

ESTUDIO DIACRÓNICO DE LOS USOS DEL SUELO: INFLUENCIA DE LAS SUPERFICIES DE CAMBIO SOBRE EL PAISAJE VEGETAL DE LA SIERRA DE SANTA POLA

Jerónimo Buades Blasco

E-mail: jbuadesblasco@gmail.com

Juan Antonio Marco Molina

E-mail: ja.marco@ua.es

MEDSPA (Grupo de Investigación Dpto. de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física). Universidad de Alicante.

RESUMEN

Los cambios de uso del suelo son, sin lugar a dudas, la cara más visible de la interacción entre las fuerzas de la naturaleza y la actividad secular que desarrolla el ser humano sobre el territorio. Analizar este tipo de interacciones posibilita establecer los patrones de cambio que han configurado, en un marco temporal determinado, el paisaje vegetal de un ecosistema. Se plantea la aplicación de un estudio diacrónico, fundamentado en el análisis de las coberturas de usos del suelo y de vegetación, cartografiadas en relación con la categorización, jerarquización y clasificación de las mismas, establecidas en niveles de detalle orientados a la representación cartográfica a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Palabras Clave: Estudio diacrónico, Niveles de detalle, Superficies de cambio, Base de datos.

ABSTRACT

Land Use changes are, without doubt, the most visible face of the interaction between the forces of nature and secular activity which the human develops on the territory. Analyze this type of interaction allows to establish the patterns of change that have been configured in a certain time frame, the vegetation of an ecosystem. By applying a diachronic study, based on the analysis of the coverage of land use and vegetation, mapped in relation to the categorization, ranking and classifying by levels of detail to map with GIS.

Key Words: Diachronic study, Levels of detail, Exchange surfaces, Database.

1.- INTRODUCCIÓN

Las dinámicas socioeconómicas acontecidas en la Comunidad Valenciana desde la segunda mitad del siglo pasado han tenido, como todo fenómeno humano, su impronta sobre el territorio, en este caso, un territorio dinámico, la Sierra de Santa Pola (Alicante), que se presenta como un observatorio privilegiado para la investigación avanzada y un área necesitada de reflexiones, análisis y propuestas integradas. Este hecho está justificado por la interacción milenaria entre procesos naturales y la acción antrópica y, en las últimas décadas, por las nuevas actividades humanas y la ordenación territorial, representadas ambas por

las nuevas fórmulas urbanas de ocupación del suelo, los nuevos modelos urbano turísticos y las repercusiones sobre las estrategias de planificación, ordenación y gestión del territorio. Atendiendo a la evolución histórica reciente del paisaje vegetal del espacio que nos ocupa, se aborda una cuestión de primer orden, ¿qué agentes naturales y antrópicos han modelado la realidad presente?

En este sentido, se plantea un estudio diacrónico de los usos del suelo como exponente máximo para el conocimiento de la evolución de los mismos y la influencia de éstos sobre el paisaje vegetal de la Sierra de Santa Pola en un intervalo de 50 años (1956-2006), periodo caracterizado por el

cambio de la sociedad local de una economía de subsistencia sustentada en el sector primario, a una sociedad terciarizada enfocada al sector servicios ligado al turismo estacional de segunda residencia. De este modo, esta realidad evolutiva ha configurado un escenario territorial dominado por la fragmentación de hábitats y ecosistemas a escala local y, en particular, se ha visto acrecentada la insularidad natural de este espacio natural. Esta circunstancia pone en serio peligro la pervivencia de este territorio, ya que las sinergias necesarias para mantener la funcionalidad de este ecosistema terrestre se han visto alteradas en este periodo de tiempo por comprometidas políticas de planificación y gestión territorial.

El estudio diacrónico de los usos del suelo responde directamente a un diagnóstico de los mismos. Hacer referencia al paisaje vegetal hace necesario el conocimiento de éste, es decir, a qué responde la actual distribución. Paisaje vegetal cuya aproximación cabe hacerla desde una perspectiva antropocéntrica, ya que el paisaje es una construcción humana, donde las interrelaciones entre los elementos abióticos, bióticos y antrópicos han configurado la realidad presente en el ámbito geográfico que nos ocupa y, en otros territorios del levante español, como muestran los trabajos de (Martínez, 2000) y (Peña, 2007). En suma, partimos de la premisa del "estudio del paisaje vegetal como un paisaje humanizado" (García, 2002). Realidad que es dinámica, consecuencia directa de la actividad que los agentes del medio desarrollan a diferentes escalas temporales. En este sentido, el estadio temporal de un determinado espacio natural es derivado de un previo proceso evolutivo de los agentes del medio, cuyas sinergias derivan en el arquetipo psicológico que el ser humano ha construido a partir de la percepción de la sociedad que lo integra. De este modo, debemos entender el paisaje, en general, y el paisaje vegetal, en particular, como realidades construidas por las fuerzas intrínsecas y extrínsecas que rigen su funcionalidad. Por ello, es necesario indicar que para el conocimiento del citado paisaje vegetal se ha elaborado un estudio pormenorizado de las comunidades vegetales que lo integran, así como una cartografía de éstas a escala de detalle (1:5.000). De este modo, el método para la cartografía de la cobertura, del uso y de la vegetación se basa en el conocimiento previo de las características geográficas e históricas del territorio con el análisis de los factores condicionantes del uso del suelo y de la vegetación, en el establecimiento de la tipología (leyenda), en la fotointerpretación, en el trabajo de campo, en la entrada de la infor-

mación en un SIG, y en su análisis, tratamiento e interpretación (Panareda, 2004).

Una tarea que en cualquier estudio de paisaje desde un punto de vista geográfico en el que se busque, no sólo la definición o delimitación de las unidades, sino también una comprensión de su dinámica, es preciso y práctico partir de la situación actual, conocimiento en el que adquiere una gran relevancia el trabajo de campo apoyado en el análisis de la fotografía aérea y la encuesta a lugareños. A partir de este punto, se hace una visión retrospectiva hacia el pasado, donde de nuevo la fotointerpretación es fundamental, así como la consulta de fuentes documentales, si se dispone de ellas. De este modo, la comprensión de la organización tradicional del espacio estudiado y su evolución a otra estructura es más rápida y factible (Padilla, 2000).

La Sierra de Santa Pola (34'8 km², 59'79%) del municipio de Santa Pola (figura 1), ampara todos los sectores elevados del relieve que integran el término municipal. Sita en el extremo nororiental de la fosa intrabética, en el sector meridional alicantino, se trata de un espacio geomorfológicamente interesante por su singularidad y, a su vez, por su insularidad.

Desde un punto de vista geomorfológico, nos encontramos ante un espacio dominado por terrenos de edad neógena y con acusada apariencia domática, basculado ligeramente hacia el oeste y abovedado hacia sus extremos. De ahí que pese a su escasa altitud (147 mts s.n.m.), su morfología y entornos circundantes -áreas deprimidas y áreas lacustres-, le confieren la característica de elemento destacado del relieve (Díez, *et.al*, 2003).

Internamente, la morfología de este domo neógeno está definida por la alternancia entre sectores deprimidos -*barrancs* y *canalets*- y sectores elevados dominados por extensas superficies aplanadas -*pla*-. Este esquema se encuentra interrumpido en el extremo oriental, sudoriental y, en determinados barrancos, por un cantil continuo cuyo talud asociado avena la esorrentía hacia los sectores más deprimidos. Espacios deprimidos que reciben los aportes hídricos de la red de avenamiento del domo calcáreo, desde su centro a la periferia a través de tortuosos barrancos sobreimpuestos que conforman conos aluviales, definidos como espacios de transición entre la Sierra de Santa Pola y la fosa intrabética (Mateu, 1982).



Figura 1.- Localización de la Sierra de Santa Pola, Baix Vinalopó, Alicante.

