

Evolución Ambiental y Socioeconómica como Fundamento de la Ordenación del Litoral

Doctorando: Juan M. Santiago

Dr. Miguel A. Losada

Dr. José L. Gómez

Dr. Alejandro L. Grindlay

Grupo de Puertos y Costas - Centro Andaluz de Medio Ambiente
Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica y en la Ingeniería

Universidad de Granada

17 de noviembre de 2006

Editor: Editorial de la Universidad de Granada
Autor: Juan Manuel Santiago Zaragoza
D.L.: Gr. 2578 - 2006
ISBN: 978-84-338-4194-0

A Isabel y a mi padre

Agradecimientos

Resulta difícil, cuando se lee una tesis a mi edad, extractar en unos párrafos el agradecimiento para con los que te rodean. En 45 años muchas son las deudas de gratitud acumuladas, sean éstas personales, emocionales, intelectuales, académicas o... “¿económicas?”. No obstante, la valoración de las mismas tal vez sea más duradera, por haber sido aprendidas analizando las cosas en los plazos medio y largo, en el momento actual en el que lo que más se usa es el corto.

A mi familia, especialmente a mi difunto padre. Muy pronto aprendí a valorarte y sin embargo, mucho tardé en perder el pudor para decírtelo. Tu altura moral y mental descolló varias cabezas por encima de la media y no pasa un día sin que te recuerde y te añore. A mi madre matriarca (que sin él abandonó el matriarcado), a la que todo debo, por su amor y apoyo apasionado a lo largo de toda mi vida. A mi hermano José, mi mejor amigo, por su conversación y a su perfecto complemento, Marina, que tan bien nos entendemos. A mi hermana Manoli, por su entrega, generosidad y apoyo y a Vicente, para mí otro hermano más. A Alberto y Mati y a Cipri y M^a José por su cariño y por estar siempre ahí cuando lo he necesitado. A mis tías Manuela y M^a Josefa por haber sido para toda la familia dos madres más.

A la familia de Isabel. A sus padres Pepe y M^a José. A su hermana Teresa y su cuñado Carlos por su especial afecto y cariño. A sus hermanas Lola y M^a José y cuñados Antonio y Fernando.

A mis dieciséis sobrinos: Marina, Fernando, Antonio, Felipe, Alberto, Pablo, Fran, Carlos, Ignacio, Jose, Fernandito, Clara, Pedro, y a Cristina la que era benjamina del grupo, a los que tanto quiero y a Alberto y Jesús, los dos gemelillos que acaban de llegar.

A los primos Javi y M^a Carmen por las gratas primeras quincenas de agosto que pasamos en Torre del Mar en su compañía. A sus hijos Raquel y Javi.

A mi amigo Marciano, por tantos años de amistad y buen compañerismo. Sin ti mi vida en el Hospital Real hubiera sido mucho más sórdida. Contigo el concepto de informática toma una base orgánica. A Pepi su mujer.

A mi amiga Elena Morales por tanto cariño y por los desayunos de martes y viernes. Gracias por enseñarme a apreciar el buen café aun cuando haya aumentado mi sufrimiento cuando su calidad no es la adecuada. A Carlos su marido.

A Manolo y María Angustias

A mis amigos y ex-compañeros del Rectorado. A Yolanda, amiga fiel, que me recuerda el poco tiempo que le dedico a la amistad y a Andrés, mente privilegiada, y buen contador de chistes. Gracias aparte ya que sin ti el análisis de correlación no paramétrica del Capítulo 7 de esta Tesis no hubiera sido posible. A Ismael que también me ha ayudado en su desarrollo. A Pepi, amiga flamenca y temperamental como albaicinera (Cohetera) que es. A Ilse por su cariño, aún cuando sea en conversaciones telegráficas. A Luisa y a Medina. A mi “Vice” Paco Lodeiro, futuro Rector, que ya cuando era Vice-Rector tenía toda la Universidad en la cabeza. A mi “Gerente” Esteban Álvarez-Manzaneda y al periodo que vivimos, que con tanto cariño recuerdo. Espero volver a

pedir cita para visitaros en el Rectorado. A Juan “López” en la distante Sevilla, que ya llevamos años sin vernos. Al Magnífico Pascualón Rector Magnífico.

A mis compañeros y amigos del Grupo de Puertos y Costas, Ríos y Embalses y Viento; para mí ha sido y es importante formar parte de tan heterogéneo Grupo de Trabajo. Quizás por ser el mayor de todos pondero más lo aprendido de cada uno de ellos. A Antonio por toda la paciencia y el trabajo que me ha dedicado en versiones CAD y LaTeX, por su amena charla y preciso lenguaje. A Chema, por soportar y responder todas mis cuestiones sobre el túnel y estructuras varias y por las conversaciones de café, cortas pero sabrosas. A Elena, la del ilustre apellido, por pararse de vez en cuando en mi mesa. A Javier por su amistad, por su rigor en todos los aspectos, desde científicos a musicales y por haberme descubierto los atardeceres de Granada. A María Clavero, lectora impenitente y cinéfila de pro. Al Migue que descubrí durante el curso de Ciudad Real. A Paco, por su ironía y simpatía. A Dori y Manolo con los que comparto desvelos en la búsqueda de actividades extraescolares y vacacionales para los niños. A Marian. A los demás a los que trato menos, pero a los que aprecio igualmente, Elena Sánchez, Simona, Chris, Juan, María Miranda, Dulce, Alberto, David, Tino y a los que momentáneamente no recuerde, pero que están ahí. También a los que se fueron del grupo, Izaskun, Olga, Andrés y María López.

A mis amigos y compañeros de la Escuela de Arquitectura Técnica. A mi “Dire” Joaquín, desde mi paso como alumno hasta el día de hoy el mejor que ha tenido la Escuela. Por la confianza y apoyo que me ha manifestado siempre y con el que ha sido un placer trabajar por su organización y “*savoir faire*”. A José María Cueto, Julio Calvo, José A. Méndez, Ana, Lola, Juan de Mata, Antolino, por la creciente amistad que me brindan. No sé como he podido pasar tantos años sin ella. A Fabi, con quien tanto discuto y a quien tanto quiero. A Laura y Fina.

A D. Francisco Giménez Yanguas, ex-Director del Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica y en la Ingeniería mi más sincero agradecimiento por haberme atendido en todo momento. A su hermano Miguel Giménez Yanguas, amigo y mentor. Echo de menos tus charlas, tu conocimientos sobre arqueología industrial y sobre Granada y sus gentes. A Joaquín Casado, actual Director del Departamento.

Gracias a José Luis Gómez Ordóñez, que siempre se ha mostrado tan dispuesto a acogerme como investigador, y a las interesantes discusiones científicas acerca de la validez de los modelos en el medio socioeconómico y en la ordenación del territorio.

Gracias a Alejandro Grindlay, por su afecto personal y por su dedicación a mí en los trabajos de esta Tesis, por la lectura, revisión, corrección de la misma y por las aportaciones de todo tipo, desde correcciones de estilo a bibliografía y fuentes, que me ha proporcionado.

Gracias a Asunción, sin cuyo trabajo difícilmente hubiera sido posible el desarrollo de los Capítulos 6 y 7 de esta Tesis. Ha sido un honor para mí contar con su ayuda desinteresada, con su rigor y potencia científica. Gracias por tu amistad. Me has generado adicción a los “quick coffees” de pasillo, aunque ya sabemos que estadísticamente siempre nos pilla el jefe.

A ti Miguel, el que, desde que un lejano día lo reconocí subiendo en bici a Quentar, (difícil; primero por ir “disfrazado” de ciclista con casco y todo y, segundo, por lo mal fisonomista que yo soy) me ha ofrecido su amistad y ayuda. Por ser un Maestro y un Amigo, por esos kilómetros de bici que hacíamos, por enseñarme a controlar el corazón y por tu amenidad como conversador, en cualquiera de sus vertientes: humana, técnica o científica. Ha sido y es un honor, conocerte y trabajar contigo. Podría seguir, pero creo que, como buen observador, sabes muchas veces lo que voy a decir antes de decirlo, así que dalo por dicho.

A mi hija Isabel que, desde que la llevaba en la mochila en el pecho hasta la guapa adolescente en que se ha transformado, no ha dejado de ser uno de mis motores en la vida. Teniendo una cabeza tan bien “amueblada”, si sigues sus designios serás una mujer espectacular.

Agradecimientos

A mi hijo Juanma que, desde aquellos biberones de las 7'20 que terminabas a las 7'23 al niño deportista y estudiante brillante que eres, no has dejado de manifestarte para conmigo con todo tu cariño.

Si los extremos se tocan y el alfa de esta larga exposición de agradecimientos era mi padre, la omega es Isabel. A ti, por todo el amor que me has dado a lo largo de estos años. Podría decir tantas cosas de tanto tiempo juntos pero haré un resumen: ¡Eres lo mejor que me ha pasado en la vida!.

Summary

Throughout history Man's relationship with the sea has been both intense as well as fraught with difficulty. In this sense the sea has been and still is a source of immense riches and great potential for mankind. It offers maritime routes, which from the beginning of time have fomented commerce and communication between civilizations. On the less positive side, it has brought illnesses and epidemics, and opened the door for marauders and invasions. In this way the coast has played an important role in the history, culture, and economy of countries with coastal boundaries.

Until the middle of the Twentieth Century this relation was symbiotic. The impacts produced in the majority of cases were either reversible or absorbed by the sea. However, in recent decades, large-scale tourism, intensive fishing, and the use of the sea as a dumping area have had a negative effect on the natural evolutionary mechanisms of the coastal environment. Anarchic and unsustainable uses of the sea and its resources are becoming the rule rather than the exception, something that is causing the progressive deterioration of the coastline. One method of effectively dealing with this situation is through Integral Coastal Zone Management (ICZM), based on a rational decision-making process in which economic, social, and environmental factors are considered.

This thesis analyzes ICZM, and within this framework, proposes a new procedure, based on a series of axioms or postulates. Once the agents whose actions are identified that directly affect the coastal system, this procedure rationalizes the evaluation of the evolutionary state of the system, and provides criteria for the optimal selection of elements that must be acted upon and then monitored.

Our first objective is to identify the measures that make it possible to perform integral and integrated actions on coastal areas, and particularly to try to reconcile economic and ecological considerations. Another important objective is to establish a procedure that can help coastal resource managers as well as policy makers identify those actions best suited for integral coastal zone management, bearing in mind the possible consequences for the coastline if one type of demand is prioritized over others.

This thesis is organized as follows: Chapter 1 offers an introduction to coastal areas, and identifies the spatial and temporal work scales used as well as the general and specific objectives of our study. Chapter 2 analyzes the evolution of the natural physical environment and its effect on the evolution of the socioeconomic system. Chapter 3 establishes the premises for the elaboration of the management model, described in Chapter 4. This model is based on the definition of the objective function and its economic and environmental restrictions. Chapter 5 formulates the model of the socioeconomic evolution used in our study. The independent variable is population variation and its relation to the environmental and economic resources for the elaboration of both types of assessment. Its behavior is simulated by means of the Monte Carlo method. Variable reduction and the explanation of its intervention in the model is performed by means of the principal components analysis (PCA), described in Chapter 6. Chapter 7 outlines

the conclusions, and discusses future lines of research. At the end, annexes are included that exemplify how our model can be applied to the coastal unit studied, which is located in Cadiz on the Atlantic coastline between Tarifa and Sancti Petri. These annexes also set out organizational and monitoring proposals which can be carried out by establishing “environmental” and “socio-economic” units, and periodically monitoring them with Bayesian techniques that make use of all the databases and information incorporated in this thesis.

The following sections offer a more detailed overview of the content of the thesis chapters.

Introduction to Coastal Areas

The objective of Chapter 1 is to establish the interactions between economy and environment within the coastal system. Both elements are dynamically interrelated. Environmental conditions are what makes the location attractive, and constitutes the motor of the system. Economic agents use the physical environment, thus modifying it, above and beyond its natural evolutionary process. Although, in theory, any type of use is possible, the modifications produced by such interaction have significant environmental and economic costs. The assessment of these costs signifies the need to establish criteria to determine the optimal uses and exploitation of the coastal zone. It is a question of optimizing the system through which environmental and economic variables are selected, subjecting it to certain restrictions.

Given the fact that the environment also has an “economic” value, uses of the coastal area and the activities performed there may eventually cause environmental conditions to deteriorate. This deterioration can also generate “diseconomies”. Since environmental values are one of the principal attractions of the coastal area, loss of “value” produces anti-economic conditions.

As long as the effects are local, and significant interferences are not produced between the activities themselves or between activities and the environment, an analysis by sectors and the proposal of solutions can alleviate any problems that eventually arise. However, when effects are globalized, the interactions between activities and between activities and the environment can cause synergies that multiply or cancel out effects. In order to diagnose the present state of the system as well as predict its evolution, it is necessary to integrate the various agents that act on the system and articulate how they are dealt with through integrated coastal management.

According to data provided by the United Nations, the coastline and its surrounding areas make up 15% of the Earth’s surface, but only 40% of this area is habitable. In contrast, 60% of the world’s population resides in coastal areas. If this tendency continues, by 2025 more than 75% of the Earth’s population will live at or near the coast (UNCED, 1992). Spain is evidently a major stakeholder here, and this phenomenon may even be intensified by the proliferation of tourist complexes all along the coastline of the Iberian Peninsula.

An added consideration is on the one hand a strong seasonal component related to population variation in coastal areas, and on the other, a permanent component related to territorial demand and the occupation of this area by hotels and tourist resorts as well as vacation homes. The pressures exerted by these phenomena generate an additional artificial variability on top of the high natural variability typical of coastal zones.

The scope of this study does not encompass the entire Spanish coastline, but only focuses on the southwest Atlantic coastline between Tarifa and Sancti Petri in Cádiz near Gibraltar.

From an environmental perspective, the natural environment is regarded as being divided into three zones: (1) terrestrial zone; (2) maritime zone; (3) shore or transition zone, which can be littoral or “maritime-terrestrial”. From a socioeconomic perspective, the exploitation of this

area is extremely varied, and can take many forms, which can be opposing or complementary (OCDE, 1995). For example, in terrestrial zones, land and residential uses are predominant. In the maritime zones, the most important uses are related to the exploitation of fishing resources and energy production. In transition zones where environmental conditions exert a great deal of pressure on the “economic” value, both evaluations converge.

Phenomena related to tourism as an economic or industrial activity also produce “diseconomies” that have only been evaluated on a local level or have never been evaluated at all. This is exactly the opposite of what occurs in the industrial sector. For this reason, there is a great need for something similar to a Kyoto Protocol for tourism, which limits the global, regional, and local expansion of activities related to tourism.

In order to truly understand the operation of the systems studied, it is necessary to specify spatial and temporal scales for the physical environment as well as for economic activities. In this thesis, the spatial scales for environmental and economic systems are measured in terms of subsets or spatial units that homogeneously evolve for a specific phenomenon. Temporal scales are measured by state or time interval between evolutions.

Generally speaking, in this thesis we identify three spatial scales and six temporal scales. All of them can be found in the physical as well as the socioeconomic environment.

Three spatial scales are:

1. global,
2. regional
3. local.

Six temporary scales are:

1. climatic and socioeconomic event: e.g. storm and anticyclone for the firsts and weekend or over a long holiday period for the seconds
2. seasons
3. meteorological or fiscal year
4. meteorological hypercycles or economic cycles with a span of around 16 years
5. hundred-year periods
6. cycles of approximately 1,500 years

These temporal scales involve the climate evolution of the Holocene, in other words, the final phase of the Flandian transgression. As temperatures became milder on Earth, a more temperate period began, which brought on the development of modern civilization. This process doubtlessly began when Man discovered extensive agriculture approximately 8000 years ago. From that time on, the sea level began to rise at an average rate of $0,2 - 0,5mm/year$ with certain variations, for example, the temporal scales defined in this thesis, cycles of 1,500 years, hundred-year cycles and hypercycles. On average, a hundred-year period consists of approximately six hypercycles. In a period of 1,500 years there are sixteen hundred-year periods, or around ninety-six hypercycles.

As a transfer zone between the physical and economic environments, the economy has usually adapted its rhythm to that of the physical environment even though in recent years it has tried to

impose its supremacy on Nature. This has caused a certain distortion and transformation caused by the forcing of the natural physical environment. This thesis integrates the relation between the cyclical nature of climate and economic activities into the planning of coastal management

This interaction is hardly without economic cost. According to the World Resources Institute, close to 34 % of the world's coastlines are presently at a high risk of deterioration, and 17 % are at medium-risk. Regression, which is one of the manifestations of coastal deterioration, affects certain points of the coastal area studied here at a rate of approximately 1m. per year.

Decisions concerning activities to be carried out require an analysis of the optimization of benefits with a view to minimizing possible damages. For this purpose, it is necessary to have tools in order to quantify agents, actions and interactions. Among sustainability indicators used, we would like to highlight load-carrying capacity and ecological trace. Ecological trace widens the spatial scale since it introduces the concept of "dislocation" in reference to the production of goods and services as well as waste absorption. Spatial scales are thus determined in terms of the number of generations that continuously inhabit the territory.

