreas inmediatas a los cursos de agua y las adversidades derivadas de ellos. En cualquier caso, resulta aconsejable evitar la invasión de estos sectores por usos que impliquen el desarrollo e instalación de infraestructuras, siendo aconsejable su utilización para cultivos resistentes a las inundaciones.

En resumen, el análisis del territorio contemplado en este estudio lleva a señalar unas actuaciones urgentes en el mismo, y que se concretan en los siguientes puntos:

—El casco urbano de Murcia y el área industrial deben de extenderse en dirección norte, entre Molina de Segura y Santomera, evitando la ocupación de la huerta por instalación de viviendas, naves industriales, etc.

—De la misma forma, las áreas residenciales deben de localizarse al norte de las pedanías existentes entre Guadalupe y El Esparragal, adecuándose siempre a las características de relieve y paisajísticas que configuran el territorio.

—Se han de controlar los vertidos a los cursos fluviales y remodelar las márgenes de los mismos, mediante plantaciones de setos y regeneración de la vegetación de ribera.

—Es necesaria una reforestación adecuada de las cabeceras y márgenes de las ramblas y evitar cualquier utilización de las mismas que conlleve instalaciones o la modificación de sus cauces.

—Se han de crear pequeños parques urbano-rurales en zonas de huerta próximas a la ciudad de Murcia.

—Por último, se recomienda la tipificación del sector de sierra de toda la cordillera sur de Murcia como Parque Regional, realizando deslindes en distintas zonas y sometiéndolas a diferentes grados de conservación.

#### AGRADECIMIENTOS

Los Dres. Sancho Royo, Fernández Alés, González Bernáldez y Ródenas Lario, han puesto a nuestra disposición el sistema IRAMS de una forma cordial y desinteresada.

Para la implementación del programa IMPAMAP en el ordenador del Centro de Procesos de Datos de la Universidad de Murcia, ha sido imprescindible la colaboración del Dr. Luis Murcia y de las demás personas que componen el Centro.

## BIBLIOGRAFIA

- GOMEZ OREA, D., (1978). *El medio físico y la planificación*. Cuadernos del CIFCA, 10 y 11. Madrid.
- GONZALEZ BERNALDEZ, F., MARTIN DE AGAR, R., RODENAS LARIO, M. y F. SANCHO ROYO, (1974). Un système d'enregistrement et minimisation des impacts sur l'environnement: IRAMS. *Colloque International «Informatique et Environnement»*. Fond. Univ. Belge. Arlon.
- MARTIN DE AGAR, M.P., (1983). *Ecología y planeamiento territorial: metodología y estudio de casos en la Región Murciana*. Tesis Doctoral, Universidad de Murcia, 650 pp. (Inédita).
- MARTIN DE AGAR, M.P., TORRES MARTINEZ, A., y L. RAMIREZ DIAZ (1984). Ecología y organización del territorio: el caso de la aglomeración urbana de Murcia y su área de influencia. I. Prospección y sectorización temática. *Mediterránea. Ser. Biol.*, 7: 203-257.
- RODENAS LARIO, M. (1977). *Planificación urbanístico-ecológica: problemática de tratamiento de datos y sectorización*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla. Sevilla (Inédita).
- SANCHO ROYO, F., FERNANDEZ ALES, R. GONZALEZ BERNALDEZ, F. y M. RODENAS LARIO (1981). *Sistema IRAMS: evaluación de alternativas de uso en la ordenación integral del territorio*. Serv. Pub. Universidad de Sevilla. Sevilla, 102 pp.