A tenor de las características fisiográficas y climáticas del área de estudio, podemos indicar, desde un punto de vista fitogeográfico, que tanto la escasa presencia de suelo –eminentemente de composición básica y calcárea: xerorthents-, como la morfología interna de la sierra, denotan una selección edáfica sobre las especies vegetales (Matarredona, 1986). Asimismo, tomando en consideración al clima como factor limitante de la vegetación, abordamos un espacio donde los 290 mm. de precipitación media anual, la indigencia pluviométrica característica de los meses estivales y una evapotranspiración media anual de 886'8 mm., imponen un periodo de paro vegetativo determinado por la aridez. De este modo, las condiciones climáticas de las cuales participan la

comunidades vegetales, son las propias de un dominio árido, mesotérmico y con un acusado déficit hídrico. Por tanto, la vegetación tiene que adoptar unas medidas encaminadas a salvar la dificultad que el régimen hídrico impone (Marco, 1986).

La realidad demográfica y económica de este sector está representada por una sociedad casi en su totalidad terciarizada, donde más del 90% de la población obtiene sus ingresos económicos del sector servicios y la construcción. Población dinámica que en el periodo 1998-2008, ha pasado de 17.600 a 30.967 habitantes (IVE, 2008).

En consecuencia, atendiendo a los fenómenos físicos y humanos que modelan el paisaje vegetal

actual del citado espacio, apuntamos que las características de las cuales participa el territorio le confieren una serie de condiciones topoecológicas que de no haber sufrido la impronta humana posibilitarían identificar la vegetación primitiva, potencial o climax heredada tras el último máximo glaciar würmiense (Marco, 2004). De este modo, a partir de este esquema teórico, para la Sierra de Santa Pola el dominio de vegetación potencial correspondería a la serie termomediterránea murciana-almeriense semiárida de *Pistacea lentiscus* (*Chamaeropo-Rhmanetum lycioidi sigmetum*), "Maquia o espinar-lentiscar litoral".

No obstante, las actividades desarrolladas por el ser humano sobre este espacio desde el III milenio a.C., han modelado el paisaje vegetal actual. Procesos de deforestación llevados a cabo durante el siglo XVIII, aterrazamientos de laderas y barrancos mediante muretes, la actividad ganadera ligada a la trashumancia, repoblaciones forestales, el abandono de la actividad agrícola y la más reciente y creciente actividad urbano-turística, se presentan como los agentes antrópicos determinantes en el modelado del paisaje vegetal actual y en la composición florística del mismo.

2. METODOLOGÍA

El método que se plantea sienta sus raíces en la obtención de información apta y correcta para establecer y categorizar las coberturas de usos del suelo y vegetación que representan el paisaje vegetal en la actualidad. En este sentido, los objetivos pormenorizados están orientados a elaborar una cartografía de usos del suelo y coberturas de vegetación a escala de detalle 1:5.000 desde un punto de vista diacrónico, a poseer información geográfica precisa sobre el área de estudio, que es la principal carencia de cara a la protección y gestión de especies de flora, a obtener información fehaciente que permita, mediante un análisis territorial pormenorizado, realizar una valoración del estado en el que se encuentran las poblaciones vegetales, analizar el estado actual de los diferentes hábitats, así como los procesos que los han afectado, afectan y pueden afectarlos en un futuro próximo y, por último, analizar y evaluar, cuantificar, cualificar y determinar que cambios en los usos del suelo afectan al paisaje vegetal (ver figura 2).

Todo ello a través de herramientas metodológicas aplicadas de SIG y Sistemas de Posicionamiento Global; instrumentos basados en la georreferen-

ciación, fotointerpretación y digitalización de la información; categorización, jerarquización y clasificación de los elementos cartográficos mediante bases de datos georreferenciadas; determinación de las condiciones topoecológicas del medio a partir de la realización de un modelo digital de elevación; realización de inventarios de campo para caracterizar las formaciones vegetales que integran el paisaje vegetal del medio que nos ocupa y, por último, la elaboración de cartografía a escala de detalle.

2.1. Aplicación de los SIG en el análisis de los Usos del Suelo y las Coberturas de Vegetación

Las nuevas tecnologías de información geográfica se han implantado en la sociedad actual como herramientas clave en la toma de decisiones en materia de ordenación y planificación territorial. Su característica fundamental de procesar información utilizando bases de datos georreferenciadas les confiere cierta distinción frente a los programas de edición y elaboración de planos tipo CAD. Por ello, su aplicación ha sido determinante, hasta tal punto, que el trabajo hubiera sido irrealizable en el mismo periodo de tiempo empleado.

El *software* SIG utilizado para la generación y producción cartográfica son los siguientes: gvSIG 1.9 y ArcGIS 9. En todos ellos se ha trabajado con información en formato *shape* (.shp) y bajo un mismo sistema de proyección y coordenadas, tanto en el formato de información vectorial como raster.

La obtención de las diferentes capas de información geográfica se muestra como el proceso fundamental de la investigación. Esta afirmación viene justificada porque no se debe incurrir en errores de fotointerpretación, digitalización, creación de bases de datos, intersección de las capas y diferenciación y análisis comparativo. Este hecho es una obviedad, sin embargo es indispensable hacer referencia a él, ya que un error en la introducción de información en la base de datos da lugar a una acumulación de errores en los procesos posteriores. De ahí que se optara por elaborar una categorización, jerarquización y clasificación previa de los elementos a cartografiar. De este modo, para entender el esquema fundamental de obtención de la información, se muestra la figura 3 y los epígrafes siguientes.

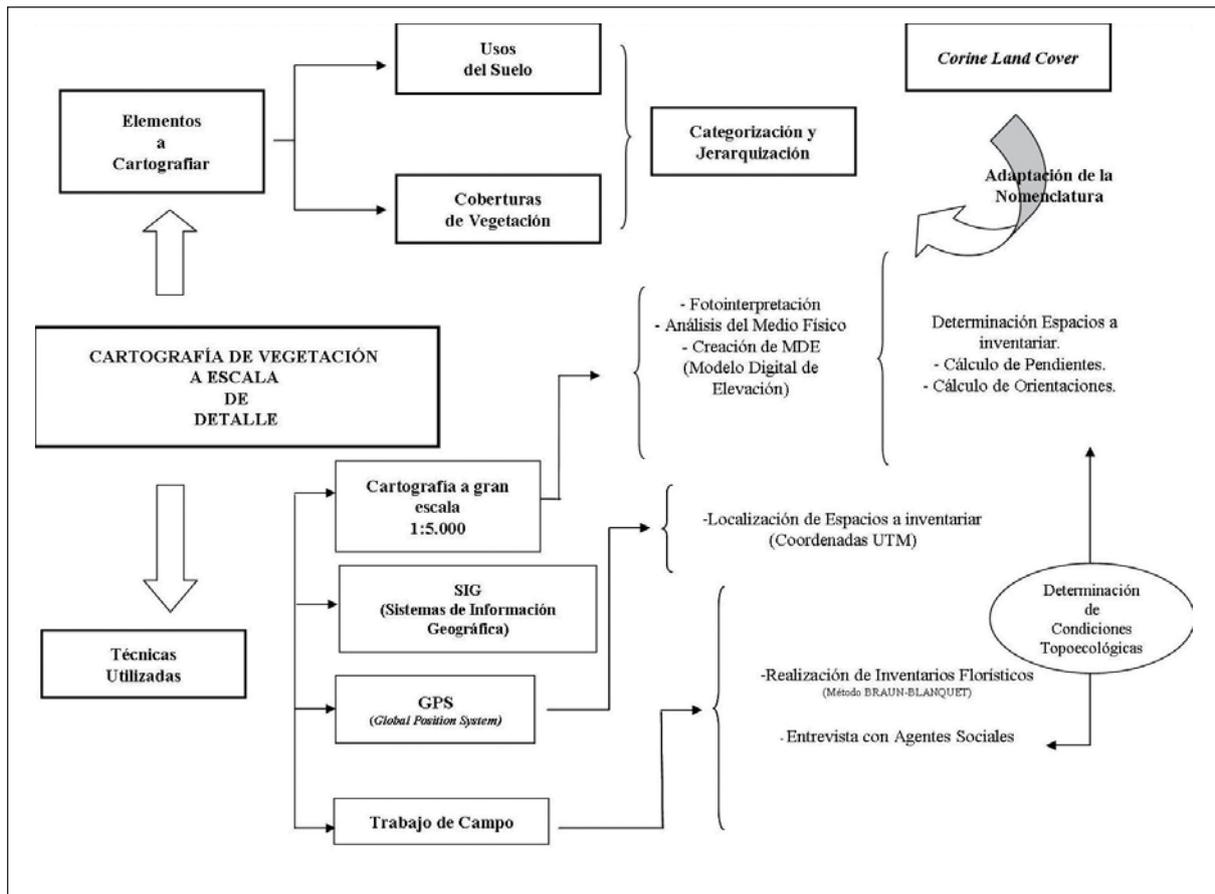


Figura 2.- Esquema y procedimiento metodológico.