All of this can mean that the velocity at which Man consumes the planet's natural resources is greater than the speed at which the Biosphere can replace them, regardless of the geographic location of such areas. However, on the basis of the previous statement, two observations can be made:

- Firstly, before resources are totally exhausted, scientific and technological innovations can provide the means to achieve higher levels of productivity and a more effective exploitation of natural resources. In this sense, there is a high variability and a rapid change of means and conditions. A more equal distribution and a more moderate and balanced resource consumption without dramatic deficits would allow us to prolong the time until resources are eventually depleted.
- Secondly, the dislocation between productive and consumer areas is an interesting phenomenon that is linked to "globalization", an economic concept that transcends local boundaries. This signifies that resource consumption and impacts occur independently of the location where production actually occurs or where waste material is absorbed. In this sense it is necessary to consider that the specialization of certain areas, insofar as production goes, generates synergies that allow us to deal with problems that can arise even under the best conditions.

All of the previous considerations point to the need of defining consequence scales, analyzing the variation gradients which establish rhythm in time and space. In reference to land occupation, the main problem resides in territorial regulation. This means that it is necessary to ascertain the maximum number of people that can occupy a certain territory without detriment to the environment.

Man's relation with the sea has gone through various stages. From a basically hostile, dangerous, and negative force, it evolved into just the opposite. Over the ages, mankind was able to harness its power, and productively use it for transportation and commerce. And nowadays, the sea and ocean play a predominant role in countries with coastal areas. As the sea became an important part of daily life, laws were passed to regulate the sea and coastline. These ranged from papal bulls to sea laws, the conference on Maritime Law fostered by the United Nations (1973), the conference on Environment and Development (1992), and the very diverse set of regional and national laws on the subject. Examples of such regulations in Spain are the *Ley de Aguas* (1985), *Ley de Costas* (1988), and the *Ley de Puertos* (1997).

However, the seriousness of the problems that have lately arisen in coastal areas has been intensified by the fact that up until now, if such problems have been dealt with at all, they have only been handled in a very partial way. In contrast, when problems have been handled within the framework of Integral Coastal Zone Management, a great amount of technical information has been generated regarding management and problem-solving. Different protection levels have been established that range from the sustainable use of natural ecosystems to integral protection (International Union for the Conservation of the Nature).

The most evident consequences of the increase in activities and uses in such a limited space are: (1) intensive land use; (2) increase of loads and pressures on the coastal ecological trace; (3) massive transfers to the sea; (4) decrease of the biodiversity in both mediums. All of these factors are conducive to the unsustainability of spatial and temporal scales of the system with the predictable rise in average sea level.

For this reason, the integration of various agents with interests in the coastal zone seems increasingly necessary so that this area will not disappear. Integral Management has gone through various stages. Its initial phase focused on controlling territorial uses (Clark, 1991; Sorensen y McCreary, 1990; Chua, 1993). The following stage was more concerned with the complementary analysis of different national jurisdictions (Vallejo, 1993; Vállega, 1992; Cicin-Sain y Knetch 1985). However, it is now more geared more to combining all elements with a view to generating a specifically integrated set of research documents (Cicin-Sain y Knetch, 1998; Barragán, 2003).

The resulting scientific literature provides precise definitions and justifies the need for integral approaches, highlighting the difficulties engendered by the interdependence and integration of environment and development, as well as of different sectors and nations (Cicin-Sain y Knetch, 1998). Additionally, it is also necessary to mention the interaction between dynamism and evolution, and the complexity of the process, analysis, general treatment, and problem-solving, specifically related to coastal areas (Koningsveld, 2003).

In order to structure this complexity theoretical systems are used that reduce the problem to a set of elements that can be studied separately, and can be used to explain the problem as a whole (Van der Veide, 2003; Barragán, 2002). For its study, it is necessary to make use of the knowledge of interacting mediums through the localization and analysis of indicators, and of the projection of their evolution. A case in point is the system established by the OCDE, based on the set of Driving Forces, Pressures, States, Impacts, and Responses (D.P.S.I.R).

However, these elements have negative aspects such as: (1) the fact that they are static tools; (2) their lack of well-defined temporal and spatial scales and their interrelation, which make it impossible to deduce scales of imbalances. In this thesis we also justify the need for integral coastal management related to the following two principal agents:

- Physical environment: territorial fragility
- Economic activity: reduced coastal dimensions

This thesis formulates an objective function that optimizes the quality of life in a sustainable environment by analyzing the physical and socioeconomic evolution in terms of spatial and temporal scales. The model is based on consumption: water and land, materials and energy (depending on the density), the production of alterations, and the generation of waste matter that must be absorbed by the environment (by means of increasingly complex procedures for their treatment that are economically unviable and environmentally unsustainable). This analysis offers information in the form of principal components regarding which activities explain a higher percentage of the evolution of the system, and regarding who is most responsible for its deterioration.

Its principal objective is the elaboration of:

Criteria methods, tools, and instruments that allow the evaluation and application by the coastal manager of territorial organization models based on independent knowledge areas, which are also closely interrelated:

- Knowledge of the coastal environment
- Identification of the spatial and temporal work scales, taking into account:
 - The difficulty of establishing limits
 - The itemization of responsibilities
- Identification of the essential evaluation conditions that permit the formulation of recommendations for action of a wide scope
- Implementation proposal

The following specific objectives are conducive to the achievement of our general objective:

- Establishment of new organizational criteria
- Consideration of spatial and temporal variability as basic elements in such organization
- Determination of the sensitivity of different elements to alterations within this spatial-temporal framework
- To implement the introduction of measurements of reliability and control
- Application of this method to a specific case, satisfying the following partial objectives:
 - Analysis of the predictions of the evolution of coastal morphology because of natural processes
 - Analysis and prediction of the evolution of the coastline because of human activities
 - Establishment of the interaction between the variables analyzed.

Finally, we describe the general organization of the document.

Approach to the Evolution of the Natural Physical Environment and the Socioeconomic Environment

The objective of this chapter is to analyze the relations of interdependence between the natural physical environment and the socioeconomic environment. Both can be regarded as constituent elements of a complex whole. These elements are linked by certain forms of interaction, in other words, they are subsystems within a system, characterized by an infinite exchange process, which tends to disintegrate when the exchange process stops altogether or when one of the elements becomes more important than the other.

There is a source relation between both types of environment which is subordinated because of their global nature, which should contribute to the evolution of the planet. The elements that are a part of this evolution define a distribution that strives to achieve a delicate balance. A

change in one of the units of the system will, in all likelihood, produce changes in other elements. The total effect thus involves the readjustment of all elements. There are cause-effect relations, and from such changes, two phenomena are derived:

- Entropy, which in this case can be defined as the tendency of any complex system to break up due to the relaxation of standards and an increase in randomness. Entropy is a function that tends to increase as time passes. However, advances in knowledge as well as greater amounts of data can be used as a means or instrument to control entropy. Decisions can thus be adopted with a view to organizing the system.
- Equilibrium: There is a dynamic equilibrium between different elements that make up the whole. In other words, such elements tend to adapt to each other in order to achieve equilibrium against environmental changes.

Primary components of coastal areas are the Natural System and the Human System. The cornerstone here is the analysis of the interaction between the two. This thesis formulates scales that link evolutionary processes: (1) independent evolutionary scales in which the interference of Man with the natural environment is not related to the evolution of this environment. Both can thus be evaluated as independent variables; (2) Interference scales that differ from the former because of the increased ability of Man to interact with the environment and modify it either in a positive or negative way. In this case, the variables are dependent.

When applied to the coastal system, the scales of the different processes have particular forms of adaptation or response time (relaxation time): the natural physical environment maintains a long-term dynamics related to climate, average sea level, and the evolution of the coastline. Its interaction with the socioeconomic environment causes short-term and medium-term instabilities. The scales characteristic of the socioeconomic environment are dominant over a short-term period even when manifestations of variability obey economic cycles. The relation with coastal zones is very intense because such areas are so attractive. Short-term alterations of the coastline cause destructive effects that resonate in the socioeconomic environment. Finally, the judicial-administrative system is a reactive system, characterized by the slowness of its responses and its lack of foresight. Its scales are usually medium-term.

Coastline processes reflect the evolution of interrelations throughout history. Physical environment processes mediated by the climate and the average sea level variation generate this interaction.

Global Climate Evolution

In the evolution of the natural physical system, the determining factor has always been the climate and the direct relationship that it establishes with the greater or lesser presence of large water or ice masses, the intensity of atmospheric and hydrological cycles, and consequently, with erosion or transformational phenomena. Association with climate evolution is the variation of average sea level that defines the position of the coastline. If we analyze global climate variation studies, the last glaciation began approximately 115,000 years ago, and was characterized by an initial phase of rapid cooling, and an intermediate phase of glaciation even more intense than the previous one, the last Glacial Maximum (around 30000 B.C.) lasting 12,000 years.

The period, known as the Younger Dryas (12000 B.C.), was followed by a warmer, humid period called the Boreal. At around 8000 B.C. the Boreal was replaced by a colder period known as the Atlantic. This is the time when the Earth's climates began to be more clearly defined,

and became more or less as they are now. More specifically, the Mediterranean climate, as we know it today, materialized around that time.

From then on, colder periods alternated with warmer ones, but always within normal climate parameters typical of specific geographical locations, in other words, without ever surpassing the established maximums or minimums, or changing climate.

Variation in the position of the coastline is a factor that is intimately related to climate. The fundamental causes of average sea level variation are (1) isostatic; (2) tectonic; (3) eustatic. However, since the geographic area studied in this thesis is located in medium latitudes, we have only considered sea level variation produced by eustatic causes, in other words, because of loss of solid water in polar ice caps.

The average level of the Holocene sea, geologically regarded as the period beginning from the time of the last transgression (20000-18000. B.C) was characterized by a rising sea level. During this period, the sea level was found to have risen approximately 150 m., 100 m. in the last 15,000 years. Progressive warming produced average annual sea level elevations at a rate of between 3 to 5 mm. Around 6000 B.C., this trend seemed to slow down for no apparent reason, and as a consequence, the sea level only rose about 0.3 to 0.5 mm. each year.

In the evolution of the global climate, after the Flandian transgression, the thermal maximum (approximately 8000 B.C.) brought about an increase in the average sea level of about two to four meters above what it is today. This caused the temperate zone to move northward. The discovery of the remains of an ancient civilization in the British Isles (Stonehenge), which dates to that period, seems to corroborate this fact.

Climate cycles of 1,500 years have previously been mentioned as intermediate-scale alternation periods. Analyzing their evolution in the final period, approximately during the High Middle Ages (1100 A.C.), there is a continuous decrease in temperature (even though alternations of lesser importance still occurred). This marked the beginning of what is known as the Little Ice Age and its absolute minimum (i.e. Maunder minimum), which occurred around 1700 A.C. This is roughly the midpoint of the 1500-year cycle. If the periodicity of these cycles repeats itself, the rising part of the period (with fluctuations of lesser importance) would take us up to the 25th Century.

Over the last 150 years, the data provided by tide indicators has been lavishly used to detect sea level behavior, complemented by historical, archeological, geodetic and paleo-ecological studies (Carter R.W.G., 1999).

Evidently, tidal variation is not an infallible indicator. The reason for this is twofold, firstly because of the local context where measurements are taken, and secondly, because of differences in data collection methods and analysis. A relevant example of this is visual observations though tidal measurements by satellite dramatically increase precision in this respect. Notwithstanding, most studies, based on the calculation of average sea level (Gutemberg, 1941; Emery, 1980;;Gornitz et al., 1982; Barnett, 1983; and Pirazzoli, 1986) coincide in affirming that the sea level has risen over the last 100 years. However, they do not agree on the rate. Differences in the number of measuring stations, density in different areas and countries, distortions in the eustatic tendency caused by continuous isostatic effects, and tectonic instability cause significant alterations.

However, there is certain evidence that the sea level rise has accelerated over the last 80-100 years. In the eustatic curve for the north of Europe, Mörner (1973) deduced a sharp inflection after 1870-1890, which is in consonance with a general movement towards warming after a cooling off period in the middle of the 19th Century. Subsequently, Emery (1980) observed the sudden change in sea level rise measurements after 1970, from 3 to 14 mm. per year, which he attributed to the increase in CO_2 emissions.

Present estimates use mathematical models based on the analysis of historical series of climate data, which in the best of cases only cover a century. In addition, paleo-climatic studies have been used with dating techniques based on carbon isotopes, applied to mollusk shells gathered from coasts levantadas, along with climate-data models with a view to making a double comparison. The objective is to create a reconstruction that also takes natural fluctuations into account, in contrast to variations caused by human activities. A study of this type has been carried out for the Mediterranean Basin, which offers a sound basis for the elaboration of short-term future scenarios (2100) (Alessio et al.; Antonioli et al, 1994).

The information collected points to a significant decrease in the rate of sea level rise (12-15 cm) at the end of the Holocene over the last 100 years (Pirazzoli, 1991). It is thought that human influence on climate change can double that velocity. Recent research situates sea level rise in 2100 within a range of 12 to 30 cm. (AEMA, 2000). This estimate is compatible with the lower range of the IPCC prediction of 20 cm. (2001) (fig.), and with the most recent models based on glacier melting speed, which predict a sea level rise of 9 - 30 cm. for the year 2100 (Gregory and Oerlemans, 1998). Other studies show that the sea level has risen 10 -15 cm. over the past century. Researchers foresee a significant increase in coming years of 25-75 cm. in the 2100 (Mahlaman J. D., 1997).

Socioeconomic Evolution

Climate has been the main conditioning factor in the development of life on the planet. The advent of more moderate temperatures and the presence of watercourses permitted the growth and proliferation of flora and fauna on land. Under such conditions, the optimum state of the coastline brought on the development of a great variety of natural contexts and a highly productive environmental system. As a consequence of this, biodiversity of coastal areas, characterized by the concentration of zones for reproduction, fish restoration, as well bird transit, is one of the greatest on Earth.

Finally, Man and his population settlements, development, evolution, and his control over the elements have also always been in close relation to the climate, coastline, and biological productivity. From an initial state conditioned by the environment, the agricultural revolution, the establishment of permanent settlements, the advent of written language, and social organization gave rise to the development of advanced civilizations. Such civilizations, which have lasted for over a thousand years have always been closely linked to maritime zones.

The incidence of climate can be related to the choice of location for population settlements in places favorable to oscillations of the average sea level. In this sense, control of the coastline is crucial for access to other geographic areas (commercial sea routes) as well as a defense against invasions from the outside. We have previously cited some of the vast quantity of bibliography available on sea level changes. This subject has been dealt with from a geophysical, geomorphological, and paleo-ecological perspective, and most of the studies have focused on the description of average sea level variations.

This thesis establishes a correlation between temperature variation, average sea level variation, and the establishment of great empires and civilizations up to the middle of the 19th Century. In this respect, special attention is paid to Mediterranean civilizations. Nevertheless, it should be stressed that similar phenomena have occurred on other continents as well.

Evidently, no single element can be regarded as the sole determining factor in any kind of evolution. However, something as important for climate as the assurance of crops was crucial in the triggering of certain historical events. For example, the Invasions of the Barbarian tribes and

the Asian Huns occurred at the same time as a very cold period in the north, which caused them to go in search of warmer territories that would guarantee their food supply. Something similar happened during the Little Ice Age and in the Middle Ages.

Around 15000 BP (the Ice Age), the polar ice caps were three times larger than they are today. For this reason, the temperate zone, which is the most favorable for life, was located south of the Sahara Desert. At that time, this was the place with the optimal conditions for the rapid evolution and development of mankind.

The progressive and constant retreat of this ice mass in a straight line with an almost uniform slope until approximately 8000 BP caused the sea level to rise from -100 m. to -14 m. (in relation to the present sea level). It is thought that during this epoch the Sahara became the desert that it is today. The temperate zone moved northward, which favored the development of the first important civilizations in southern Mesopotamia, Egypt, and the Indus Valley. The first two cultures, now extinct, became the foundations for Western civilization.

The rapid warming tendency inexplicably stabilized towards 6000 BP. is shown by the slope of the straight line representing the evolution of the average sea level over time, it has undergone a drastic decrease. After 6000 BP, fluctuations lessen considerably, and thus must be analyzed for significantly shorter time periods.

The previously mentioned temperature stabilization situates the temperate zone in the area surrounding the Mediterranean, initially in the southern part where the Phoenician civilization arose (5000-4000 B.C.). As is well-known, the Phoenicians colonized the the North African coastline up to the Iberian Peninsula.

A slight northward movement of the ice caused the average sea level to rise to 2.5, causing the temperate zone to also move northward. It is during this period (2000 B.C.) when the Greek Civilization flourished, beginning on the island of Crete (central Mediterranean), and moving to southern Europe. From 750 B.C. onwards, this gave rise to urban, peninsular, and continental culture.

The activity of the Phoenicians was curtailed by Alexander the Great, who conquered Tyre in 332 B.C. in the East and the fall of Carthage to the Romans in 146 B.C., which initiated another cycle in the northern Mediterranean. This is the period of the Roman Civilization. The maximum extension of the Roman Empire, as shown on the map, indicates the existence of a temperate zone, something that would imply the existence of adverse climate conditions for the development of life, in other words, very cold and humid conditions in the north and very hot and dry conditions in the south. The absence of water and water cycles was the determining factor in the assurance of crops.

At the end of the 3rd Century, there seems to have been a cooling-off period in northern Europe and Asia. The migrations of the Barbarian tribes from the Siberian steppes to the heart of the Roman Empire can be attributed to the harshening of climate conditions in the region.