2.1.1. Georreferenciación, fotointerpretación y digitalización de la información

La disponibilidad de la información de base en diferentes formatos (fotografías aéreas y ortofotos) para proceder a la digitalización de la misma, ha dado lugar a realizar previamente a ésta, la georreferenciación de fotogramas aéreos correspondientes al Vuelo del IRYDA 1978 (Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario). Para 1956 se disponía previamente de un mosaico georreferenciado del Vuelo de la USAF (*United State Air Force*) del mismo año y finalmente, a través de los nuevos servicios WMS (*Web Map Server*) del Instituto Cartográfico Valenciano, accedimos a la información más reciente, el vuelo ortofotogramétrico de 2006.

Esta primera fase que podemos observar en el esquema anterior, es decir, la recopilación y digitalización de la información, tiene su estadio final en la obtención de las capas de información de tipo poligonal de los usos del suelo para cada uno de los años de estudio, 1956, 1978 y 2006. Como se apuntaba con anterioridad, esta fase de trabajo es

de vital importancia ya que no podemos incurrir en errores en la introducción de la información. La introducción de la información -creación de las bases georreferenciadas mediante gvSIG 1.9.- y la digitalización de la información es un proceso sincrónico, ya que el segundo de los procesos debe hacerse siguiendo unos patrones y unos criterios previamente establecidos. Se tiene asumida la subjetividad propia del proceso de digitalización, sin embargo, no podemos olvidar que la realidad es la existente y la corrección de esta subjetividad es verificable con el trabajo de campo.

Previamente a determinar los cambios de uso del suelo entre las diferentes etapas, como estadio final del proceso de digitalización, desarrollamos con ArcGIS 9 la tarea de verificación de la información cartografiada y el proceso de generalización, ambos orientados a minimizar y corregir la aparición de errores topológicos que desembocan en la obtención de resultados erróneos en el análisis comparativo de la información.

Hay que detenerse en la tercera fase, denominada Intersección, para entender los resultados finales

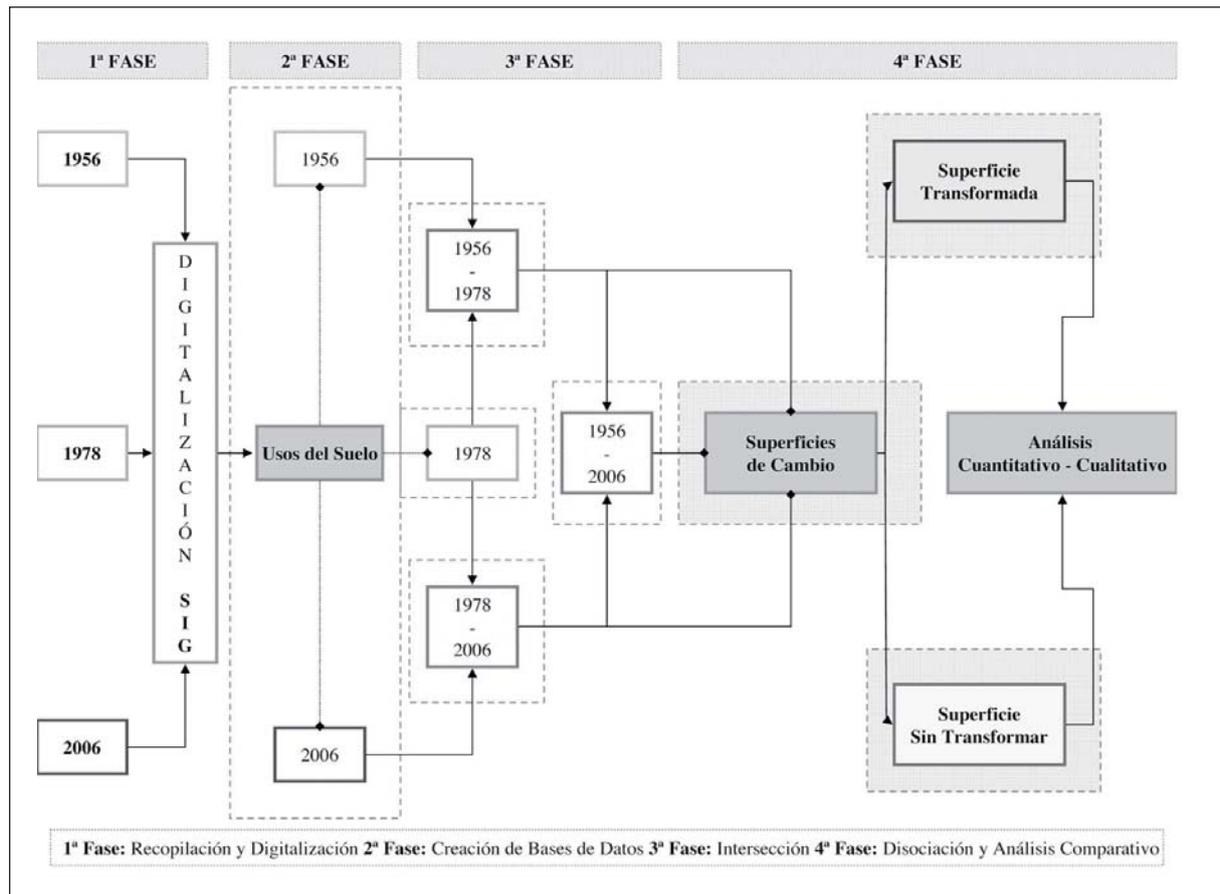


Figura 3.- Fases de trabajo para el tratamiento y obtención de la información.

del proyecto. Mediante el gestor de geoprocetos implementado en los SIG, disponemos de una herramienta fundamental en el análisis de los cambios de uso del suelo. El geoproceto *Intersect* se conceptualiza como proceso de análisis espacial dentro de la tipología de solape. Mediante el mismo operamos con dos capas, la capa de entrada y la capa de solape. En el caso que nos ocupa la primera sería la más antigua dentro del análisis que vayamos a desarrollar. Por ejemplo, en el análisis 1956 - 1978, la capa de entrada sería 1956 y, la capa de solape 1978, cuyas geometrías son de tipo poligonal. Para cada geometría de la capa de entrada, se calcula la intersección con las diferentes geometrías de la capa de solape, originándose un nuevo elemento por cada intersección. Este elemento tomará todos los atributos alfanuméricos de las geometrías que lo originaron (de entrada y solape). Por este motivo, este proceso automatizado –implementado en ArcGIS 9.0- modela zonas del espacio que cumplen la condición de pertenecer a los dos polígonos que lo han originado. Con ello, el resultado final después de cada intersección posee una componente geométrica, es decir, los polígonos resultantes del

proceso y una base de datos asociada a ellos, en la cual podemos observar el uso del suelo o cobertura de vegetación de un polígono en dos o tres estados temporales diferentes. De este modo obtenemos los cruces o intersecciones de información siguientes: (1956 - 1978), (1978 - 2006) y (1956 - 2006). El aplicar este geoproceto responde a un hecho clave, es decir, la superficie de estudio para los tres años analizados es la misma.

Alcanzado este estadio, disponemos de tres capas de información sobre las cuales determinaremos las superficies de cambio, es decir, las superficies transformadas (ST) y superficies sin transformar (SST) para cada análisis temporal.

El primer escalón de la cuarta fase viene representado por la diferenciación de elementos cartografiados. Se ha desarrollado una búsqueda selectiva, es decir, una consulta a la base de datos mediante operaciones lógicas. Se trata de consultas cuyas condiciones lógicas deben plantearse con anterioridad para determinar que tipo de resultados queremos obtener. En nuestro planteamiento, hablamos de superficies transformadas

cuando un polígono es resultado de dos estadios temporales diferentes, ya que su asignación alfanumérica es diferente. Es decir, en 1956 un polígono era Espacio Agrario (2) y en 1978 pasa a ser Espacio Urbano (1), por el contrario, si en los diferentes años de estudio el uso no ha cambiado, el polígono en cuestión se considerará como superficie sin transformar.

Finalmente, el análisis comparativo de las diversas capas resultantes de los procesos de intersección está tipificado como análisis cuantitativo, sustentado en la explotación estadística de la superficie ocupada por cada polígono en un estadio temporal concreto y tras una previa consulta de información sobre la base de datos alfanumérica. De igual modo, en el seno del análisis comparativo existe una componente cualitativa, es decir, las consecuencias y/o influencias de los datos cuantitativos. Se trata en suma, de cualificar, determinar, plasmar y dar respuesta a la obtención, por ejemplo, de una superficie transformada en el periodo 1956-1978, cuya categorización resultante es T2433 sobre 300 hectáreas. ¿A qué responde esta expresión? En el proceso de digitalización se asignó a un polígono de la capa 1956, el valor 24 y en el mismo proceso sobre la capa 1978, a otro polígono el valor 33. El proceso de intersección da lugar a un polígono con ambos valores. Éstos, atendiendo a la categorización y clasificación de los usos del suelo planteada, responde a las siguientes características: se trata de un espacio que en 1956 era un campo de cultivo abandonado y en 1978 el mismo polígono era una formación herbácea. De este modo, hablamos que la superficie afectada por este tipo de cambio es de 300 hectáreas y, en consecuencia, a tenor del conocimiento de la evolución natural de estos espacios y verificación en el campo, apuntamos que el abandono de la actividad agrícola da lugar a la aparición de manera espontánea de vegetación natural, en este caso, una formación herbácea cuya caracterización y estado se ha constatado mediante la realización de los inventarios de vegetación desarrollados en el trabajo de campo.

Con todo ello, cerramos la obtención y explotación de la información obtenida a través de los SIG para la determinación de los usos del suelo y las coberturas de vegetación.

2.1.2. Categorización, jerarquización y clasificación de los elementos cartografiados

La piedra angular de la metodología propuesta se sustenta en la elaboración, *a priori*, de una categorización y jerarquización y, posterior clasificación de los elementos a cartografiar, es decir, el gran volumen de información que se generaría mediante el proceso de fotointerpretación y digitalización, debía cumplir una serie de premisas para que la información fuera precisa, sintética a la hora de representarla y, por último, cartografiable a escalas más pequeñas. Para ello, se tenía el conocimiento previo de otros estudios de similares características *Corine Land Cover (CLC)* cuyo objetivo fundamental reside en la captura de datos de tipo numérico y geográfico para la creación de una base de datos europea a escala 1:100.000 sobre la Cobertura y/o Uso del Territorio (Ocupación del Suelo).

Alcanzado ese punto, se plantearon dos cuestiones: ¿cómo adaptar la información a escala 1:100.000 del CLC a escala 1:5.000? y, ¿qué nomenclatura establecer para entender a diferentes escalas de análisis los resultados obtenidos? La primera de las cuestiones quedó rápidamente solucionada, ya que es incorrecta científicamente la adaptación de información cartográfica entre dos escalas de detalle tan dispares. No obstante, el trasfondo –estructura de la base de datos– de esta información era lo realmente interesante porque objetivamente cumplía las premisas establecidas, pero sin olvidar la escala de trabajo empleada en CLC. Con todo, se optó por tomar como modelo la jerarquización y categorización por niveles de información, y posterior clasificación de los mismos, es decir, de menor a mayor escala de detalle. Seguidamente, una vez determinados los niveles de trabajo (Nivel 1 y Nivel 2), es decir, específico e intraespecífico para los usos del suelo, se optó por establecer una nomenclatura para clasificar los resultados obtenidos en el proceso de fotointerpretación (ver Tabla 1). Nomenclatura alfanumérica compuesta por una componente numérica que representa el uso o cobertura del suelo que se ha cartografiado y un campo adicional en la base de datos que expresa, mediante texto, el significado numérico. Para el análisis de los usos del suelo como se apuntaba anteriormente, se determinaron dos niveles de información que se traducen en 4 campos de información en la base de datos, junto con el campo ID (identificador geométrico), el área en m² y el área en hectáreas. Estos campos se establecen para las capas de base obtenidas tras la primera fase de obtención

NIVELES JERÁRQUICOS			TIPO DE USO		
TIPO DE USO			1956	1978	2006
Nivel 1	Espacios Urbanos (1)	Nivel 2	Urbano (11)		
			Urbano Diseminado (12)		
			Infraestructuras (13)		
			Industrial (14)		
			Escombreras – Vertederos (15)		
	Espacios Agrarios (2)		Cultivos Arbóreos de Secano (21)		
			Cultivos Arbóreos de Regadío (22)		
			Invernaderos (23)		
			Cultivos Abandonados (24)		
			Mosaico con Cultivos Herbáceos (25)		
			Mosaico con Cultivos Herbáceos y Arbóreos (26)		
			Balsas de Riego (27)		
			Cultivos Herbáceos de Secano (28)		
			Formaciones Arbóreas (31)		
			Formaciones Arbustivas (32)		
Formaciones Herbáceas (33)					
Formaciones de Ambientes Singulares (34)					
Espacios con Vegetación Natural (3)	Mar (0)				
	Mar (0)				
Mar (0)	Mar (0)				

Tabla 1.- Categorización, jerarquización y clasificación de los Usos del Suelo.

de información. En las posteriores a los campos existentes en la base de datos, se añadirá un último denominado TIPO_CAMBIO en el cual se determina tras la consulta lógica el cambio acontecido. En cuanto al número de atributos (polígonos) de la base de datos, es totalmente variable con base al número de polígonos diferenciados e intersectados en los diferentes procesos.

En consecuencia, para todas y cada una de las bases de datos resultantes se pensaba que se trataba de una estructura jerárquica, categorización y clasificación algo compleja y difícil de interpretar y relacionar, sin embargo, la gran ventaja de la misma reside en la fácil búsqueda e identificación de información mediante las herramientas de consultas implementadas en el SIG. Asimismo se reduce sustancialmente el tiempo en la entrada de información en la base de datos y la introducción de errores alfanuméricos, de manera que en caso de que éstos se introdujeran son fácilmente identificables y corregibles.

3. RESULTADOS

En la Fase 4 del esquema metodológico se aborda el análisis de los resultados obtenidos en cada uno de los procesos desarrollados. El citado análisis está basado en la determinación de la superficie ocupada por cada uno de los usos del suelo en ambos niveles de representación, la evolución de los mismos y, por último, la identificación de las superficies transformadas y superficies sin transformar en los periodos (1956-1978) y (1978-2006). Superficies determinadas a través del proceso subjetivo de fotointerpretación, circunstancia que puede derivar en obtención de ciertos errores en la delimitación de estos polígonos. No obstante, las posibles imprecisiones se han minimizado con el trabajo de campo. Todo ello se fundamenta en la identificación de los patrones de cambio dominantes y su influencia sobre el paisaje vegetal, el cual, ha sido analizado utilizando el mismo proceso metodológico y caracterizado mediante la realización de inventarios de vegetación, espectros biológicos, perfiles e imágenes para cada una de las comunidades vegetales cartografiadas.

En este sentido los resultados derivados de la explotación estadística de la información muestran la representatividad de los espacios ocupados por vegetación natural. En los tres estadios de estudio, representan entre el 55 y 60% del total del territorio, es decir, alrededor de 3469'38 hectáreas. Atendiendo a la relación directa existente entre el abandono de la actividad agraria y el aumento de la superficie urbana constatamos la progresiva disminución de los espacios agrarios (en un 22%). Por el contrario, se produce un aumento gradual de los espacios urbanos, un 24% entre 1956 y 2006, frente al 0'5% del territorio identificados como terrenos ganados al mar. En consecuencia, del análisis de la figura 4 observamos una fluctuación en las superficies ocupadas por vegetación natural, representada por un aumento de la superficie de éstas en el periodo 1956-1978 que responde en su práctica totalidad a las repoblaciones forestales desarrolladas sobre la sierra. Sin embargo, entre 1978 y 2006 la superficie se reduce como consecuencia de la urbanización de sectores descatalogados como monte público y que en vistas a los futuros desarrollos urbanos muestran la misma tendencia para estas superficies.