A new variation in sea level, lower temperatures, and an increase in the ice caps caused the temperate zone to move southward again towards the southern shores of the Mediterranean Basin. At that time North Africa was warm and fertile. On a lesser scale, this can also be regarded as an oscillation in the opposite sense to what had been normal up to that time, in other words, the regression of ice on an intermediate scale. In 622, the flight of the Prophet Mohammed towards Mecca at Yatrib marked the beginning of the Moslem Era. In their whirlwind expansion through northern Africa, the Arabs conquered the cities of Ctesifón (637) and Alexandria (642). In 711 they invaded the Iberian Peninsula by sailing up the Guadalete River. The northern extremes were easily conquered. In 713 Barcelona surrendered, and in 714, Lugo as well.

The 13th Century signaled the beginning of a cold era known as the Little Ice Age. Its coldest point, known as the Maunder Minimum, occurred around 1700.

At the beginning of the 17th Century certain regions in Europe had a great many cottage industries. (This term was coined in the 1960's to describe the process of proto-industrialization.) This phenomenon arose in 1733 when the flying shuttle was invented, which increased the width of cotton cloth and speed of production of a single weaver at a loom. In 1764 the spinning jenny or a multi-spool spinning wheel, was invented, which dramatically reduced the amount of work needed to produce yarn, with a single worker able to work eight or more spools at once. In 1769 James Watt obtained his patent for the steam engine, which, when applied to spinning looms, eliminated the need to depend on human or animal force. 1840 saw the beginning of a climate period known as the Current Warm Period, which is regarded as the beginning of today's global warming.

The advance of knowledge and Man's growing control over the environment caused a rapid process of evolution, which with the discovery of mechanical energy has taken him in a very short time to become one of the most important conditioning factors in the evolution of the planet. The establishment of an economic as well as a social system, which developed from the 18th Century onwards caused the geometric reduction of the evolutionary scales of this environment.

The increase in production and productivity and the generalization of transfers gave rise to an increase in population, migrations, and large settlements near industrial centers. The location of industries in maritime areas and the emergence of tourism caused the population to concentrate in coastal areas, which in this way reached its maximum ecological and economic value. This has generated a new problem, the consumption of highly productive resources until their virtual exhaustion or irreversible loss for the establishment of activities with a very low or even zero productivity.

Globalization made agricultural conditions independent of climate conditions. Existing behavior patterns throughout the centuries have thus begun to change. The capacity to transport food between countries without having to take into account the distance separating them has generated a new kind of dynamics. The possibility of consumption almost completely transcends seasonal and climate limitations. However, the production of waste matter and the loss of environmental quality continue to be a local or regional issue. For this reason there is the need to consider transfer rates from consumption areas to production areas.

Of the information available regarding the evolution of processes in the socioeconomic environment, it is necessary to highlight the progressive decrease of scales of development.

Conclusions

Regarding the present day state of their relation with the physical environment, and more particularly with coastal areas, it should be underlined that whereas recent coastal evolution has occurred on a ten-thousand-year-old scale, the strong interaction with human activities is only centuries old. When both environments are related, the following observations can be made:

- The present coastline and civilization are the result of a long-term process with recent evolution over the last 8000 years. This process seems to be irreversible, and ultimately tends to extinction.
- The evolution on Earth of environmental units and the evolution of civilization are closely interrelated, and even more so within coastal systems.

As a consequence of these observations, the Earth in general, but especially the coastal system, should be managed according to the following premises:

- Study, knowledge and acceptance of the evolution of the physical processes
- Planning of the socio-economic processes

Basic Premises of the Model

The objective of this section is to establish a method for diagnosing the state of the coastal environment and predicting its evolution on different temporal and spatial horizons. The basic components of our model are the Natural Environment System and the Human System. Knowledge of the dynamic evolution of each system, independently of the other, the analysis of their interrelations, and the alterations that they can cause, are the working tools for this research study.

The evolution of each system can be discovered by using the scientific method to analyze the data collected. Observations based on deduction can thus be made which permit an initial hypothesis. On the basis of this hypothesis, an inductive process can then be carried out, always bearing in mind the evolutionary nature of laws. In other words, they have spatial and temporal scales that can be analyzed from the perspective of mathematical physics. This permits the simulation of a high number of events or actions which, when statistically analyzed, are the prediction of the system associated with its uncertainty. For a time period that constitutes the useful life of the element, scales which are less than or less than or equal to this time period are regarded as non-static or cyclical in regards to evolution. However, if the time period is greater than the useful life of the element, the system is regarded as stationary in reference to that scale.

The prediction of natural and human environments should be carried out in the context of uncertainty. Although natural processes can be governed by well-established laws of physics, they often respond to external perturbations that alter their dynamics. Besides, such processes interact with boundaries or with other processes, and can thus reach different levels of self-organization. Of this range of different responses, some are well-known, others can be approximated, others are not known, but can be simulated with certain hypotheses, and still others are totally unknown to the extent that their existence cannot even be imagined.

Socioeconomic processes are not free of uncertainty either. Surprisingly, until very recently, socioeconomics had not incorporated this possibility, just as it had never systematically analyzed the scales of these processes. It seems evident that when their cycles and evolution are analyzed, socioeconomic processes, which have been conceived and implemented by men, also follow certain laws and respond to external perturbations, creating in many cases, structures with high levels of self-organization. These processes have their own spatio-temporal scales and act in cascade, similarly to natural processes.

It is less known and probably generally accepted that the dynamic evolution of modern civilization, at least up to the 19th Century, has been “forced” by climate processes and their spatio-temporal scales. On a one-generation scale of an economic cycle (e.g. the fiscal year or seasonal vacations), the interaction of these socioeconomic processes with climate and meteorological processes is evident. This is even more evident if this relation is established between the socioeconomic activity and the coastline. The spectacular growth of housing on the coast and the use of this area for vacation purposes, etc. are only two examples of the interrelation

between socioeconomic and environmental processes, and of forcing and response scales. This relation goes in both directions.

One of the objectives of this thesis is the specification of spatial and temporal scales of the processes that dominate both components, as a way of advancing our knowledge of them. This makes it possible to make predictions that consider uncertainty. The difficulties inherent in this type of approach and the research objectives proposed reside in the following: (1) the interaction between processes with the same scale is not linear, but on the contrary, highly non-linear. For this reason, forcings and responses give reciprocal feedback, and develop imbalances that can be stable, unstable, and even chaotic; (2) scales of physical and human environments do not always coincide. This generates a cascade of imbalances that are spatial (local, regional, and global) as well as temporal (daily, seasonal, annual, hypercycles, hundred-year, etc.), and which can trigger new processes. Some of these processes are unknown, others are hidden, and still others have not as yet begun to emerge because they only appear when larger scales are used.

The management model that arises as a result of the verification of these imbalances must take into account the fact that planning has a specific temporal and spatial horizon. For this reason, it is necessary to be aware of the probable evolution of these horizons. This means in turn that one must be aware of the natural physical processes and the socioeconomic processes that take place. Consequently, the management model proposed in this research is a Process Model with different spatio-temporal scales.

Characterization

The characterization of an environment entails the knowledge of the elements that are a part of it. This signifies the need to delimit its boundaries, and the only way to achieve this goal is to define elements with great precision.

There are many definitions in scientific publications on coastal research. On the basis of these definitions, it is relatively easy to deduce the elements that characterize the coastal environment: (e.g. *overexploitation, unicity, legal-administrative delimitation, interrelation and reciprocity with adjacent areas, processes and evolution, and environmental management.*)

In this study, and with a view to establishing organizational criteria through the definition of agents and activities, their interrelations and quantification, and spatiotemporal scales, the coastal area should be defined in terms of its fundamental characteristics:

- physical environment, particularly climate and marine dynamics
- socioeconomic environment, especially its activities, and among these, those linked to the exploitation of marine resources and to land exploitation for different uses.

According to this approach, it is possible to define the littoral area as *the “two-phase” boundary between land and sea, whose existence has been the result of climate evolution since the Flandian Transgression as well as marine and atmospheric dynamics, and whose spatio-temporal evolution, besides responding to climate forcings, is conditioned and forced by the socio-economic activities inherent in such a context.*

The coastline can adopt a variety of forms, and is at the same time the link between two totally different types of environment. More than a mere littoral border, it is in many ways a transfer zone. There are two functional units on the coastline: an environmental unit and a socioeconomic unit. The occurrence of natural, human, maritime, and terrestrial agents with their different scales alter the qualities of both environments, thus forcing their evolution.

Quality

Quality is each of the circumstances or characteristics, either natural or acquired, which distinguish people or things from others. From this definition, it is possible to deduce their mutability, and thus, the evolution that will ultimately depend on the forcing agent (on its scale and the presence or absence of linearity). If this is not the case, evolution can produce phenomena such as: (1) resonance; (2) absorption; (3) new scales; (4) propagation.

The self-organization of natural systems is the paradigm of the complexity of Nature as well as a manifestation of its global nature and unicity. The processes of the different functional units respond to the action of agents, and their qualities change (evolve) with spatiotemporal scales, which “force” agents to manifest themselves in harmony with these scales.

Man, because of his activities, is an agent that affects both environments. With their scales and magnitudes, such activities alter the qualities of the coastline. If natural actions manifest themselves in natural cycles, human activities do so in socioeconomic cycles, associated with socioeconomic forcing and profits. These activities transform the qualities of the coastal system. One of these qualities is its shape, which produces variation in its response to natural agents. In other words, between both functional units, there can also be processes of self-organization.

Principles of performance are related to the qualities of the system. They are based on the state of knowledge, and as a result, they evolve with this state. This thesis makes the following distinctions:

- **Environmental Principles** (1) variety and diversity. In the definition of the environmental system, one element that should be stressed is variety. From the natural physical perspective, there are a great variety of ecosystems that are a part of the coastline, which are all characterized by their ecological uniqueness and their vulnerability to alterations. Moreover, the coastline is the source of a great many natural resources. (2) Danger and vulnerability. The variety and diversity of the coastline are affected by natural physical or human processes. Accordingly, danger can be defined as the degree to which the coastline might be affected by processes or agents that will produce a negative impact on it. When this occurs, it is necessary to regard vulnerability as its capacity to be affected or damaged. Among other things, this depends on the size of the area, its boundaries, and how frequently it is used. The combination of endangerment and vulnerability defines the fragility of the area. (3) Stochastic spatial and temporal variability. The variations or evolutions of the system cannot be determined beforehand. Variability implies uncertainty regarding the direction of the evolution, something that determines an associated risk insofar as uses and activities are concerned. (4) Global nature. The coastline is a place where there is an exchange and transformation of mass and energy between marine and terrestrial systems through their functional units. This entails a consideration of the following aspects:

- the functional unit that forms an entity in its totality;
- the spatial dependence of its components, in other words, the degree to which the global ecosystem is dependent on the processes that occur in this area.

(5) Uniqueness. Despite the fact that the coastal area is composed of very diverse elements, the fact that they belong to or are situated near this very singular two-dimensional system means that its elements can be regarded as unique manifestations. (6) Unrepeatability. The coastal system is the consequence of the Holocene climate process and its temporal evolution. Climate and coast can be regarded as being among the determining factors in the evolution of our civilization. (7) Transience or temporary nature of the coastline and

civilization. In the evolution of the coastal system, there have been periods of rapid sea level rise followed by a modification of coastal landforms, and finally a slow evolution of the sea level. From the analysis of these stages, it is possible to infer the difference between the scales of morphological and hydrodynamic processes that such variations cause, going from a phase-lag period to another period during which equilibrium is recovered. In Davis' Theory the youth stage could correspond to the first period, and the maturity stage to the second period, although it should not be forgotten that the system is not stationary and continues evolving. (8) Sustainability of the gradients. An environmental context should be able to "absorb" strong spatial and temporal gradients that may suddenly transform the surroundings. (9) Evolution. The global, essential and unique function carried out by the coastal system evolves according to specific parameters, which mainly involve climate variations and their repercussion on the average sea level and on the hydrological cycle. (10) Compensation. Rather than measures to compensate damage, it is necessary to establish programs for damage palliation and prevention.

- **Socioeconomic Principles** (1) Location. In the second half of the 20th Century the emerging field of regional economy explains the complexity of this attribute. It is associated with the regional nature of the economy and signifies an approximation to space as a determining factor for economic growth. (2) Complexity and transfer. These units should foment competition and technology transfer, and they should satisfy principles of sustainability of their own gradients as well as those that are induced in the system. (3) Transience and Temporality. By definition, socioeconomic activities are of limited duration. Nevertheless, apart from duration, reality obliges us to define the useful life of the activity in question as the period of time during which it achieves the main function for which it has been conceived (ROM 0.0). At the end of its useful life, it must be decided whether the area will continue to be used for socioeconomic purposes or whether it will return to being an environmental unit.

- **Principles of reciprocity** (1) Concomitance and complementariness. The environmental and socioeconomic units should co-exist, be mutually compatible, and when necessary, complementary without any conflicting functions. (2) Gradualness. The recovery and re-creation of environmental units and the substitution or creation of socioeconomic units should be carried out gradually in time and space at the same time. (3) Reversibility. Actions for the re-creation of socioeconomic units in the territory should be reversible, though taking the concept of evolution into account; (4) Sustainability and evolutionary compatibility. Actions with different types of functional units should be self-organized and capable of evolving in a compatible way with other units. (5) Equal distribution of costs and benefits. The crucial and unique function of the coastal system involves the existence of environmental and socioeconomic benefits.

Quality

Quality can be defined as the property or set of properties inherent in a person or thing that allow it to be evaluated in comparison to other similar entities, which may be better, worse or equal to it. This evaluation can be regarded as extrinsic, mutable, modifiable, transformable, and reformable, and thus, subjective, personal, and social.

The process for the establishment of quality criteria should allow for the difficulty in studying different components, and the variability of the subjective perception of their evaluations,

endeavoring to make these criteria as objective as possible. Their main function should be to facilitate the quantification of the element so that it can be more easily evaluated.

- **Socioeconomic criteria** (1) Environmental culture. The perception of the environment which is where education can influence social awareness with research as its foundation. (2) Social evaluation, such as the degree of social acceptance that will influence its involvement. (3) Conflicts of interest, such as the existence of different and contrasting approaches of the same phenomenon. (4) Importance of resources, such as the degree to which they can be exploited, and which they will affect the surrounding population. (6) SWOT analysis, quantifying positive and negative aspects.
- **Environmental criteria** (1) Nature and the landscape; such as the absence of deterioration and natural evolution. (2) Diversity. Variety, abundance or richness of ecosystems, habitats, communities and species, which is the heritage of a region or place. For this reason it is imperative to consider phases of characterization, ecosystem analysis, knowledge of operation, and uses and evaluation. (3) Productivity, capacity or degree of production of the terrestrial marine areas, and their contribution to the development of mankind or Nature. In the same way as in any productive process, it is necessary to bear in mind the decreasing marginal yields that may even be negative. (4) Degree of potential, real, present or future danger that can threaten coastal areas, and which is related to the exploitation of natural resources or the implementation of certain projects. (5) Restorability or capacity of regeneration, in the form of recovery or repair.

Conclusions: Evolution and Planning versus Processes and Management

The implications that can be derived from the application of principles of action on the environment with the qualities of globality, essentialness, and unicity are multiple and include the dialogue that should be opened up between regional territorial organization, municipal authorities, and the national government without forgetting the European context, with a view to arbitrating a set of restrictions on possible actions to be taken in the area.

Planning should be based on spatial and temporal evolution related to the spatial and temporal scale of action. The evolution of coastal activities and the intensive use of the coastline, primarily associated with tourism, are especially relevant in seasonal periods, but the temporality of the demand for transformations in the territory is represented on economic scales, and its effect on the natural environment must be evaluated on the scale of projection.

Designing the Model

Knowledge of the elements that comprise the coastal system and their foreseeable evolution entail the following:

- The great variability of the natural physical environment and its marine, terrestrial, and atmospheric components; the variability of the transfers that occur between these components; and furthermore, the likewise great variability of the social and economic elements that take place within this context.
- The uncertainty in the predicted evolution of both systems that is a result of the randomness of natural phenomena as well as human behavior, and also of the relations between them, which are likewise randomly modified.

The construction of a model is important because it means reducing the complexity of the system represented without falling into the trap of an oversimplification that makes the representation banal and uninformative.

The dominant characteristic of the elements of the system is their stochastic behavior. Nevertheless, managing this system of elements generally implies making decisions with apparent certainty in which a variety of aspects are lamentably taken for granted, and regarded as previously known or even predetermined. This basic error causes that the measures adopted suffer from a lack of objectivity.

Within a context of uncertainty, dynamism, and multidimensionality, the objective of this work is to design procedures for the identification and application of organizational criteria that allow management planners to make decisions objectively, taking randomness into account, and designing monitoring and implementation strategies of processes and their evolution, which give information regarding the magnitude and gradient of the response of the coastal system. This general objective ultimately leads to the identification of measures conducive to integral actions, and also to the identification, selection, and proposal of the most appropriate measures for such integration. This entails the evaluation of socio-environmental and socioeconomic processes and establishing feedback mechanisms.

The procedure proposed in this thesis is different from those presently being used. It is based on definitions of scale; it rests on the basic axioms of management models; it proposes a series of hypotheses, which lead to the deduction of a series of corollaries.