Por su parte, la relación entre el incremento de los usos urbanos y el decrecimiento de los espacios agrarios es directamente proporcional, más si cabe en el periodo 1978-2006 como consecuencia de la urbanización del sector de Gran Alacant y la consolidación del casco urbano de Santa Pola, circunstancia que responde a la recalificación de suelo rústico (agrícola) a suelo urbanizable. En la misma línea de previsión futura, atendiendo al planeamiento urbanístico vigente, la superficie agrícola se verá mermada hasta prácticamente su desaparición a favor de nuevos espacios urbanos.

El análisis pormenorizado de estas tendencias permite justificar las evoluciones habidas en los diferentes periodos de tiempo, y para ello, siguiendo la misma línea de análisis mediante curvas de tendencia, abordamos la realidad de los espacios urbanos, agrarios y espacios con vegetación natural, mediante la exploración de los resultados obtenidos a nivel intraespecífico, representados en las figuras 5, 6 y 7, las cuales permiten observar una predicción futura a tenor del nuevo planeamiento urbanístico vigente. Todos los usos clasificados como urbanos (nivel específico) denotan un incremento de manera sustancial del uso urbano y en menor medida de los usos urbanos (infraestructuras, polígonos industriales, escombreras...) a nivel intraespecífico, ligados a la urbanización de nuevos espacios, cuyo aumento

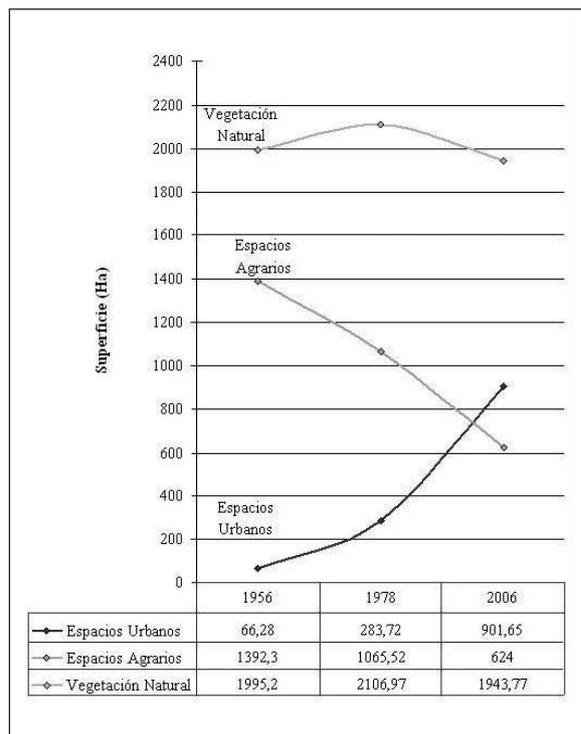
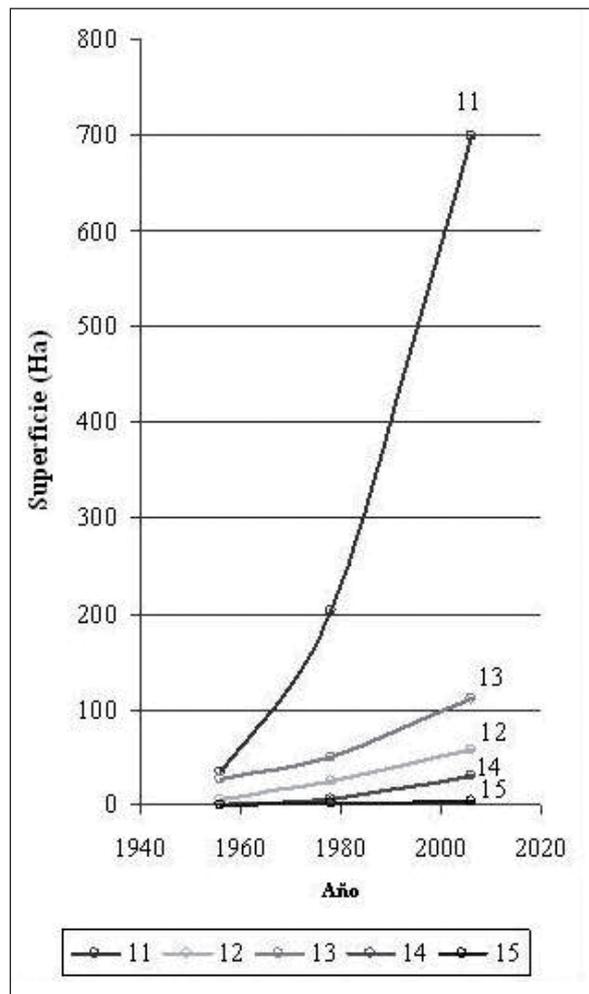


Figura 4.- Evolución y tendencia de los usos del suelo. Nivel específico.

entre 1978 y 2006 está representado por el desarrollo de los planes parciales mencionados con anterioridad, (ver figura 5).

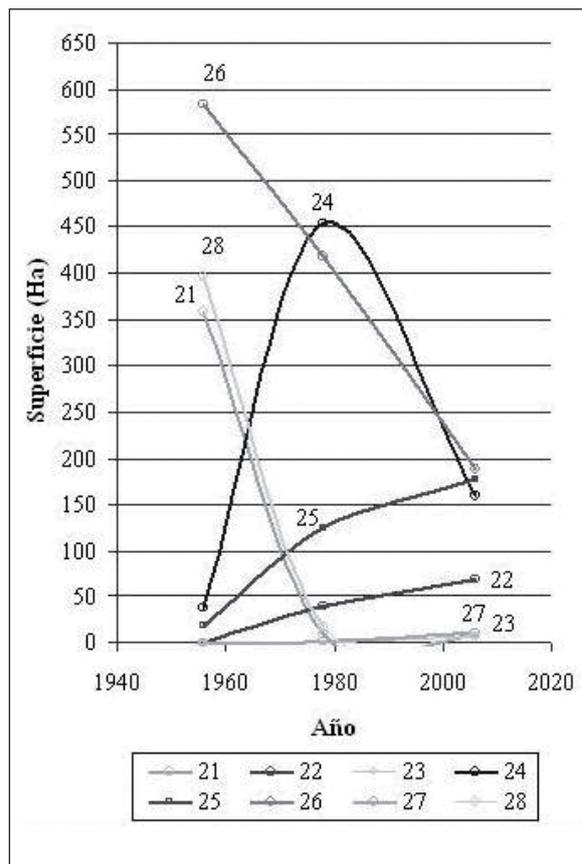
La evolución de los usos agrarios (ver figura 6) ha de analizarse estableciendo una relación directa con el aumento de los espacios urbanos y los espacios dominados por vegetación natural (ver figura 7). Por un lado el incremento de los campos abandonados responde al abandono de la actividad agrícola en el periodo 1956-1978, sin embargo entre 1978 y 2006 éstos experimentan una reducción relacionada con la colonización de los mismos por vegetación natural. Por otro lado, existe otra relación proporcional entre cultivos de secano y cultivos de regadío, ya que el descenso de los primeros implica un incremento de los segundos a raíz de la dotación de nuevos caudales hídricos –procedentes de la Mancomunidad de Canales del Taibilla–, circunstancia que posibilita la transformación de éstos de cara a una mayor rentabilidad económica de los mismos. No obstante, en el periodo 1978-2006 observamos un decrecimiento muy acusado de los espacios categorizados como mosaico de cultivos herbáceos y arbóreos, este hecho responde a la recalificación de los terrenos agrarios del piedemonte del sector septentrional de la sierra, Gran Alacant. En la figura 7 se muestra claramente la relación



Figuras 5.- Evolución y tendencia de los usos urbanos. Nivel intraespecífico. LEYENDA: 11 Urbano; 12 Urbano Diseminado; 13 Infraestructuras; 14 Industrial; 15 Escombreras y Vertederos.

directa entre el incremento de las formaciones arbóreas y el decrecimiento del resto de formaciones en el periodo 1956-1978. Relación derivada de la reforestación con especies arbóreas sobre espacios dominados por el resto de formaciones representadas. Sin embargo, la realidad del periodo más reciente es inversa. La relación a nivel intraespecífico entre formaciones arbustivas y herbáceas marca la evolución de las segundas hacia las primeras. Por otro lado, el incremento de las formaciones de ambientes singulares está justificado por la mayor representatividad de las playas y las formaciones psamófilas ligadas a éstas. Por último, el decrecimiento de las formaciones arbóreas responde a la pérdida de éstas como consecuencia del desarrollo de nuevos planes urbanos.