Since one of our initial premises is that temporal and spatial variability can be “discretized”, we define the following:

- **State:** is the minimum time period in which processes that intervene in the coastal system can be regarded as statistically stationary.
- **Littoral stretch:** is the minimum surface of the coast in which the processes that occur within the coastal system can be regarded as statistically uniform.

Axioms. This thesis is based on clear and evident premises that are adopted as axioms of our management model:

1. The activity of either of the two systems that intervene in the processes of temporal state and subset of the coastline can never be prevented, only modified.
2. The coastal system is always delimited by a boundary. It can either be a mobile or oscillating boundary, made of sand or rocks; or it can be a permanent one, made of concrete or stone. Whether mobile or permanent, the boundary marks a domain or coastline that includes elements of Nature and their uses.
3. Despite the random nature of the coastal system, whenever a state persists, it tends to attain an equilibrium, which is both stationary and uniform.
4. The temporal evolution of the coastal system can be described as a succession of states in which each tends towards its form of equilibrium.
5. The hyperannual evolution of the system can be analyzed as a sequence of statistically independent years.

Hypothesis. Furthermore, the following premises have been chosen as the basis for our reasoning, and thus comprise our initial hypotheses:

1. The equilibrium of the natural system is controlled by natural agents as well as the interaction of social agents, which signify the use and transformation of resources and energy.
2. The alteration rate of a state and subset of the natural system because of human activity depends on its distance from the point of equilibrium and the relation of the temporal and spatial scales of the two systems.
3. It is possible to define and apply by means of a multicriterial cost-benefit analysis, integral management methods that minimize the alterations of the environment and offer more acceptable levels of well-being.
4. The quality of life and the sustainability of the natural environment are two necessary and sufficient elements for a socioeconomic and environmental cost-benefit analysis.

Corollary. The following corollaries can be derived from the previously stated premises:

1. The processes that occur in a state and subset can be described and characterized by statistical state descriptors that evolve as a succession of states over time, and as a succession of subsets in space.
2. The behavior of the natural and human systems can be described and characterized by a complete set or inventory of mutually exclusive indicators that comprise a sample space. Any behavior of the coastal system can be defined in terms of these basic indicators by means of simple relations.

The guiding principle of the process should link environment and economy with a view to assuring the sustainability of the environment, and the preservation or increase in the quality of life of its inhabitants.

Until recently, the rules of the market regulating economic activities had no other limit but possible or supposed advantages or disadvantages for different social groups and their unequal distribution. In the last few decades, the knowledge acquired of the impact produced by such economic activities on the surrounding environment, biodiversity, and the integration of Man on the planet has alerted society. This has been the driving force for the elaboration of environmental rules that regulate human activities in the territory. These “environmental rules” are geared to enhancing sustainability and quality of life.

The evaluation of concepts such as sustainability and quality of life is not absolute. On the contrary, this type of evaluation is subject to both objective and subjective criteria. Furthermore, such criteria evolve with time, depending on the cultural, technical, and scientific advances of society. Based on the previous stated premises, we propose a non-deterministic method for the design of a dynamic model that can manage and reconcile the opposing interests that converge in coastal areas.

Depending on its sensitivity to alterations in the environment, which is one of the bases of this thesis, the environment is regarded as being composed of two types of elements:

1. Vulnerable elements: those elements that initially condition human activity even when they themselves are directly conditioned by such activities.
2. Essential elements: those elements that are crucial for the definition of the specificity, identity or nature of the territory.

Sustainability is characterized in the context of an approach that focuses on quality of life from a double perspective:

- The control of the vulnerable elements of the system: (a) limited surface; (b) coastal regression; (c) fragility of the hydrological system.
- The preservation of essential elements: (1) environmental identity; (b) quality of the coastal system; (c) socioeconomic capacities.

The system is characterized by means of the analysis of interrelations. A crucial element for carrying out such an analysis is population increase, which is the factor that generates the greatest pressure. Accordingly, we analyze general tendencies such as the population exodus to coastal areas, and also specific tendencies related to seasonal or permanent tourism.

This description involves defining specific management units for each of the environments: (1) physical environmental system in which representative management units are selected that are characteristic of the environmental personality of the area; (2) economic-environmental system in which economic management units are specified for economic sectors and infrastructures; (3) social system in which the social management units specified are related to the characterization of native populations and the new elements to be incorporated.

For explanatory reasons, it should be stated that these three systems are extremely, inter-related and as a result, their classification must be based on the perspective from which they are being viewed. For example, (a) fisheries, considered as a marine biological environment of great richness and diversity, which would be an environmental function; (b) fishing resources considered as that part of the fisheries, which are extracted for their commercialization and consumption, and which are an economic-environmental category; (c) the sector of the population who work in fishing-related activities, regarded only as a social unit without considering the economic influence or environmental impact of their activity.

The selection of the elements that characterize the model, through the exhaustive collection of data, configures a density function of essential elements from environmental identity to the hydrological resources. Each has a weight that allows us to evaluate the variation of the function in accordance with the alterations produced as a consequence of the activities carried out in the territory.

This identification is produced in the specifically defined management units of the system. Environmental culture is a dynamic concept. The criteria of analysis are the following: (1) objective criteria whose temporal analysis is subject to scientific discoveries or technological advances; (2) subjective criteria (which are majority) whose evolution is caused by the acceptance of and incorporation of scientific discoveries and technological advances in our society and culture.

In this sense, it is necessary to bear in mind that the environment can be regarded as a three-level system (earth - air - water) and that all of its elements are closely related. Its diagnosis can be carried out on the basis of the definition of an Environmental Quality Index that determines the quality of the principal environmental factors: (1) soil quality; (2) hydrological quality; (3) atmospheric quality, related to the following environmental elements: the existence of green areas, agricultural and forest areas, population density, housing density, and industrial influence.

In reference to the economic-environmental system, we must point out that its evaluation is extremely complicated, primarily because of the nature of its components and especially of those non-renewable elements and their impact on the future. The elements that comprise this analysis are determined by: (1) productivity, determined by the system's capacities. Consequently, we stress the problematic nature of the relations between the multiple uses of the coastal area,

but also the mutual benefits that can be accrued from some of these interactions, which are undoubtedly one of the principal challenges for coastal managers; (2) biodiversity which is viewed from the perspective of tourism, the most important economic activity. For this reason, it is no longer regarded as a limiting element, but rather as one that can be used as a competitive advantage. Natural resources are one of the principal tourist attractions in the coastal area.

Regarding the evaluation and perception of each social group, it should be mentioned that, from a socioeconomic perspective, the type of population that resides along the coast should play an important role in the development of awareness and in involving its members in the preservation of the area (Wells and White, 1995). At one extreme is the local population (mostly fishermen), and at the other, the varied set of commercial and recreational interests, including those that offer services to the sailing industry; tourists (both national and foreign); people who work in agriculture, industry, transportation, and other coastal activities. At an even more distant point there are even those who reside on the coast because of its high scenic value (for environmental, climatic and aesthetic reasons).

There are many possible activities that can be carried out along the coastline, and the impact of these activities on the environment has increased significantly. This also is the source of conflicts of interests: conflicts between users (Cicin-Sain and Knetch, 1998), and also conflicts between administrative entities with different interests. Within the first category of conflicts, we can name: (1) competition for marine and terrestrial space; (2) competition for the same terrestrial or marine resource; (3) negative effects of certain uses on the ecosystem that influence other uses.

The resolution of conflicts of interests is one of the main functions of the Integral Management proposed in this thesis, which has a double objective: (1) the protection of the environment in its widest sense; (2) the promotion of coastal development.

The problem involves optimizing the objective function/s, which are defined by the various activities that will be implemented in the territory, subjecting this function to two types of restrictions:

- Environmental restrictions. These restrictions are established through the agents that define them. They also point to the virtually absolute domination of the environment since economic restrictions are barely perceptible.
- Economic restrictions. These restrictions are imposed by the market and define the domination of the economy over the environment since the importance of the natural environment is relative.

Between both extremes in which either the environment or the economy reigns supreme there is a middle area where the dominance of the economy is mediated, conditions, and is conditioned by the dominance of the environment. Inversely, both environment and economy intersect, thus defining an area where compliance with both restrictions is possible.

The objective function can be validated through the generation of simulations by models:

1. For the natural physical environment, the models used are morphodynamic. Considering the evolution of the coastline (and particularly, the evolution of the beaches) as the backbone of coastal organization, the One-Line Model, derived from application models in engineering, can be an effective tool for its short, medium, and long-term evaluation (Baquerizo et al., 2005).

2. For the socioeconomic environment, the models used are econometric and of social evaluation. In economy and the rest of the social sciences, it is verified, after the fact, that a model, dependent on a series of variables, subjected to restrictions, has only one solution. The population in general seems to perceive and believe in the certainty of this information. However, on the contrary, the affirmation a priori that a model with its variables and restrictions has only one result seems very far from certain. If one wishes to establish the uncertainty of the model, then it is necessary to resort to a probabilistic analysis to measure this uncertainty. In this sense, econometric models are abstractions of reality which place their emphasis on variables (including time in the majority of cases), and those relations between them that are considered to be relevant to understand/explain reality.

Each of the solutions obtained should be questioned in order to discover if it contributes to the sustainability of the system and to the preservation or increase of the quality of life. When the response is positive, the set of solutions would coincide with the estimated function, and the restrictions entered for the function would be valid, and they would constitute a set that could be extrapolated to other contexts. If the response is negative, the simulation requires a revision of the set of economic and environmental restrictions, and when necessary, a proposal with changes in the set of activities characterized by the objective function.

Conclusions

Once validated the objective function as well as the restrictions, it is possible to begin making decisions through the establishment of strategic options. Strategic options are related to the types of environments in which the system has been divided: natural-physical, economic-environmental, and social.

In order to establish strategic options, special emphasis should be placed on the fact that any activity which signifies the use of the coastal area should have its time or useful life specified. As a result, it should be analyzed as an activity will eventually end. Once its useful life of the activity is over, the coastal zone should return to being a public area, and thus available for its sustainable use with other activities.

Design of a Socioeconomic Model

Generally speaking, the evolution of the coastal zone is the result of the interference of the environmental and human systems, derived from the alteration of the surrounding environment and socioeconomic activity. Such interaction is regulated by legal and administrative measures (Barragán, 2002). In the past, the Integral Management of Coastal Zones (IMCZ) has always been defined and applied on the basis of deterministic analyses, where the values of the different variables that model each system and its interaction with other systems are regarded as given and invariable in time (i.e. permanent) and in space (i.e. uniform).

However, this approach has not shown itself to be sufficiently effective. For this reason, it seems reasonable to assume that the IMCZ is characterized by a certain degree of uncertainty derived from the very randomness of natural phenomena, data sources, and the statistical treatment of mathematical models and human behavior. This signifies that such uncertainty is the main obstacle for the formulation of models that wish to explain its dynamics, and ultimately to find a possible solution for its joint, lasting, and sustainable operation. Furthermore, this uncertainty affects the value of different variables as well as the temporal and spatial variability.

For this reason, the prediction of the evolution of the coastal system, which the IMCZ should facilitate, is a very complex task.

If one considers the uses of the territory as the greatest manifestation of the interference caused by human activity, the three natural elements cited in Chapter IV can offer the boundary conditions for the formulation of any model, and thus, become the limiting and linking elements for the variability of the system, designed from the perspective of the population evolution: (1) the capacity of the territory to absorb activities and transformations without suffering irreversible evolutions because of the demand and uses of the land; (2) the presence of water as the conditioning factor for the development of life; (3) the evolution of the coastline and its incidence on population settlements and coastal activities, especially as reflected in beach areas.

0.0.1. Spatial and Temporal Scales

Formulation: Igiven a territorial subset of the coastal area, spatially delimited according to the parameters in Chapter III, this thesis analyzes, in terms of different temporal scales, socioeconomic and environmental development, evaluating the quality of life, sustainability, total costs, failures and loss of socioeconomic and environmental serviceability, and the risk, all derived from a specific territorial organization and management, bearing in mind the available coastal as well as serviceability resources (water and energy).

This is a problem of the optimization cost/benefit with restrictions.

0.0.2. Elements of the Model

Territorial Organization Program

Designing a Territorial Organization Plan is a commitment to the determination of land uses, which can involve the transformation of a part of the land as well as its conservation, preservation or protection. The a priori dimensioning strategy is conceived as territorial transformation for the establishment of a population settlement with specific demands regarding general or coastal resources, and the cost analysis that the settlement and the demand cause.

The organization of the coastline establishes the initial boundary conditions by means of the socioeconomic and environmental characterization of the subset in terms of functional units: (1) The first thing considered is the demand for land to be transformed for home building and edification, and the loss of green areas that this involves, as well as the land necessary that can be transformed for uses related to infrastructures and services; (2) Other areas of land destined for uses such as agriculture and those related to industrial processes. Even though such areas are not studied here, they also include environmental spaces, or land that should be protected since it has coastal resources.

The evaluation method of this program of organization consists of the analysis of the evolution of the human population and others, depending on the capacity of territorial organization to satisfy socioeconomic and environmental necessities and their costs.

The functional units

The functional units characterize the socioeconomic and environmental development of the subset studied in terms of a set of indicators that should complete and exhaustive. This set

includes the variables of the subset, city, municipality, or region, and are variables that are derived from and functionally dependent on the population and its evolution:

1. Socio-economic indicators. There is a set of social or economic elements that act as magnets or repellents of the population towards or away from a certain territory. These elements can be systematized, quantified, and represented in the form of indicators. The number of indicators can be as many as desired, but it is necessary to take into account the cost of obtaining them and their complementariness in order to avoid an excessive amount of information that can sometimes be repetitious. When there are too many indicators, it can also be difficult to have a good idea of the information that they can provide.
2. Environmental indicators. Environmental conditions also behave as magnets or repellents in regards to agents as well as economic activities. The coast and the surrounding land is a favorable location for the installation of activities, and climatic conditions are an incentive for population settlements. This explains the centrifugal tendency that is presently causing people to gravitate towards the coastline.

Environmental conditions can also be systematized by means of a series of indicators, and the previous considerations regarding the maximum number of indicators is also relevant here.

Resources

The coast is a zone that is especially attractive because of its climate and environmental conditions, and because of its potential for economic activities, particularly those related to tourism. For this reason, in coastal zones it is necessary to take particular care of environmental and tourist resources. The territorial organization model should test and develop guidelines and criteria for environmental analysis, the conservation of the rural environment, and the sustainable management of environmental and tourist resources, especially the following:

- The management, control and conservation of waters and their associated biotopes, especially the wetlands.
- The development of sustainable tourism, resource conservation and the encouragement of tourist and recreational land uses that are in harmony with the environment. For this reason, it is necessary to identify the environmental problems generated, and the opportunities and strengths related to tourism in its different modalities.
- Management and control of the rest of the coastal habitats and strategies of protection and recovery of endangered flora and fauna.

From among the set of resources that the population uses for its activities in a territory, the resources discussed in Chapter III as vulnerable or essential elements can be divided into two types: (1) general resources (local, regional or global) such as the soil, water, and energy; (2) coastal resources such as the evolution of the coastline, beaches, marinas, fishing ports, and the rest of coastal activities. They can be characterized as follows:

1. Sustainability Resources
 - When land is used for urban purposes, it undergoes organization processes in periods that coincide with economic hemicycles (4-8 years). It is thus subject to these processes.

- Water is an element with random “distribution”. For this reason it is limiting, which signifies that it needs to be regulated.
- Energy is a limited resource, but whose supply must be guaranteed at all times.

2. Littoral Resources

- The evolution of the coastline is a dynamic process that is influenced by the variation of the average sea level over a long-term period, and by human activities over a short-term period. This affects the other resources as well.
- Dry beaches are a limited resource, subject to climatic randomness, whose stability needs to be assured, at least on a seasonal basis.
- The ports are booster elements. They depend on the population that they supply and are in turn, an important magnet for people who wish to carry out economic, nautical, and recreational activities.

The importance of resources and the indicators that represent them are directly manifested through their use in the balance equation of the resource, and indirectly, in the evaluation of the sustainability and the quality of life in coastal areas.

0.0.3. The Population. Temporal and Spatial Evolution

In the same way as other living creatures, human beings interact with their environment. The natural physical environment and the socioeconomic environment of coastal areas must be analyzed and modeled by taking the population as the principal variable of the problem, given that from this variable it is possible to derive all of the impacts and pressures on the rest of the activities, whether they are economic or environmental.

Spatially, the population, on any scale (global, regional or local) over the past century has tended to distribute itself in a surrounding area that is rarely more than a few kilometers from the sea or ocean. The possibilities and potential of this environment has made it particularly attractive. Furthermore, the spatial distribution is subject to temporal fluctuations, which are associated with seasonal periods when the interaction with the environment is even more intense.

The population that has settled in this territory requires resources and produces waste matter. However, the capacity of a territory to produce the former and absorb the latter is limited and subject to an evaluation of its equilibrium.

0.0.4. Environmental equilibrium

The model proposed in this thesis formulates equilibrium equations from a global perspective that influences two specific aspects:

1. The relation between the demand and available resources with a view to establishing an equilibrium that can determine the possibility or impossibility of receiving a specific population.
2. The overall equilibrium between supply and demand, their temporal analysis, and the determination of the number of serviceability failures make it possible to use equations to determine:

- system's limit states, which cause supply shortages or breakdowns, as well as temporal alterations in the surrounding environment and
- ultimate limit states, which are those that cause the permanent failure of the resource or irreversible alterations of the environment.

Both are determining factors for the establishment of objective thresholds of quality of life and social well-being in a sustainable environment.

0.0.5. Costs

All resources can be subject to economic evaluation. This entails the capacity to ascertain the cost of the power installed, which is associated with the installation and conservation of infrastructures as in direct contrast to the benefits that they produce. This permits the evaluation of direct and indirect costs. Indirect costs are related to the production of waste matter and the alteration of the natural physical environment. The economic evaluation model is based on the following premises:

1. On a specific temporal horizon, attention to the demand entails the dimensioning of its elements to which they are added in the form of variables: (1) static (the costs of the initial establishment); (2) dynamic (the costs of supply, upkeep, and conservation as well as "diseconomies"). Their lack of equilibrium can bring with it the necessity of subsidies or transfers of different scales.
2. The balance between consumption and tax collection indicates the system's level of economic sustainability.
3. Its consequence is an equation of land occupation and use, its consumption, and the loss of virgin land.

These three items constitute what can be regarded as an economic analysis of the consequences of all of the costs associated with population settlements in the territory.

In the analysis of costs, states are defined in terms of the capacity of recovery or balance between expenses and revenues.

- $\text{Balance} \geq 0 \implies \text{Incapacity for Recovery} \implies \text{Failure State}$
- $\text{Balance} > 0 \implies \text{Capacity for Recovery} \implies \text{Non-failure State}$

0.0.6. Model of Population Evolution

This thesis proposes a model of socioeconomic activities in which population is principal variable.

The model is formulated on the basis of the temporal evolution in the subset studied of human populations or of other competing species in the territory. In this respect, we make the distinction between economic populations, who carry out a specific activity, whether permanent or not, in the territory, and environmental populations, regular or sporadic, who are attracted to the location because of its environmental conditions even when they affect the economic activity.

The population is the independent variable that evolves in time, and is related to the indicator of each function.

The problem involves performing experimental simulations with weekly sequences for transitory populations, who converge on the area on a seasonal basis, and who define an annual tendency. The sequence of years to be used should be at least the duration of an economic and environmental cycle although the optimal period would be the sequence of three consecutive cycles.

If we consider indicators and resources, the population can be modeled by using an Ordinary Differential Equation (ODE) for which it is necessary to define the following: (1) terms related with population growth; (2) reduction terms because of socioeconomic and environmental conditions, and terms related to the interaction dynamics of different population groups.

A simple model is proposed for the adjustment of terms, which is performed by means of Monte Carlo simulations. In this way, it is possible to analyze their evolution, as well as future database models, which will provide real data for their future adjustment.

Conclusions

The implementation of such a model makes it possible to predict the following:

1. The foreseeable evolution of the population;
2. The states of the system and the possibilities of: (1) environmental failure, such as deficits in the resource supply; (2) socioeconomic failure, such as the impossibility of investment recovery;
3. The consequences of the failures associated with situations of risk, where risk is defined as the failure probability for the following consequences:

$$R = P(f) * C$$

Data Analysis for the Implementation of the Population Model

As previously stated, the main variable of our model is population variation.

The evolution of the population that has settled along the coastline can be studied from a dual perspective: (1) as an evolutionary tendency in medium and long-term periods; (2) as variations that are especially important in short-term periods, associated with seasonal phases, but whose duration is significant within the context of the overall variation and its impact on the natural physical environment.

Population variation is determined by the socioeconomic and environmental development of the subset where it is located. This type of development can be described in terms of a complete and exhaustive inventory of indicators that can be quantified in order to evaluate the degree to which it causes the population to be more or less attracted to the coastal area. From an environmental perspective, a territory offers a set of resources that the population demands. From a socioeconomic perspective, it allows us to quantify the capacity for recovery and identify the need to provide subsidies or perform transfers in contexts of a wider scope that go beyond local or regional spheres.

The variables are studied from different perspectives.

0.0.7. Correlation

The knowledge of the behavior of the variables can be intuitive or immediate. If they are studied in pairs, an effective tool is their correlation. In statistics, correlation can be defined as the relation between two consequences or dependent variables of a cause, or sole dependent variable, not necessarily considered in data processing. Correlation shows the degree of dependence between variables and is quantified by a coefficient r . It is possible to demonstrate an algebraic relation between r and the analysis of the regression variance, such that its square (determination coefficient) is the variation proportion of the variable Y , caused by the regression. In this sense, r^2 measures the explanatory power of the linear model. However, r does not measure the magnitude of the slope (“force of association”), nor does it measure the appropriateness of the linear model. For this purpose, regression is used.

0.0.8. Parametric Regression

Regression techniques offer the possibility of predicting the values of a certain (dependent) variable Y , on the basis of the values of another (independent) value X , between which we can sense a relation. In principle, the form of the function f , which links both variables, could be arbitrary, and as complex as desired. However, this thesis proposes the simplest form of linear regression.

0.0.9. Non-parametric Regression

Non-parametric regression. Nevertheless, there are cases in which it is not easy to determine the category of functions to which f , the function linking both variables, belongs, or our knowledge of it is limited. In these cases, it is advisable to use non-parametric methods that establish softening premises for the regression function.

0.0.10. Empiric Orthogonal Functions

Nevertheless, when the set of variables is large, the analysis can be exceedingly complex. In this sense, it can be very difficult to determine the relation between bidimensional variables as well as the importance of the relation between groups of variables. This can cause confusion when it comes to correctly interpreting them. In this sense, the technique of Principal Components Analysis (PCA) shows itself to be the optimal linear predictor to find a more reduced set of non-correlated variables since it obliges the weight of the original variables to be of the same order of magnitude. The most interesting properties of this method are the following:

- They provide an efficient data compression method. No other set of functions can describe the data more efficiently since it explains greater data variability in the N first terms.
- Given that the new variables are not correlated because they are orthogonal, and that they approach a normal distribution, they represent independent variability modes of any of the $N - 1$ other terms.
- The representation of auto-functions is the best method of linear adjustment of the original variables in the sense of data adjustment by squared minimums. It reduces the number of variables, thus avoiding the problem of the dimension, and is a way of eliminating noise or the less predictable part of the data.

0.0.11. Analysis of the Evolution of the Principal Variables

The population in coastal areas has substantially increased since the beginning of the 20th Century. This growth has intensified in the last 30 years, and this has drastically changed the socioeconomic system of the coastal area as well as its appearance.

At the economic activity level, the coastal zone has become increasingly salient. Its driving forces are the service sector, and closely related to this sector, is the tourist industry.

At the physical level, the population increase involves the growth of urban centers and residential areas as well as all of the corresponding infrastructures and services.

Furthermore, this population is subject to two phenomena that can be said to modulate it: economic immigration as a result of economic growth during an unusually long period that accentuates the normal growth tendency and the seasonal variations, which coincide with vacation periods, when the population fluctuates and undergoes a substantial increase. In the area studied in our thesis, the population grows exponentially. The highest growth rate occurs in the western part, specifically in Chiclana de la Frontera, which is the residence of a large percentage of the total population of the province of Cadiz.

Population growth is a significant force in both the environmental and socioeconomic system.

- Firstly, it is related to the increase in income level, which is practically a linear function.
- Secondly, it is related to the housing increase. Here it is important to distinguish between permanent homes vs. vacation homes, depending on the type of population. The percentage of vacation residences is on the rise in relation to the percentage of primary residences, and its growth is exponential. This is a classification that is based on use. However, on the market, no such distinction is made between different types of housing.

When average income is related to housing, fluctuations are observed in the demand with a more than proportional growth for a specific income level, followed by the subsequent softening of the slope. For the second residence, the growth model is similar although it tends to move towards the higher income zone. The decrease in the previously mentioned demand can be explained by the increase in price that often occurs when the demand goes beyond the local and regional scale to the national or international scale.

Tourism is thus one of the variables to be considered in the evolution of the demand.

0.0.12. Analysis of groups with EOFs

In a second phase of our study we analyze sets of variables, and determine the variability that can be explained by different auto-functions. The types of variables have been classified as: (1) demographic variables; (2) economic variables; (3) local variables, especially the price of housing.

For demographic variables, the first auto-function explains the main tendency of all the standardized variables, and its explained variability is 98 %. For economic variables, it is necessary to use two auto-functions: the first, $f_1(t)$ has an explained variability of 81 %, and is indicative of the tendency for the variables. The second, $f_2(t)$ has a cyclic behavior of approximately one economic hemisphere, and together, both explain a variability of 96 %. Finally, for the local set of variables, which relate the first group to the second, it is also necessary to use the first two auto-functions: the first, $f_1(t)$ has an explained variability of 92 %, and is indicative of the tendency for the variables. The behavior of the second, $f_2(t)$ is the opposite of the first. When the slope

of the first rises sharply, the slope of the second descends or becomes softer, and vice versa. This provides the answer to the problem of population self-organization and feedback, which depends on population density.

0.0.13. Application of the Model

Finally, we have developed a formulation of the model which combines the variables and the data, and simulates states to predict its evolution.

Regarding the socioeconomic variables, Income Level and Labor Market are regarded as determining factors in population evolution, principally, insofar as the stable active population is concerned, which is the most permanent and most affected by this type of variable. For the rest of the population types, of the environmental variables, the relation between hydrological resources and inhabitants is regarded as one of the elements that can affect the development tourism in coastal areas. Consequently, we have analyzed the data related to the hydrological basin supplying the area studied in our thesis. We have analyzed its behavior, and adjusted it with a distribution function capable of predicting its evolution.

The results of the simulation point to a population growth with a moderate slope if the economic evolution continues to occur in cycles approaching the short-term scale defined in this thesis (i.e. approximately, 13 years). The results for the transitory populations made up of tourists, whether they consistently return to the area or not, show cyclic variations that should be associated with short-term variations of hydrological resources.

Conclusions

Territorial planning should use intermediate scales as both temporal and spatial development scales.

The planning of economic activities should be based on models that have objective foundations. Evidently, such models evolve rapidly, and generate a certain orthodoxy. Their use makes it possible to make predictions regarding the evolution of economic activities.

The capacity of such models to predict environmental evolution is much more advanced, however, since the variables that intervene in this type of formulation are more predictable, or have better known and more firmly established laws for their behavior.

The combination of territorial planning through the characterization of environments by means of indicators and the attention to resources as a principal support for the evolution of the population, and the identification of equilibriums that help determine the foreseeable failure states is an innovative tool because of its design and basic premises.

The models have shown themselves to be valid even when the observations available are in short supply, and do not respond to the ideal quantity desired. The design of these models points to a certain mode of description and analysis. There are, of course, other research orientations, but the one described in this thesis is valid because of its explanatory power and its underlying principles. It focuses on all of the terms and elements from a dynamic perspective, and it is open to subsequent modifications and to the incorporation of new elements that can make it even more accurate.

In conclusion, the process elaborated in this thesis has the following phases:

- Verification of existing data

- Selection and standardization of useful data for the model
- Demonstration of modelization techniques
- Verification that if the model is theoretically validated, it is then relatively simple to elaborate a questionnaire that makes field studies possible, which implement and improve it.

Índice general

Summary	VII
Introducción	VII
Introduction to Coastal Areas	VIII
Approach to the Evolution of the Natural Physical Environment and the Socioeconomic Environment	XII
Global Climate Evolution	XIII
Socioeconomic Evolution	XV
Basic Premises of the Model	XVIII
Designing the Model	XXII
Design of a Socioeconomic Model	XXVII
0.0.1. Spatial and Temporal Scales	XXVIII
0.0.2. Elements of the Model	XXVIII
0.0.3. The Population, Temporal and Spatial Evolution	XXX
0.0.4. Environmental equilibrium	XXX
0.0.5. Costs	XXXI
0.0.6. Model of Population Evolution	XXXI
Data Analysis for the Implementation of the Population Model	XXXII
0.0.7. Correlation	XXXIII
0.0.8. Parametric Regression	XXXIII
0.0.9. Non-parametric Regression	XXXIII
0.0.10. Empiric Orthogonal Functions	XXXIII
0.0.11. Analysis of the Evolution of the Principal Variables	XXXIV
0.0.12. Analysis of groups with EOFs	XXXIV
0.0.13. Application of the Model	XXXV
Aportaciones de la Tesis	1
1. Introducción a los Espacios Litorales	3

1.1.	Introducción	3
1.2.	Capacidad de carga y huella ecológica	16
1.3.	Usos, Regulación y Gestión: evolución histórica	20
1.4.	Diagnóstico y Pronóstico	25
1.5.	La Gestión Integrada de la Costa	26
1.6.	Crítica a los modelos actuales de Gestión Integrada	32
1.6.1.	Nuevas necesidades	33
1.7.	Planteamiento, Fomulación y Objetivos	34
1.8.	Objetivos	35
1.8.1.	Objetivo General	35
1.8.2.	Objetivos Específicos	37
1.9.	Organización del Documento	37
2.	Aproximación a la Evolución de los medios Físico Natural y Socio Económico	41
2.1.	Introducción	41
2.2.	Sistemas y Dependencias	42
2.2.1.	Tiempos de respuesta	44
2.3.	Evolución y procesos del medio físico	44
2.3.1.	Evolución del clima global	45
2.3.2.	La posición de la línea de costa	47
2.3.3.	Nivel medio del mar holoceno	48
2.3.4.	Los últimos 150 años y el pronóstico	51
2.4.	Evolución del Clima y los Procesos Socio-Económicos. Una Aproximación	52
2.4.1.	De la Revolución Agrícola a la Revolución Industrial	54
2.4.2.	Clima y desarrollo de las civilizaciones	55
2.4.3.	El inicio del modelo económico actual	61
2.5.	Los tres últimos ciclos socioeconómicos y la prognosis. Relación con el medio físico	65
2.6.	Evolución del perfil de playa como respuesta a los cambios climáticos	66
2.6.1.	Un modelo simple para el periodo de relajación	68
2.6.2.	Escalas de evolución del nivel del mar	69
2.6.3.	Aplicación del modelo	71
2.7.	Conclusiones del Capítulo II	72
2.7.1.	Medio Socioeconómico	73
2.7.2.	Medio Físico Natural	73
3.	Bases del Modelo	75

3.1. Introducción	75
3.2. El sistema litoral	76
3.3. Calidad del Área Litoral	79
3.3.1. Principios de Actuación	82
3.4. Calidad del Área Litoral	89
3.5. Restricciones e Implicaciones	92
3.6. Conclusiones del Capítulo III: Evolución y Planificación versus Procesos y Gestión	95
4. Elaboración del Modelo	97
4.1. Introducción	98
4.2. Objetivos	100
4.3. Definiciones, Axiomas e Hipótesis del Modelo	101
4.4. Sostenibilidad y Calidad de vida	103
4.4.1. Sostenibilidad	103
4.4.2. Calidad de vida	104
4.5. Elementos del Modelo	105
4.5.1. Criterios de valoración: percepción, evolución y cultura	105
4.5.2. Planteamiento y bases metodológicas	105
4.5.3. Análisis de interrelaciones en la zona costera	110
4.6. Caracterización	111
4.6.1. Física	112
4.6.2. Económica	113
4.6.3. Social	113
4.7. Identificación de datos con interés	114
4.7.1. Unidades de Gestión	116
4.7.2. Unidades Económicas	116
4.7.3. Unidades Sociales	118
4.8. Análisis de la Información	120
4.8.1. El Medio Físico-Ambiental	120
4.8.2. Materia Económico - Ambiental	121
4.8.3. Medio Social (Valoración Humana)	123
4.9. Conflictos de Intereses	125
4.9.1. Resolución de Conflictos	126
4.10. Formulación de la Función Objetivo	128
4.11. Simulaciones	129
4.11.1. Físico - Ambiental	129

4.11.2. Económico - Social	130
4.11.3. Análisis de Componentes Principales	131
4.12. Conclusiones: Estrategias y Medidas, y Actividades a Término	131
5. Planteamiento de un Modelo Socio-Económico	135
5.1. Resumen del Capítulo V	135
5.1.1. Escalas Espaciales y Temporales	136
5.1.2. Elementos del modelo	136
5.1.3. La Población. Evolución Temporal y Espacial	138
5.1.4. Balance Ambiental	138
5.1.5. Costes	139
5.1.6. El Modelo de Evolución Poblacional	139
5.2. Introducción	140
5.3. Escalas Espaciales y Temporales	143
5.4. Elementos del Modelo	143
5.4.1. Introducción	143
5.4.2. Programa de Ordenación Territorial	147
5.4.3. Unidades Funcionales	151
5.4.4. Recursos	154
5.5. La variable Población en el modelado de las actividades socioeconómicas	160
5.5.1. Conceptos y definiciones	161
5.6. Balance Ambiental	165
5.6.1. Balance de Recursos de Sostenibilidad	165
5.6.2. Balance de Recursos Litorales	170
5.7. Costes	171
5.7.1. Costes de Recursos de Sostenibilidad	171
5.7.2. Costes de Recursos Litorales	174
5.8. El Modelo de Evolución Poblacional	174
5.8.1. Relación de las Variables con la Población	174
5.8.2. EDO de la evolución temporal de una densidad poblacional	176
5.8.3. Soluciones	178
5.9. Conclusiones del Capítulo V	178
6. El Análisis de Datos para la Implementación del Modelo Poblacional	181
6.1. Resumen del Capítulo VI	181
6.1.1. Correlación	181