En consecuencia, un hecho significativo de la realidad en 1956, 1978 y 2006, tras el análisis de los



Figuras 6.- Evolución y tendencia de los usos agrarios. Nivel intraespecífico. LEYENDA: 21 Cultivos arbóreos de secano; 22 Urbano Cultivos arbóreos de regadío; 23 Invernaderos; 24 Cultivos abandonados; 25 Mosaico con cultivos herbáceos; 26 Mosaico con cultivos herbáceos y arbóreos; 27 Balsas de riego; 28 Cultivos herbáceos de secano.

usos del suelo en cada uno de los estadios temporales estudiados, es la inexistencia o desaparición de algunos de ellos, es decir, los primeros no se desarrollaron y los segundos quedaron extintos como consecuencia de un cambio en el aprovechamiento del suelo.

En esta línea, abordamos el análisis de las superficies de cambio en el periodo de estudio que nos ocupa para comprender la evolución del territorio, y en última instancia la influencia de éstos sobre el paisaje vegetal de la Sierra de Santa Pola. Para ello realizamos la comparativa entre las superficies transformadas (ST) y las superficies sin transformar (SST) a dos niveles de análisis diferentes (específico e intraespecífico) atendiendo a la categorización de los usos del suelo planteada en la metodología. Abordamos esta diferenciación porque la realidad es diferente como consecuencia de la escala de análisis utilizada en cada caso.

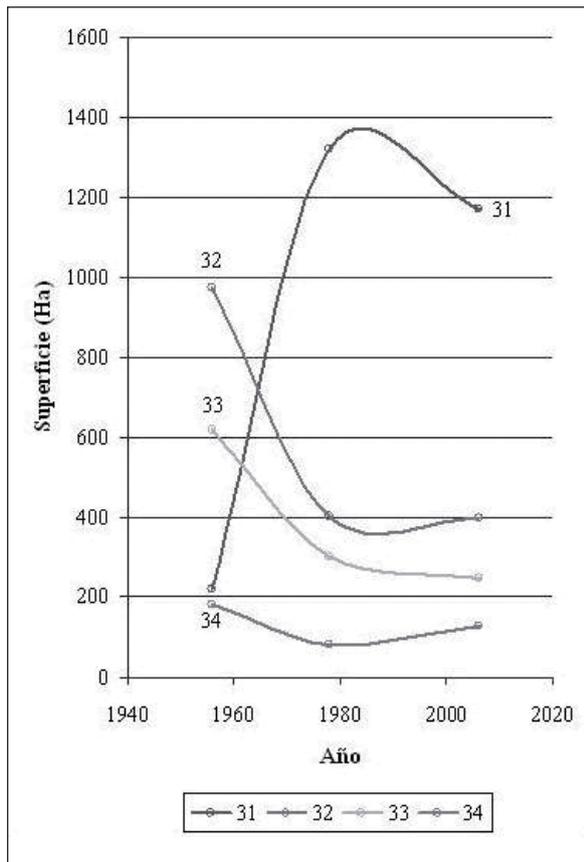


Figura 7.- Evolución y tendencia de la *Vegetación Natural*. Nivel intraespecífico. LEYENDA: 31 *Formaciones arbóreas*; 32 *Formaciones arbustivas*; 33 *Formaciones herbáceas*; 34 *Formaciones de ambientes singulares*.

De igual modo, identificamos el término superficie transformada para referirnos a aquellas que han cambiado de uso del suelo, por el contrario, una superficie sin transformar responde al proceso opuesto, es decir, no se produce el citado cambio y por lo tanto la superficie se mantiene inalterada.

La realidad en el periodo 1956-1978 muestra la controversia planteada con anterioridad, la comparativa a diferentes escalas, (ver figuras 8 y 9). A nivel específico únicamente el 19% del territorio ha sido transformado frente a un 81% que ha permanecido inalterado. No obstante, a nivel intraespecífico, la realidad es ciertamente diferente. Obtenemos un 65% de superficies transformadas y un 35% de superficies sin transformar, es decir, una contrariedad a tenor de los resultados del primer nivel. La respuesta a este hecho es que en el primero de los niveles se obvian los cambios dentro del propio nivel específico, mientras que en el segundo nivel esta obviedad no se pasa por alto, es decir, el cambio de una formación arbustiva a una formación arbórea en el primer nivel de análisis

no se ve reflejado porque en los dos estadios temporales el área siempre contiene vegetación natural, circunstancia que en el segundo de los niveles si que se constata. En consecuencia, indicar que para el análisis del paisaje vegetal se ha procedido al análisis del nivel intraespecífico. No obstante, para el análisis del conjunto del territorio se ha determinado hacerlo mediante el nivel específico ya que permite realizar una primera aproximación al mismo y esbozar los patrones de cambio generales.

Entre 1956 y 1978, las 3469'37 hectáreas del espacio que nos ocupa están divididas en 2812'91 hectáreas (81%) correspondientes a superficies sin transformar y por 656'46 hectáreas (19%) de superficies transformadas. Atendiendo a la figura 8 y a la figura 10, del 81% de las superficies transformadas, el 50'58% corresponden a espacios agrarios transformados en vegetación natural, el 18'06% muestran el cambio de vegetación natural a espacio urbano y en menor medida, el 15'14% y 14'38% de vegetación natural a espacio agrario y, de espacio agrario a espacio urbano respectivamente. La localización de estos cambios es obvia a tenor del conocimiento del medio que nos ocupa, el aumento de las superficies urbanas se localiza en la periferia del núcleo histórico del municipio, por su parte, los nuevos espacios agrarios surgen en detrimento de la vegetación natural por la transformación de sectores de piedemonte en el extremo occidental de la sierra. Por otro lado, la mayor representatividad de la vegetación natural en esta comparativa es fruto de las reforestaciones sobre campos de cultivo y por el propio abandono de éstos últimos.

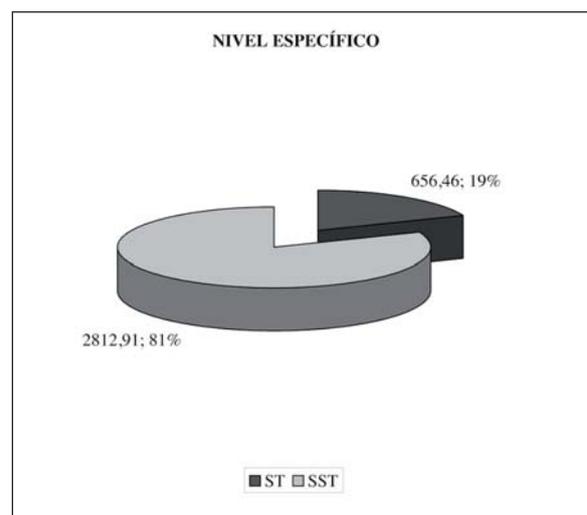
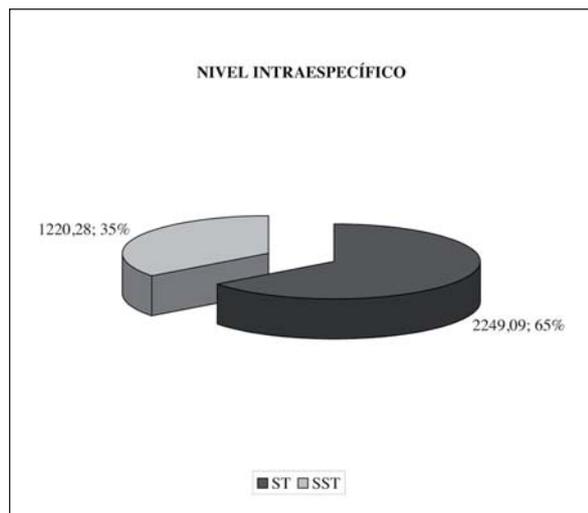


Figura 8.- Superficie Transformada (ST) vs. Superficie sin Transformar (SST) (1956-1978).