6.1.2. Regresión Paramétrica	182
6.1.3. Regresión No Paramétrica	182
6.1.4. Funciones Empíricas Ortogonales	182
6.1.5. Análisis de la Evolución de las Principales Variables	182
6.1.6. Análisis por grupos mediante EOFs	183
6.1.7. Aplicación del Modelo	184
6.1.8. Conclusiones	184
6.2. Introducción	185
6.3. Regresión paramétrica	187
6.3.1. La recta de regresión.	187
6.4. Regresión no paramétrica	189
6.5. El Análisis de Componentes Principales	190
6.5.1. Datos de partida	190
6.5.2. Datos a analizar	191
6.5.3. Interpretación geométrica	191
6.5.4. Funciones empíricas ortogonales como funciones de mejor aproximación	192
6.6. Componentes principales	193
6.7. Análisis de la evolución de las principales variables	196
6.7.1. Análisis por grupos mediante EOFs	206
6.8. Aplicación del Modelo	211
6.9. Conclusiones del Capítulo VI	215
7. Conclusions	217
7.1. Future research lines	219
7.2. Limitations	219
A. El Agua	221
A.1. El Agua en la Zona de Estudio	224
A.1.1. El agua como recurso	224
A.1.2. Usos económicos del agua	226
A.1.3. Conclusiones y Alternativas	228
B. Usos Económicos del Suelo: La Vivienda	231
B.1. Introducción	231
B.1.1. Elementos de una economía	232
B.1.2. El sector de la construcción	234
B.1.3. La edificación residencial turística. El fenómeno de la segunda residencia	237

B.1.4. Precio de la vivienda 245

Índice de figuras

1.1. Foto de satélite mostrando la localización del área de estudio (Fuente: modificado del Atlas de la Provincia de Cádiz)	5
1.2. Modelo de Kondratief sobre la periodicidad de los ciclos económicos (Fuente: Gordon, Ian, 2004)	13
1.3. Rada del varadero de Motril. Las operaciones de carga y descarga, de mercancías, se efectuaban mediante barcazas. (Fuente González Ruiz, J. (Ed.), (1996.))	14
1.4. Localización de operaciones de restauración en la zona de estudio (Fuente: modificado de Muñoz-Pérez, 2001)	16
1.5. Evolución de la huella ecológica en relación con la capacidad e de carga de la Tierra (Fuente: Richarson, D.)	18
1.6. Esquema de emplazamiento de Plazas Mayores en ciudades portuarias (Fuente: modificado de González Tascón I. (Ed.))	21
1.7. Esquema de Fuerzas Conductoras, Presiones, Estado, Impacto y Respuesta (Fuente: OCDE)	31
1.8. Esquema del procedimiento propuesto en este trabajo	35
2.1. Componentes de la estructura de Van der Veide (1993)	43
2.2. Ejemplo de modelo de desarrollo no sostenible	45
2.3. Periodos relacionados con la última glaciación en relación con el nivel medio del mar (Fuente: modificado de (French, P.W., 1997))	46
2.4. Curva del nivel del mar durante los últimos 18.000 años (fuente: Díez, J.J., 2000)	47
2.5. Ciclos recientes de evolución climática	48
2.6. Nivel medio del mar holoceno (Tarbuck y Lutgens, 2000)	49
2.7. Círculo de Stonehenge (Fuente: Unicrhome of Bath)	50
2.8. Aproximación a la evolución de los 1500 años	51
2.9. Escenarios de incremento del nivel medio del mar (IPCC, 2001))	52
2.10. Diferencia entre las tierras emergidas entre los hemisferios norte y sur (Fuente: modificado de Mapamundi)	54
2.11. Evolución del casquete del polo Norte en los períodos 15.000 y 1.000 a.P. (Fuente: Proudman Oceanographic Laboratories)	57
2.12. Rectas de variación del nivel medio del mar durante el Holoceno	58

2.13. Los Fenicios, su expansión por el Mediterráneo (Fuente: Orígenes del hombre. Vol I, II, 1995)	59
2.14. Evolución en el medio y corto plazo del nivel medio del mar	59
2.15. Máxima extensión del Imperio Romano. ¿Máxima extensión de la zona templada?	60
2.16. Extensión del Imperio Británico	66
2.17. Playa de Doñana, acantilado producto de la erosión de una duna fósil (Fuente: elaboración propia)	67
2.18. Tipos de acantilados	67
2.19. Curva de tendencia al equilibrio de la costa ante la variación del nivel del mar(Fuente: Baquerizo et al. basado en Bruun (1962) y Kriebel and Dean (1992))	68
2.20. Variación del Nivel del Mar en la escala Holocena	70
2.21. Modelo de evolución del nivel del mar en el medio plazo	70
2.22. Aproximación a la evolución de la temperatura en los últimos 2000 años y del nivel medio del mar en los últimos 200	71
2.23. Aproximación a la variación del nivel medio del mar	71
2.24. Curvas de forzamiento y respuesta para períodos de 10 a 100 años	72
2.25. Análisis del desfase producido entre la variación del Nivel Medio del Mar y la respuesta del sistema costero	72
3.1. Ejemplo de sistema autoorganizado	80
3.2. Esquema de acción del oleaje en un sistema autoorganizado	81
3.3. Etapas en la evolución media del mar holoceno	85
4.1. Zahara de los Atunes. Nuevas construcciones destinadas a segunda residencia	99
4.2. Desarrollo de la costa desde una perspectiva humana. (Fuente: P. French, 1997)	100
4.3. Desarrollo de la costa desde una perspectiva medioambiental.(Fuente: P. French, 1997)	101
4.4. Evolución de la inflación relacionada con la evolución del precio del petróleo (Fuente: Agencia Internacional de la Energía, 2004)	107
4.5. Modelo de crecimiento de la demanda de suelo en relación con la demanda de recursos hídricos	108
4.6. Esquema del incremento de la productividad relacionada con la inversión medioambiental	123
4.7. Aplicación de criterios centrados en el ser humano	126
4.8. Aplicación de criterios centrados en el medio ambiente	127
6.1. Municipios de España que ganan o pierden población. (Fuente: TINSA 2005)	199
6.2. Evolución del crecimiento total de la población de España (Fuente. OCDE 2005. Elaboración propia)	200

6.3. Evolución de la población en la provincia de Cádiz y la zona de estudio a lo largo del siglo XX	200
6.4. Evolución de la población y de la vivienda en función del incremento de población	201
6.5. Esquema de relación entre la población de la zona de estudio y su renta media declarada	202
6.6. Evolución de la vivienda, principal o secundaria en función de la Renta	203
6.7. Esquema de evolución del turismo en la Zona de Estudio, en Cádiz y Andalucía .	204
6.8. Esquema de evolución cíclica del turismo en la Zona de Estudio	205
6.9. Evolución del número de turistas en función del tipo de vivienda	205
6.10. Esquema de relación de la variabilidad explicada y tendencia, relativa a las variables demográficas	207
6.11. Esquema de relación de la variabilidad explicada y tendencia, relativa a las variables económicas	208
6.12. Esquema de relación de la variabilidad explicada y tendencia, relativa a las variables locales	210
6.13. Esquema de modelo de evolución de la población	212
6.14. Ajuste de la Función de Distribución de la Precipitación Anual	213
6.15. Esquema de Evolución de los distintos grupos de Población en función de la variación de los indicadores y de los términos reductores	214
6.16. Esquema de Evolución de los Términos Reductores	215
A.1. Cuencas hidrológicas de Andalucía	223
A.2. Cuenca del Guadalete y Barbate	225
A.3. Esquema de variación del consumo de agua entre verano e invierno	228
B.1. Causas e influencias de la organización espacial de los usos del suelo	232
B.2. Evolución porcentual del Producto Interior Bruto en España (Fuente: Elaboración Propia a partir de OCDE, Economic Outlook)	233
B.3. Estructura productiva de Andalucía en relación con España y la Zona Euro . . .	233
B.4. Variación interanual en % de las tasas de crecimiento de los distintos subsectores de la construcción en España y previsión de su evolución 2005-2007 (Fuente: Modificado de Euroconstruct, 2005)	236
B.5. Evolución de la promoción de viviendas. Número de viviendas terminadas entre los años 1980 y 2004 (Fuente: D. G. de la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo. Mº de Vivienda, 2005)	237
B.6. Viviendas libres y protegidas contenidas en los proyectos visados en Andalucía desde 1960 a 2004 (Fuente: Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España)	238
B.7. Número de proyectos visados por año en la provincia de Cádiz entre 1960 y 2004 (Fuente: Consejo Superior de Colegios de Arquitectos)	239

B.8. Crecimiento del número de viviendas en la provincia de Cádiz y en la Zona de estudio (Fuente: Instituto de Estadística de Andalucía)	239
B.9. Evolución del número de solares urbanos, y parcelas edificadas en la zona de estudio desde 1994 a 2002 (Fuente: Instituto de Estadística de Andalucía)	240
B.10. Evolución del número de recibos del Impuesto de Bienes Inmuebles de la Zona de Estudio (Fuente: Instituto de Estadística de Andalucía)	241
B.11. Motivaciones generales para elegir el litoral como lugar turístico (Fuente: Frontur, ITE, 2004)	242
B.12. Principales destinos turísticos en el mundo. (Fuente: Organización Mundial del Turismo, estimación para 2003)	243
B.13. Relación en porcentaje entre Cádiz y Andalucía (eje de ordenadas de la derecha), y entre Cádiz y los municipios de la zona de estudio (eje de ordenadas de la izquierda) (Fuente: Frontur, ITE, 2005)	245
B.14. Curvas de Oferta y Demanda. Determinación del equilibrio del Precio de mercado	246
B.15. Determinación del precio de la vivienda en función del incremento de la demanda relacionada con el tiempo	247
B.16. Evolución en índices del precio de la vivienda relacionado con el incremento de salarios y el incremento del IPC (Fuente: INE, Ministerio de Fomento, BBVA)	248
B.17. Relación entre los tipos de interés y los períodos de amortización.	249
B.18. Relación entre los precios de las zonas costeras y el interior (Fuente: Ministerio de la Vivienda)	249

Índice de cuadros

1.1. Subprocesos de Planificación y Gestión (Fuente: Barragán 2003)	30
4.1. Principales problemas relacionados con las zonas litorales en función del desarrollo del país. (Fuente: Sain and Knecht, 1998)	125
6.1. Series temporales de las variables utilizadas para el análisis de la zona de estudio.	196
6.2. Turismo Receptor en España y Andalucía en el período 1997-2005. (Fuente: Instituto de Estudios Turísticos. 2005. Elaboración Propia)	203
A.1. Distribución de recursos disponibles en Hm ³ /año, y proyección a medio plazo, en la cuenca del Guadalete-Barbate (fuente: Confederación Hidrográfica del Guadalquivir)	226
A.2. Distribución sectorial de la demanda en la cuenca del Guadalete-Barbate (fuente: Confederación Hidrográfica del Guadalquivir)	227
A.3. Usos del Agua / Demandas en la cuenca del Guadalete - Barbate (Fuente: Confederación Hidrográfica del Guadalquivir)	227
B.1. Aportación al crecimiento del PIB a precios de mercado. Fuente: Contabilidad Nacional Trimestral de España	234
B.2. Relación de ocupados y empleados en distintas ramas de la producción. (Fuente: Contabilidad Nacional Trimestral de España)	235
B.3. Evolución de la vivienda: de protección oficial y libre (Fuente: Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España, 2003)	237
B.4. Evolución de la vivienda (Fuente: Ministerio de Fomento. * Previsión del Banco de España)	238
B.5. Turistas extranjeros, distribución por formas de alojamiento. (Fuente: OMT, 2004)	243
B.6. Turistas españoles, distribución por formas de alojamiento. (Fuente: OMT, 2004)	244
B.7. Evolución de la relación entre viviendas principales y secundarias en la zona de estudio (Fuente: Censo de Población y vivienda (INE))	246
B.8. Evolución del precio medio de la vivienda (Fuente: Ministerio de la Vivienda) . .	247

Aportaciones de la Tesis

Las principales aportaciones de este estudio se enumeran a continuación:

1. Analiza la evolución del sistema litoral, del conocimiento que proporciona la definición de escalas temporales, asociadas a la variación del nivel medio del mar; la gran escala (15.000 años), la escala intermedia (1.000) años, escala de proyección: 100 años y pequeña escala: hiperciclos (15 años), anual, diaria y escalas asociadas a la ocurrencia de eventos, como pueda ser una borrasca o un temporal. Ello establece una tendencia en la evolución del medio físico. Dicha tendencia puede sin embargo sufrir fluctuaciones, en una escala intermedia, que pueden ser a su vez afectadas por alteraciones en escalas aún menores.
2. Estudia la incidencia de las escalas del medio físico y su forzamiento de las escalas económicas. El estudio de la variabilidad climática muestra como esta variabilidad impregna las escalas, tanto las temporales como las espaciales.
3. Analiza la variación del dominio de trabajo. Un ejemplo puede ser la pérdida de territorio. La disminución de las lluvias, el encauzamiento de los ríos o la construcción de embalses con la consiguiente pérdida de sedimento y de nutrientes, pueden ocasionar pérdidas del material, lo que implica una disminución de la línea de la costa, la pérdida de un delta, o la degradación del medio biótico.
4. Mejora de los procedimientos de análisis y evaluación de las variables que caracterizan el medio litoral, tanto desde el punto de vista de los agentes del medio físico, sociales, económicos, de entorno y regionales, como de las actividades que en el pueden desarrollarse, relacionadas con la utilización del suelo y de los recursos, y de desarrollo económico y social.
5. Contribuye a determinar las relaciones que se producen entre agentes que caracterizan un medio y las actividades que en el mismo se desarrollan y al establecimiento de los umbrales a partir de los que se considera que la influencia implicará un cambio en el equilibrio y su sentido.
6. Contribuye al análisis y experimentación en una zona que por no estar aún intensivamente aprovechada puede generar modelos de estudio aplicables con carácter general en cuanto a evolución condicionada.
7. Propone un nuevo enfoque, dinámico, en cuanto a la definición de desarrollo sostenible y de calidad de vida.

Capítulo 1

Introducción a los Espacios Litorales

1.1. Introducción

Según el diccionario de la Real Academia Española de la Lengua ribera es: “el margen y orilla del mar o río”. Es una zona de encuentro, de la que cabe resaltar su alta variabilidad espacial y temporal. De forma genérica la ribera es inicialmente unidimensional; se asocia con una línea. El concepto es ampliado a dos dimensiones cuando la definición hace referencia a la tierra cercana a los ríos (también ha de entenderse a los mares), aunque no esté en su margen. La tercera dimensión la constituye el aire y asociado a él, el clima global y el local determinado por la proximidad entre los medios acuático y terrestre. Ribera, costa y litoral inicialmente se consideran sinónimos. No obstante, más adelante se estudian en detalle los diferentes términos que definen la zona, de su significación y extensión.

La ribera y sus inmediaciones más próximas comprenden un porcentaje menor del 15 % de la tierra firme del planeta y solamente un 40 % de él reúne condiciones de habitabilidad. A ello se añade la variabilidad de su evolución, que puede ser tratada como una variable aleatoria sujeta a movimientos cíclicos que interactúan con la acción humana. A pesar de ello acoge a más de un 60 % de la población mundial, poniendo de manifiesto que las costas sirven, ante todo, de lugar de residencia. En los Estados Unidos, por ejemplo, la densidad media de la población en las zonas costeras es cinco veces superior al resto del país. En Noruega, los dos tercios de su población vive a menos de 15 Km. del mar. Si esta tendencia continúa, en el año 2025 más del 75 % de la población habitará en las regiones costeras (UNCED, 1992).

La España peninsular tiene una longitud de costa de 7.880 Km. de los que un 24 % son playas. Considerada una banda de 5 Km. a sotomar (tierra adentro) supone el 7 % del territorio (Ley de Costas 1988), y la población que la habita, que a principios del siglo XX era de aproximadamente un 12 %, creció hacia finales del siglo hasta el 40 %.

Variabilidades natural y artificial en el litoral

Las zonas costeras ocupan un lugar muy importante en la economía. Junto al uso residencial predominante se realizan actividades de ocio y tiempo libre. A escala estatal se ha desarrollado el acondicionamiento y la extensión de zonas costeras, pasando del 42 al 65 por ciento entre los años 1981 y 1989; este desarrollo está en continua expansión. Por otra parte, en las zonas costeras los picos estacionales de turismo triplican en muchos casos la población residente y el turismo de playa se cuantifica en un 82 % del turismo total.

Como parte del sector servicios los incrementos del turismo en la participación del Producto Interior Bruto han sido notables. Aunque se registró una cierta ralentización durante el año 2002, mantiene unos niveles muy altos en el conjunto de la economía española. Así, el peso de la actividad turística en España se sitúa en el 11'8 % del Producto Interior Bruto en 2002, frente al 12'1 % registrado en el año 2001 (INE-CSTE, 2004).

Aún con escalas muy diversas, las riberas presentan ciertas analogías independientemente de que se trate de costas, ríos, lagos naturales, embalses, etc. Su gestión también las presenta, ya se trate de la de una zona del Mediterráneo, del Mar Caspio, o del Rin. Estos sistemas morfodinámicos, costero, fluvial, lagunar, etc. son, en general, altamente cambiantes en función de los agentes forzadores, olas, viento o avenidas. Por ello, incluso en la gestión de los sistemas de ribera en estado natural es necesario tener en cuenta su variabilidad natural, que debe ser tratada como una variable aleatoria ya que sus agentes forzadores lo son.

Por otra parte son importantes las presiones a las que están sometidos los recursos que en estas zonas se sitúan. A partir de la segunda mitad del siglo XX las presiones se han acentuado y comienza a tenerse conciencia de que los cambios efectuados y sus consecuencias se tornarán, en un plazo breve, irreversibles. En muchos tramos de la costa española esta situación ya ha sido alcanzada. El incremento de intereses por el litoral, sus objetivos contrapuestos, supone un aumento de la complejidad, tanto en los planteamientos como en el desarrollo y en sus resultados. Su tratamiento no puede ser trivial.

Sirva de ejemplo el encauzamiento de los ríos y las alteraciones que provoca. En principio entre los elementos positivos de funcionamiento del sistema natural se considera que la ribera de un río recibe en caso de avenida o desbordamiento, los limos y sustancias en suspensión que transporta, con lo que las tierras de su alrededor se benefician y son más productivas. Muchos ejemplos pueden citarse a lo largo de la historia. Además el propio desbordamiento lamina y atempera la avenida, evitando riesgos río abajo. No obstante muchas ciudades crecen en la ribera de los ríos o los incorporan a su trama generando un sistema de control artificial. Los intereses económicos y sociales demandan la prevención de esas avenidas, bien mediante la construcción de embalses o presas de regulación río arriba, bien mediante su encauzamiento. El Guadalquivir a su paso por Sevilla ha de ser controlado so pena de que media ciudad se inunde esporádicamente. Es un caso evidente de predominio del medio humano sobre el medio natural.

Sin embargo, en Alemania pueden citarse otros ejemplos de predominios del medio natural sobre el medio económico. En un intento de conseguir potenciar el contacto entre los diferentes usos, y en lugares que no afectan directamente a núcleos urbanos o a intereses económicos o sociales, se está iniciando un proceso de “desencauzamiento” de ríos, desmantelando dichas infraestructuras y potenciando la transferencia y la interferencia entre los medios. Otro ejemplo sería el del río Skjern en Dinamarca (Ureña et al., 1999). Sin embargo también en estos casos se construyen pequeñas presas que laminan los efectos de posibles avenidas.

En otras ocasiones es la naturaleza la que impone sus ciclos. Los lagos alimentados por los aportes de arroyos o ríos, sufren procesos naturales de colmatación. La evolución natural del fenómeno puede terminar en la pérdida de los ecosistemas lacustres, acuáticos y terrestres que dependen de la pervivencia del mismo.

En resumen, en estas zonas tienden a concentrarse una parte importante de la población y de las actividades económicas (CZIG, 1998). Además, no sólo la actuación humana puede desequilibrar un sistema natural. También la naturaleza tiene sus ciclos evolutivos, alguno de los cuales cambia dramáticamente los equilibrios y produce reestructuraciones en las poblaciones de los ecosistemas. Por tanto a la hora de definir una gestión de la costa es necesario analizar cómo actúa esta variabilidad y cómo interactúa con la acción humana.

Ámbito de estudio y Medio Físico

Los conceptos y los métodos elaborados en esta tesis se desarrollan y se aplican en la zona litoral situada en el suroeste del Atlántico español, concretamente el tramo de la Costa de Cádiz comprendido entre Tarifa y Sancti Petri (figura: 1.1), con el objeto de hacer una propuesta de ordenación y de seguimiento mediante el modelo que se propone. Por ello, las aclaraciones conceptuales al texto, sobre todo en estos primeros capítulos, se refieren a este tramo de costa.

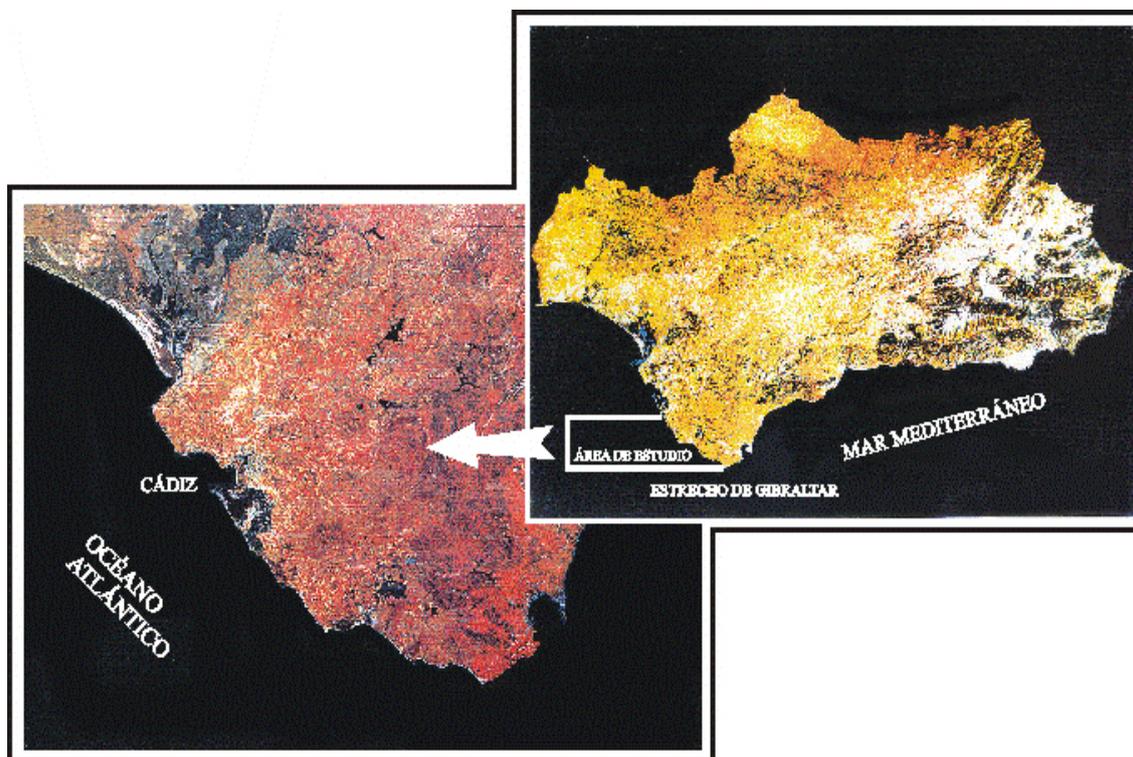


Figura 1.1: Foto de satélite mostrando la localización del área de estudio (Fuente: modificado del Atlas de la Provincia de Cádiz)

A efectos de claridad de exposición es conveniente considerar que el medio litoral está formado por tres componentes morfológicos o zonas: terrestre, marítimo y ribereño, de transición, litoral propiamente dicho o “marítimo-terrestre”, aún cuando su delimitación responda normalmente a criterios jurídicos o administrativos. En esta tesis, estas tres zonas se utilizan para la descripción y caracterización de los sistemas naturales y socioeconómicos; no obstante deben entenderse como elementos expositivos.

En la zona terrestre se puede apreciar una gran variedad paisajística, mediatizada por la proximidad al mar y por el clima benigno. Tierra adentro, no existen límites precisos, aún cuando un límite lo constituye la extensión en la que se percibe esa calidad climática, cuya anchura será mayor o menor en función de la variación más o menos rápida de la altitud del terreno. En la zona de estudio, se pueden observar zonas escarpadas y de montaña, sobre todo en la mitad sur, que llegan hasta el mar y configuran un sistema en el que se alternan las calas y playas rectas con los acantilados y las puntas. Hacia el centro nos encontramos zonas inundables como las marismas que penetran muy hacia el interior y por último zonas llanas en la zona norte, en cuyo extremo vuelven a inundarse y a formar marismas.

La zona más próxima al mar, o sotamar, presenta las características climáticas citadas an-

teriormente, si bien existe un agente predominante cual es el viento de levante, cuya presencia, persistencia y fuerza llegan a ser molestos. Hacia el interior sin embargo, sobre todo en las zonas a sotavento de las lomas de mayor altitud, el viento se atempera y la temperatura también es cálida por su humedad y proximidad al mar.

Aunque los mismos procesos producen cambios a lo largo de todas las costas, no todas ellas responden de la misma manera. Las interacciones entre los diferentes procesos y su importancia relativa dependen de factores locales; entre ellos son notables los siguientes: (1) existencia de ríos que aportan sedimentos; (2) grado de actividad tectónica; (3) topografía y composición del terreno; (4) vientos y condiciones meteorológicas predominantes, y (5) configuración de la línea de costa y de las áreas próximas al litoral.

La zona marítima tiene límites más precisos. Comprende fundamentalmente la playa húmeda y la plataforma continental. Por ésta última se entiende aquella franja costera, de fondos arenosos, que desciende suavemente con pendientes del orden de 1/100, desde los 0 a los 500 m de profundidad. Su extensión varía mucho en función de la zona del planeta en la que se encuentre. En la península ibérica es muy estrecha. Para la zona en estudio puede considerarse la excepción que supone el Golfo de Cádiz donde alcanza una cierta extensión (50 Km.) hacia el norte y la disminución de tamaño y presencia de grandes cañones submarinos hacia el sur. El límite de la plataforma con las zonas oceánicas más profundas se denomina borde continental.

Su morfología se debe a diferentes procesos, desde erosión de las zonas costeras y acumulación de depósitos, al levantamiento o hundimiento de determinadas zonas continentales.

Por último en la zona de transición, esto es en la zona de proximidad inmediata al mar, se pueden diferenciar los siguientes elementos constitutivos: playas, acantilados, lagunas, marismas, dunas, deltas, puntas, flechas cordones, etc. en la zona de contacto terrestre y elementos morfológicos de escalas variadas: gran escala, barras de arena, escala intermedia, bancos de arena, afloramientos de roca, bajos, y de pequeña escala, rizaduras de arena, etc. en la parte marítima de la zona de contacto.

Existen condiciones específicas para cada uno de los medios. En las zonas más alejadas de la línea de costa las fluctuaciones de estas variables ambientales se ven más influenciadas por la dinámica de las corrientes oceánicas y atmosféricas, mar adentro o por la dinámica atmosférica y terrestre tierra adentro. Sin embargo, las condiciones ambientales (temperatura de las aguas, salinidad, concentración de oxígeno, etc.) en la plataforma continental (insolación, ventilación, temperatura del aire, aporte de agua dulce; lluvia y caudales de los ríos) en la zona terrestre, sufren grandes fluctuaciones, que se acentúan cuanto más cerca se está de la línea costera, por la acción de las olas, mareas y condiciones atmosféricas.

Entre las variaciones más acusadas que se dan en las zonas costeras están las variaciones de temperatura tanto del agua como del aire, la variación del nivel del mar y los procesos de inundación y aireación - ventilación, aumento o disminución de la salinidad, la acción de las olas y los elementos que lleva en suspensión, la presencia de oxígeno, dióxido de carbono o la variación del pH y por supuesto la irradiación. Debido a sus dimensiones reducidas estas zonas son altamente vulnerables a las alteraciones medioambientales, por ser los gradientes de variación muy altos.

La susceptibilidad de estas áreas a la degradación por sucesos naturales o acciones humanas, esto es, a la distorsión que en la actividad del área genera la "colonización" de otras actividades, que pueden originar nuevas presiones en los ecosistemas, en los sistemas de producción y en las poblaciones, es alta.

Las comunidades bióticas asociadas a los "hábitats" costeros suelen tener una tolerancia baja a los cambios en condiciones medioambientales o sólo pueden existir cerca de los límites de su

tolerancia, definidos por las alteraciones medioambientales mencionadas más arriba. Las presiones naturales que sufren, como tormentas o prolongadas inmersiones, determinan la extensión de su desarrollo. Presiones adicionales (como la doméstica o la polución industrial, reducciones excesivas de salinidad e incrementos de la turbidez por la mala administración de la cuenca) pueden determinar si el grado de deterioro es total o parcial, o no recuperable mediante la regeneración natural.

En las tres zonas pueden, sin embargo, encontrarse ecosistemas de alta productividad biológica.

En la zona terrestre conviven ecosistemas variopintos, desde hábitat boscosos: zonas de arboleda y bosques, fundamentalmente pinares, enebrales, sabinares y alcornoques, a zonas de montebajo y arbustiva: zonas de breza y matorral, fundamentalmente retamares, formaciones herbosas, dunas marítimas y continentales, zonas de aguas corrientes y tramos de cursos de agua, o aguas dulces estancadas, hábitat rocosos y un largo etcétera en los que se da gran variedad biológica. Por ser zona de tránsito hacia los continentes las aves en sus migraciones la utilizan como plataforma de nidificación y áreas de descanso, con lo que la diversidad de especies se acentúa. Por otra parte la propia diversidad de sus ecosistemas propicia el desarrollo de multitud de especies animales asociadas a los mismos.

Los ecosistemas marinos tienen una gran diversidad. En la plataforma continental están por ejemplo los mejores caladeros de pesca del mundo, de hecho, más del 80 % de las capturas mundiales de pesca se realizan en estas zonas. La variada fauna requiere un soporte alimenticio proporcionado para los herbívoros y omnívoros por la vegetación bentónica, constituida por los talófitos en fondos rocosos y las fanerógamas en fondos blandos. Cabe destacar la gran importancia a niveles de producción, formación de detritus y refugio de fauna que constituyen las praderas de *Zostera* y *Posidonia* (Fanerógamas). No obstante en su mayor parte están limitados a aguas someras, excepto en algunas latitudes medias que llegan a profundidades de hasta 60 m. También proporcionan nutrientes las corrientes en su movimiento, oxigenando y aportando nutrientes y fitoplancton. En la zona de estudio se produce un continuo intercambio de aguas entre el mar Mediterráneo y el océano Atlántico.

Por último en los ecosistemas de transición, es posible encontrar ambientes costeros tales como las formaciones arenosas: playas y dunas. Estas últimas pueden colaborar en la formación de acuíferos subterráneos, debido a la porosidad y permeabilidad de sus materiales, y desarrollar en su seno una variada vida animal y vegetal, con especies adaptadas a las condiciones marinas, vientos fuertes y salinidad, así como a las difíciles condiciones del propio sustrato arenoso. También se pueden encontrar humedales; marismas, lagunas litorales, riberas de ríos y arroyos, cuyas funciones son vitales para el medio costero, ya que concentran en términos relativos las mayores producciones de nutrientes que constituyen la base alimenticia de los organismos vivos del medio marino.

La biodiversidad actual de la zona de estudio, Atlántico en el Golfo de Cádiz en contacto con el Estrecho de Gibraltar, no puede comprenderse sin tener en cuenta la de la zona vecina, el Mediterráneo oriental. En éste, la flora y la fauna han evolucionado a lo largo de millones de años hasta ofrecer una mezcla singular de elementos templados y subtropicales en la que hay una gran proporción (28 %) de especies endémicas (Fredj et al., 1992) y biotopos específicos (Informe sobre el Estado y las Presiones del Medio Ambiente Marino y del Litoral Mediterráneo de febrero de 2000). En el Mediterráneo se estima una riqueza biológica de 10.000 - 12.000 especies marinas (de las cuales 8.500 corresponden a organismos macroscópicos). Se trata de una alta biodiversidad que representa el 8-9 % de la mundial (4-18 % según el grupo considerado; (Bianchi et al., 1995)).

Actividades económicas: economía y “deseconomía”

La explotación económica de los recursos costeros es diversa y adopta múltiples formas, unas veces opuestas y otras complementarias (OCDE, 1972).

En la zona terrestre, el uso económico predominante, tal y como se ha mencionado más arriba, es el uso residencial con carácter permanente. El proceso, acelerado en España a partir de los años 60 del siglo XX, implicó una ocupación del litoral para usos diversos en cuantías variables: 40 % de la costa calificada como urbanizada o urbanizable. De lo que queda el 7 % está destinado a instalaciones portuarias, un 3 % a instalaciones industriales y un 8 % a usos agrícolas. El resto no tiene usos claramente definidos, en ocasiones debido a sus dificultades orográficas (Ley de Costas, 1988)

El fenómeno urbanizador ha generado importantes “impactos ambientales”. Significativa es la cuenca mediterránea, en especial la Costa del Sol, en concreto Málaga. En esta provincia las parcelas edificadas y los solares urbanos representan en 2001, 408 millones de metros cuadrados, lo que supone el 5’59 % de su superficie provincial (se sitúa en 4º lugar a escala nacional, tan sólo por detrás de Madrid, Barcelona y Alicante). Dejando de lado Madrid por ser la capital, las otras tres son provincias y ciudades litorales. (Análisis de la influencia de la Ley de Ordenación Urbanística de Andalucía, 2004). Sin embargo se ha de resaltar que, en la actualidad, estas ciudades han alcanzado una tasa de crecimiento y una diversificación de sus actividades que las hacen prácticamente independientes de las actividades exclusivamente vinculadas al litoral.