Figuras 9.- Superficie Transformada (ST) vs. Superficie sin Transformar (SST) (1956-1978).

Por su parte, en el estadio 1978-2006, observamos la consolidación del estado actual del territorio. El 77% de la superficie está representada por superficies sin transformar, frente a un 23% de superficies transformadas. Estas últimas muestran tres dinámicas dominantes (ver figuras 11 y 12). La primera hace referencia al 40'62% de la superficie catalogada como cambio de vegetación natural a espacio urbano. Este hecho tiene su representación en el territorio en la urbanización de Gran Alacant en el extremo norte de la sierra y, en la consolidación de los planes parciales desarrollados en el casco urbano de Santa Pola. De igual modo, el 38'18% de los cambios in-

dicen el tránsito de espacios agrarios a espacios urbanos, circunstancia que responde a los mismos procesos, sin embargo sobre localizaciones diferentes, es decir, las transformaciones acontecidas sobre espacios agrarios, se desarrollan sobre los piedemonte mientras que la pérdida de superficies cubiertas por vegetación natural se localizan en las superficies aplanadas y laderas con menos pendiente de la sierra. Finalmente, destacar de cara al análisis del paisaje vegetal, la transformación del 18'73% de las superficies que nos ocupan en vegetación natural en detrimento de espacios agrarios, realidad que responde a la colonización de la vegetación sobre campos de cultivo abandonados.

En líneas generales, a partir del análisis de la superficies transformadas frente a las superficies sin transformar, así como del conocimiento de la evolución y tendencia de los usos del suelo a nivel específico e intraespecífico, en el periodo de estudio que nos ocupa, determinamos cuales son los patrones dominantes de cambio en cada uno de los estadios temporales, estándares que a partir del análisis intraespecífico van a permitir dar respuesta al paisaje vegetal actual de la Sierra de Santa Pola, es decir, en este primer nivel de análisis se determinan las causas generales de cambio y cual es el origen de éstas previo conocimiento de la realidad existente en cada momento, ya que no debemos olvidar la interrelación entre el medio natural y los agentes antrópicos que desarrollan sus actividades económicas sobre el mismo.



Figura 10.- Tipología de la Superficie Transformada (ST), (1956-1978).

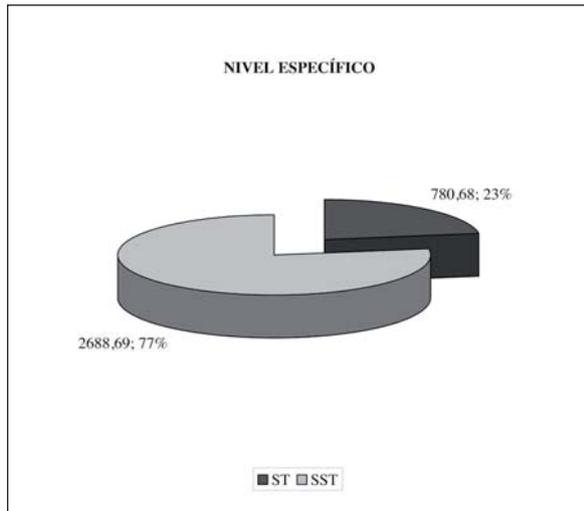


Figura 11.- Superficie Transformada (ST) vs. Superficie sin Transformar (SST) (1978-2006).

4.- CONCLUSIONES

Se ha determinado la transformación de los diferentes hábitats naturales, los cambios de uso y aprovechamiento del suelo en los últimos 50 años que, en cifras, muestran una transformación de 2680'01 hectáreas de terreno, es decir, el 77% de la superficie (ver figura 13). Circunstancia que desemboca en la existencia de un paisaje vegetal actual que dista sustancialmente de la realidad post-würmiense. Por ello, hemos conceptualizado este enclave natural como un paisaje huma-

nizado, ya que es innegable la influencia de la actividad humana sobre el mismo desde el III milenio a.C. No obstante, únicamente tenemos constancia de actividad sobre la Sierra de Santa Pola a partir del siglo XVIII, "en 1773 una inspección del *Real Servicio de la Marina* denuncia que la montaña no ofrece ninguna utilidad, ya que las demandas de los hornos de Elche y de los Reales Hospitales de Alicante han devastado los pinares en menos de 25 años" (Marco, 2007: 19 y 20). E indudablemente, con la visita de Cavanilles. Cita que muestra una realidad que con total seguridad se mantuvo hasta principios del siglo XX, cuando la capacidad de transformación del medio por parte del ser humano empieza a despegar hasta alcanzar las cotas actuales. Dos siglos -hasta 1956-, que acabarán por devastar el paisaje vegetal primitivo de la sierra. Realidad que a través de los fotogramas aéreos analizados nos ha permitido determinar la realidad del territorio en tres estadios temporales diferentes, 1956, 1978 y 2006. Dos periodos de aproximadamente 25 en los cuales atendiendo a las coyunturas socioeconómicas del territorio se ha desarrollado el uso y aprovechamiento del territorio en función de los recursos naturales del mismo. Recursos naturales ínfimos por la escasa productividad del suelo agrícola y la inexistencia de monte maderable. Este hecho marcó una perspectiva peyorativa del medio, es decir, el paisaje vegetal se consideraba -y en la actualidad es común- como un secarral¹. Quizás se pretendió corregirla mediante las re-

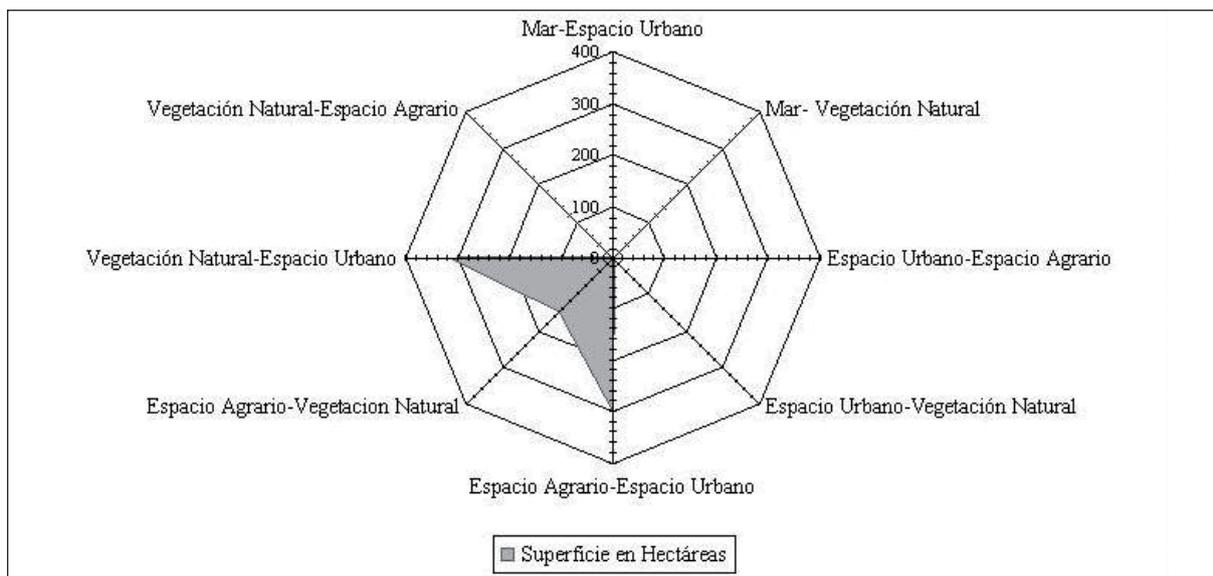


Figura 12.- Tipología de la Superficie Transformada (ST), (1978-2006).

¹ Terreno muy seco. (Definición del Diccionario de la Lengua Española, de la Real Academia Española).

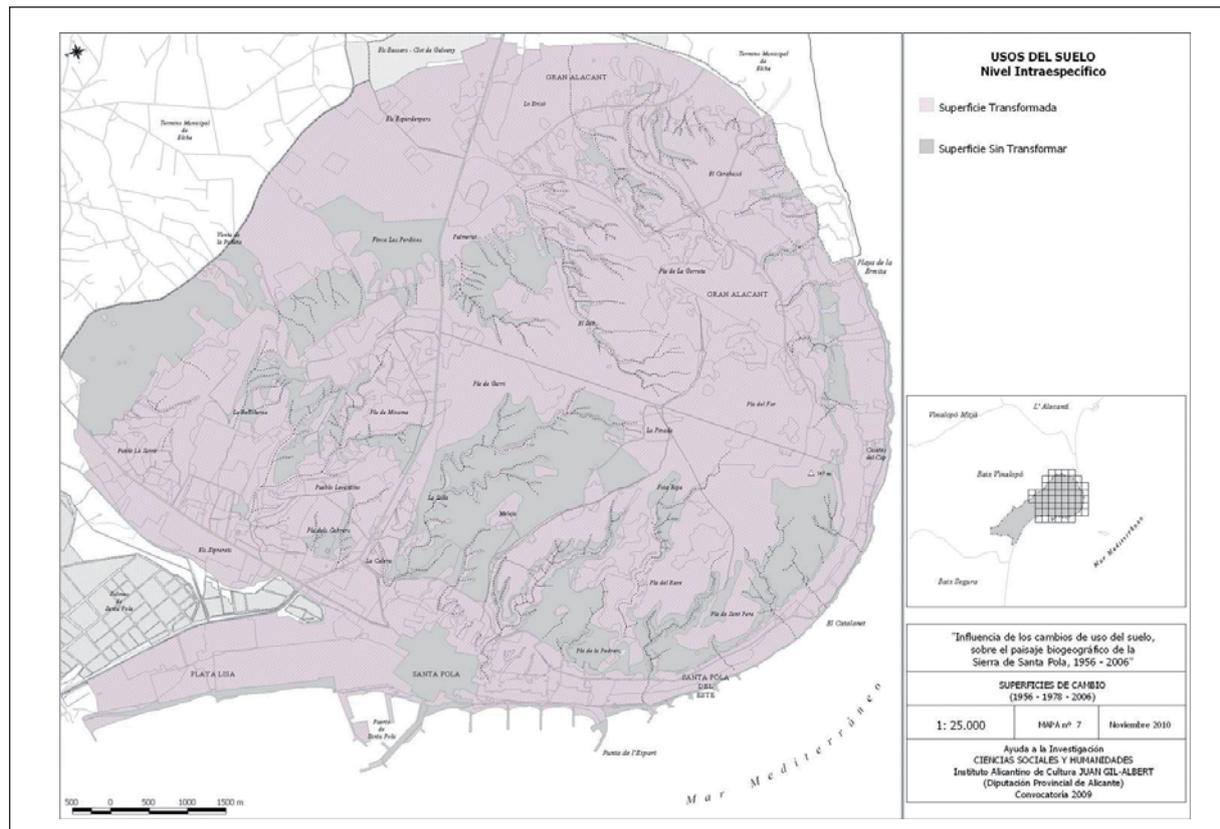


Figura 13.- Mapa de la Superficie Transformada (ST) vs. Superficie sin Transformar (SST), (1956-2006).

poblaciones forestales realizadas por el ICONA, tan desafortunadas que basta con realizar una visita de campo para apreciar el porte arbustivo y subarbustivo de los pinares que se desarrollan sobre las superficies aplanadas.

En consecuencia la realidad presente del paisaje, que ya conocemos a partir de las coberturas de uso del suelo y coberturas de vegetación del año 2006, responde a una serie de patrones de cambio, transformación y evolución de los usos del suelo que se han constatado en ambos periodos (1956-1978) y (1978-2006), con mayor o menor incidencia, pero perfectamente identificables sobre el territorio, y que por lo tanto deben ser tomados en consideración de cara a la planificación, ordenación y gestión del territorio, más si cabe, de cara al planteamiento de una figura de protección para la Sierra de Santa Pola, en una sociedad que aprovechando el impulso del Desarrollo Sostenible empieza a considerar el medio ambiente como un espacio vital para su bienestar actual y de las generaciones futuras, tarea que debe ordenarse mediante programas de educación y concienciación ambiental.

Los patrones o modelos de cambio se han establecido a través del planteamiento de un procedi-

miento metodológico fundamentado en la idea de ser aplicable a diferentes escalas y fundamentalmente no ser exclusivo para un determinado estudio. Planteamos una metodología que no es estanca y que está abierta a críticas, cambios y nuevas aportaciones que contribuyan a aportar una información de calidad, real y para nada fundamentada en la idea de predecir escenarios futuros. Se trata de depurar el método, la información de base y exprimir las nuevas tecnologías de la información geográfica para ahondar en la historia reciente del territorio que nos permita conocer la realidad presente de cara a preservar el paisaje vegetal heredado, fruto de una humanización del mismo y derivado de la interacción de los elementos que lo integran y de las sinergias existentes en el propio territorio. Paisaje vegetal que mediante la cartografía que se aporta nos permite ahondar en su conocimiento y a su vez como herramienta clave para solventar la carencia existente de cara a la protección y gestión de especies de flora. Circunstancia que queda justificada por la información aportada, tipificada como inventario ambiental que permite establecer hábitats prioritarios incluidos en la Directiva Hábitat, determinar los impactos derivados de las repoblaciones forestales así como emplear la citada

información sobre el paisaje como documento de base para el diseño de planes de gestión y emergencia en incendios forestales.

AGRADECIMIENTOS

Instituto de Cultura Juan Gil-Albert. Diputación de Alicante. Ayuda a la investigación en Ciencias Sociales y Humanidades. Proyecto: "Influencia de los cambios de uso del suelo sobre el paisaje Biogeográfico de la Sierra de Santa Pola, 1956-2006".

BIBLIOGRAFÍA

Díez Lorente, S. et al. (2003). *Cartografía básica geomorfológica a escala 1:100.000, Elche (14-18; 15-18)*. Alicante. 25.

García Fernández, J. (2002). La explotación de los montes y la humanización del paisaje vegetal (Cuestiones método previas). *Investigaciones Geográficas* 29: 5-21.

Marco Molina, J.A. (1986). Distribución espacial de la vegetación en la Serra de Santa Pola. *Investigaciones Geográficas* 4: 211-220.

Marco Molina, J.A. (2004). *Atles fitonimic d'Alacant*. Alicante. 200.

Marco Molina, J.A. (2007). Medi geogràfic i paisatge vegetal. *Les plantes del Baix Vinalopó*. (A. Soler y V. Soler). Elx. Institut d'Estudis Comarcals del Baix Vinalopó: 17-23.

Martínez Pérez, J. E. (2000). *Paisajes rurales cambiantes: la amenaza del abandono sobre los espacios montañosos de agricultura tradicional mediterránea. Aplicación del SIG en el estudio de los cambios, en los usos del suelo, en el municipio alicantino de la Vall de Gallinera (1956-1998)*. Tesis doctoral. Universidad de Alicante.

Matarredona Coll, E. (1986). Cartografía de las asociaciones edáficas del Baix Vinalopó. *Investigaciones Geográficas* 4: 97-127.

Mateu Bellés, J.F. (1982). *El Norte del País Valenciano: geomorfología litoral y prelitoral*. Universidad de Valencia.

Padilla Blanco, A. (2000). Repercusiones en la cubierta vegetal de la política de colonización agrícola en la Sierra de Salinas (Alicante). *Cuadernos de Geografía* 67-68, 305-328. Valencia.

Panareda Clopés, J.M. (2004). Análisis e interpretación de las superficies de los tipos de vegetación y usos del suelo del Parque Natural del Montseny (Barcelona, Girona). *Estudios de Biogeografía*. (Ed. Serbal). Barcelona. 107-116.

Peña Llopis, J. (2007). *Efectos ecológicos de los cambios de coberturas y usos del suelo en la Marina Baixa (Alicante)*. Memoria de licenciatura. Departamento de Ecología. Alicante, Universidad de Alicante.