Junto a las grandes ciudades costeras también se pueden identificar zonas litorales “rurales”, para las que la playa es un atributo imprescindible, cuya tendencia evoluciona asimismo hacia el incremento de las densidades residenciales. La no proximidad a la playa, o el ser una zona escarpada o de acantilados limita sus posibilidades de crecimiento cuando no las impide. Su actividad turística ha de tender hacia otras formas emergentes como el turismo rural, el cultural, el excursionismo de fin de semana, o lo viajes a la segunda residencia.

En la zona de transición las condiciones medioambientales ejercen una presión muy fuerte sobre el valor “económico” de la zona en cuestión. Para esta zona confluyen valor medioambiental y valor económico y se convierten en uno. Su fragilidad provoca que los medios para su conservación hayan de ser en muchos casos ingentes, y que su pérdida provoque una reducción del valor generalizado de la zona. Los centros turísticos no asentados en las grandes ciudades litorales están muy condicionados por la calidad de sus aguas, la calidad de sus playas, etc. Su pérdida les resta la mayor parte de su valor y puede transformar una zona económicamente muy productiva en una zona sin valor si desaparece su atractivo. Para el ejemplo de las playas, la calidad óptima para la arena que las forma, se determina por un tamaño de grano de entre 0’30 y 0’40 mm. Un tamaño mayor puede ser molesto. Si es menor es levantado por el viento y provoca asimismo incomodidad.

No se puede olvidar las infraestructuras del transporte y en concreto los puertos, como paradigma de actividad económica e interferencia con el medio en los que, para que su rentabilidad sea óptima, se aísla el sistema de la zona de agua con respecto a la zona de tierra, evitando de ese modo la dependencia del transporte de mercancías (o pasajeros) con respecto al estado del mar en cada momento.

Por último, es necesario mencionar la acuicultura que de la mano de la biotecnología marina ofrece posibilidades de explotación de esa enorme despensa. No obstante, éste desarrollo industrial no está exento de producción de residuos. La optimización del proceso de alevinaje y engorde requiere de altas concentraciones de nutrientes, lo que puede terminar provocando la eutrofización de la zona de contacto. Además su desarrollo ha producido una pérdida de memoria cultural en

la medida en que se ha ido abandonando la actividad pesquera tradiciones, con la consiguiente pérdida de los lugares naturales de producción de biomasa y espacios de alevinaje. En la zona de estudio por ejemplo, se están perdiendo humedales y marismas y lagunas litorales en los que a una escala local o regional se produce de forma natural el alevinaje de especies.

Pero siendo este tipo de explotaciones, turismo de playa, puerto comercial, pesca y acuicultura las principales actividades en la zona de transición, no pueden soslayarse otros usos vinculados a la zona marítima cuales son los industriales dedicadas a la explotación de los recursos pesqueros de la plataforma continental y de los océanos, el aprovechamiento de hidrocarburos, o el que muchos países aún continúen implantando modernas industrias en las zonas costeras por encontrar terrenos aprovechables, o tener mano de obra y comunicaciones y mercados fáciles.

En relación con la producción de energía, la extracción de hidrocarburos (petróleo y gas) a escala global es de vital importancia. Como apuesta de futuro surge la producción de grandes cantidades de energía mediante la utilización del viento y la instalación de aerogeneradores “off shore”, de los que en la costa de Cádiz ya se han realizado algunos estudios y, por supuesto, la utilización de la energía liberada por las olas y las mareas. El turismo y los restantes sistemas económicos que desarrollan su actividad en el litoral, bien por necesidad bien por extensión de otras actividades, provocan efectos tan perniciosos o más que el resto de actividades “contaminantes” o mejor dicho; que degradan el medio.

Hacia un Kyoto turístico: “deseconomía” turística

El turismo como actividad económica o industria también produce “deseconomías” que no han sido suficientemente evaluadas. Cualquier industria moderna ha de cumplir unos requisitos establecidos a través de filtros o indicadores que garanticen que su incidencia sobre el medio en general es, al menos, tolerable por éste. Sirva de ejemplo la industria petroquímica y los numerosos controles a que están sometidos su implantación y el seguimiento de su actividad. El turismo en muchos casos provoca alteraciones tan graves, o mayores, sin que hasta el momento en el debe de la “Contabilidad del Turismo” se hayan tenido en cuenta de forma global. Algunas tendencias en ese sentido pueden deducirse de la Agenda Local 21 y algún caso aislado (Caso Calviá en la isla de Menorca) pueden citarse, como excepciones muy localizadas.

En este sentido, “deseconomía” identifica todas las modificaciones o transformaciones negativas inducidas, directa o indirectamente, por la actividad económica o industrial. Y, en consecuencia, en este apartado se llama la atención sobre el hecho de que no sea ni habitual ni frecuente que antes de un desarrollo turístico de cualquier ribera se haga una valoración de las deseconomías, es decir de la pérdida de los valores del sistema, naturales y socioeconómicos. En esta tesis, de forma incipiente y con modestia se propone un procedimiento que permite realizar este análisis y una vez iniciados los procesos de transformación evaluar su progreso para, en su caso, corregir y modificar los planteamientos iniciales.

Los grandes sistemas industriales tienen en general límites a su actividad, bien por las tasas de contaminación y la limitación del efecto invernadero (Protocolo de Kyoto, 1997. Ratificación 2004), pero el turismo como industria carece de mecanismos limitadores de su actividad. Por todo ello debe producirse análogamente un “Kyoto turístico” que acote global, regional y localmente el desarrollo turístico. En esta tesis se presenta un modelo de gestión que permite realizar este análisis basado en técnicas de optimización con restricciones, principalmente asociadas a la calidad de vida y la sostenibilidad.

Escalas del medio físico y de las actividades económicas

Un sistema medioambiental es el resultado de los procesos físicos y biogeoquímicos, mientras que un sistema socio-económico es el resultado de las actividades económicas. Ambos se desarrollan con inputs y outputs con diferentes escalas espaciales y temporales que se manifiestan en las diferentes escalas de los procesos de transformación. En este apartado se analizan brevemente estas escalas y cómo ambos sistemas, el natural y el socioeconómico interactúan. Esta interacción no es lineal, es decir para un input en uno de los dos sistemas con una determinada escala no se obtienen outputs con la misma escala en los dos sistemas. Por el contrario, las respuestas son múltiplemente complejas, se propagan hacia dentro y hacia fuera de los sistemas en el espacio y en el tiempo, en algunos casos de forma difusiva con amortiguación hasta la extinción o de forma amplificativa hasta el agotamiento, en otros es una simple traslación o advección de los procesos, análogo a los modelos de difusión y en otros combinando ambos procesos propagantes.

La interacción de ambos sistemas en la zona costera es quizás más alta que en otros territorios. Tal y como se ha dicho, las riberas de los ríos, de los lagos, embalses y por supuesto la del mar son franjas estrechas de superficie donde los gradientes de los procesos naturales y socio económicos son muy altos y los recursos propios muy limitados. Esta situación se define en lenguaje de riesgo de la siguiente manera: “las riberas son zonas de alta peligrosidad y de altísima vulnerabilidad”. Además, esta situación es atemporal y se extiende prácticamente a todas las riberas del planeta Tierra.

Este apartado se dedica a identificar las escalas espaciales y temporales de los procesos naturales y socioeconómicos y, a partir de ellas, a describir y caracterizar los procesos que transforman los sistemas y sus manifestaciones.

Espacio y tiempo: Tramo y estado

En esta tesis, las escalas espaciales de los sistemas medioambiental y económico se establecen por tramos o unidades espaciales que evolucionan homogéneamente para un fenómeno determinado, y las escalas temporales por el estado o el intervalo temporal que se considera entre evoluciones.

Ambos conceptos tienen un fundamento termodinámico. Cada tramo es un volumen de control, con flujos de entrada y salida, tanto del medio natural como del sistema socioeconómico. En su interior cada uno de los sistemas realiza de forma interactiva sus actividades con diferentes escalas de tiempo. La escala temporal más pequeña en la que se pueden describir las actividades realizadas en el conjunto del tramo es el estado. Tramo y estado están vinculados y su relación es específica para cada uno de los procesos o manifestaciones de los sistemas.

Apoyándose en la teoría de ondas, la interrelación entre las escalas espaciales y temporales puede establecerse por medio de una ecuación de dispersión:

$$L = cT$$

en ella, se relaciona (L), la longitud de onda o el espacio que recorre y (T), el período o tiempo que tarda en recorrer ese espacio. Tramo y estado participan del mismo vínculo: cada proceso del sistema tiene una celeridad o velocidad de propagación de tal forma que las actividades temporales del medio físico y del sistema socioeconómico inciden espacialmente y a la inversa.

Escalas espaciales y temporales

Las escalas del medio físico, con sus condicionantes geodinámicos y geomorfológicos, están relacionadas con las condiciones meteorológicas, el clima y su evolución y las del medio socioeconómico con la extensión o zona de influencia de las actividades humanas.

Con carácter general en esta tesis se identifican tres escalas espaciales y seis escalas temporales. Todas ellas se pueden encontrar tanto en el medio físico como en el socioeconómico. Las tres escalas espaciales son: global, regional y local. Las seis escalas temporales son, (1) el evento climático: borrasca y anticiclón, (2) las estaciones, (3) el año meteorológico, (4) los hiperciclos meteorológicos con unos de dieciséis años de periodo, (5) los periodos seculares y (6) los ciclos de mil quinientos años, aproximadamente.

Envolviendo estas escalas temporales se encuentra la evolución climática del holoceno, es decir, la fase final de la transgresión flandiense, que con la suavización de su gradiente, inicia el periodo templado en la Tierra, en el cual se ha desarrollado buena parte de la actual civilización que, sin duda, despega cuando el hombre desarrolla una agricultura extensiva, hace aproximadamente 8000 años. Desde entonces, el nivel medio del mar viene ascendiendo con una tasa media del orden de 0.2-0.5 mm/año, no exenta de oscilaciones. Entre éstas destacan las escalas temporales definidas en este trabajo, los ciclos de los mil quinientos años, los ciclos seculares y los hiperciclos. En promedio, un periodo secular tiene, aproximadamente, seis hiperciclos y en un periodo de mil quinientos años se presentan dieciséis periodos seculares, es decir, noventa y seis hiperciclos, aproximadamente.

En este contexto, cambio climático “efectivo” es el que está produciendo el atemperamiento de la atmósfera cuyo resultado es la dulcificación de la tasa de subida del nivel medio del mar. Cambio meteorológico es lo que está ocurriendo en los hiperciclos, periodos seculares y milenarios. Si bien en esta tesis se consideran algunos aspectos relacionados con el cambio climático, esencialmente se analiza y se propone un modelo de gestión integral de la costa con un horizonte secular, aunque no se ignora, los procesos relacionados con las escalas superiores. En estas condiciones, excepto en algunas zonas específicas, la gestión integral de la costa se puede realizar admitiendo un nivel medio del mar constante, aunque, tal y como se ha dicho, se debe tener en cuenta los procesos que están ocurriendo durante ese periodo y que tienen una escala superior, p.ej. la formación de deltas, etc.

Escalas en el medio físico

En el océano y en la atmósfera la escala espacial global es a la que se realizan las dos grandes circulaciones, la atmosférica y la oceánica. Ellas definen las condiciones de contorno para la realización de los procesos de mesoescala, en la atmósfera, principalmente las borrascas, los anticiclones y sus regiones de encuentro o frentes y, en el océano, las corrientes oceánicas y los frentes asociados. Estos procesos pueden ser generados y evolucionar en grandes superficies, pero una vez que encuentran el continente definen el clima regional. En diferentes zonas de la región, la presencia de las borrascas, o el microclima asociado a la interacción mar-tierra, se manifiesta de forma diferenciada, pudiéndose definir una escala local.

Un ejemplo de escala global es la de la circulación oceánica asociada a la corriente del Golfo en la que un evento como el hundimiento del “Prestige” (Noviembre, 2002), provoca la contaminación de las playas del Mar Cantábrico, alguna del Océano Atlántico peninsular y las del Golfo de Vizcaya francesas. La escala intermedia o regional asociada a la localización geográfica y a las manifestaciones de los fenómenos de mesoescala se hacen aparentes en el litoral gaditano y en el Mar de Alborán, al este del estrecho de Gibraltar. Las condiciones locales, como es el caso de

la Bahía de Cádiz, o la presencia del estrecho en las proximidades de Tarifa definen una escala local en la manifestación de los procesos físicos.

Las escalas del medio físico definidas anteriormente son, en sí mismas aparentes en la existencia del ser humano y su historia. La circulación de las borrascas por el sudeste peninsular definen claramente las condiciones en las que las dinámicas atmosférica y marítima alcanzan sus valores extremos. Estas borrascas suelen circular en la estación de invierno y raramente lo hacen en verano. Además, hay cierta conciencia, sobre todo en el agricultor del carácter cíclico de las grandes cosechas y, desgraciadamente también, de la secuencia de años en los que la escasez de agua solo permite pequeñas cosechas insuficientes de atender a la población. El último periodo seco se presentó en Andalucía al comienzo de la década de los noventa. Es a partir del 97 con el paso de las borrascas atlánticas por el sudoeste, entrando por el Golfo de Cádiz, cuando se percibe el cambio de ciclo y la llegada del ciclo húmedo, que ha llegado a su fin, con el año meteorológico en curso que bate marcas históricas y que previsiblemente se acentuará en los dos próximos.

No hay una buena serie de datos climáticos que permitan discernir y evaluar la variabilidad meteorológica asociada a los hiperciclos y a los periodos seculares y a los ciclos de los mil quinientos años. No obstante, todos ellos se hacen aparentes a través de la historia y en esta tesis se utilizan algunos argumentos históricos para elaborar el modelo de gestión integral.

Escalas en el sistema socio-económico

Las actividades socioeconómicas se pueden desarrollar a escala espacial global, regional y local. En el análisis de las escalas del sistema socioeconómico es conveniente separar las dos actividades principales que se dan en él. Por un lado están las escalas relacionadas con el uso del recurso costero, vinculado a la escala temporal del medio físico (clima) y a la escala espacial (distancia) de la demanda; y, por el otro, están las escalas de la actividad industrial cuyo objetivo es crear y satisfacer las expectativas de explotación del usuario, vinculado a la escala espacial del medio físico (terreno y suministros locales) y escala temporal de los suministros demandados (abastecimientos específicos y en cantidad suficiente) y de la puesta en servicio de las infraestructuras necesarias (edificaciones, carreteras, etc..).

Es evidente que la “ecuación de dispersión”, que vincula espacio y tiempo, en estas actividades está definida por los medios de transporte, tanto para las personas como para las mercancías. La distancia del litoral al centro de demanda y los medios de transporte especifican las escalas espacial y temporal del desarrollo socio económico del litoral. Este aserto es tanto más aplicable cuanto menos urbanizado está el espacio litoral y cuanto más alejados están los centros de demanda y oferta. En los ejemplos siguientes se pone de manifiesto la interdependencia de la escala temporal de uso del litoral en función de la escala temporal climática y evidentemente de la espacial regional.

Los desarrollos turísticos del Caribe y los nuevos en realización en los países ribereños del Norte de África comparten las escalas espaciales regional y global, pues atienden a personas de tan diverso origen. En ambos casos el avión es el principal medio de transporte, tanto para el movimiento de personas como de mercancías. Si bien en ambos casos se atiende la demanda a lo largo del año, en el primer caso la escala temporal principal es la invernal, mientras que en el segunda lo son la primavera y el otoño.

Un claro ejemplo de cómo la escala espacial local del sistema económico está relacionada el ciclo temporal climático lo constituyen las segundas residencias. Su desarrollo afecta espacialmente el ámbito local de muchos municipios del litoral andaluz, pero se ocupan los fines de semana,

“puentes” y periodos vacacionales, con focos de demanda, concentrados en Sevilla, Córdoba y sobre todo en Madrid. La distancia de Madrid a la costa andaluza es suficientemente grande para que incluso con las autopistas y el AVE la escala temporal de la actividad socioeconómica del litoral sea de “puente” y vacaciones estacionales, pero sobre todo veraniegas, es decir, anual.

La presencia de ciclos hiperanuales en la ocupación del litoral pasa algunas veces desapercibidas. Volviendo al ejemplo meteorológico de la década de los noventa, mientras que en Andalucía se manifestaba la “pertinaz” sequía, en las costas del Cantábrico ocurrían unos veraneos largos, con temperaturas moderadamente altas y largos periodos sin lluvias. Fueron años, en los que empujados por “el calor” del sur y la falta de agua y atraídos por las buenas condiciones en el norte, muchas familias españolas cambiaron su tradicional veraneo en las playas del sur por las del norte, adquirieron segunda residencia en ellas y se produjo un “boom” de la edificación en las autonomías norteñas, con el resultado nefasto de la ocupación y relleno de marismas, construcción en primera línea de playa sobre los dunares, etc...

La ecuación de la dispersión también se puede aplicar a las actividades económicas desarrolladas para satisfacer las demandas, p.ej, las edificaciones y su extensión espacial. En estos casos, la celeridad está marcada por el ritmo de la construcción el cual, independientemente de los recursos que se disponga, por lo que la escala temporal de esta actividad es el plazo de su ejecución. Análogamente la extensión espacial está condicionada por las escalas espaciales del medio físico. Si el terreno es llano, sin accidentes geográficos, el progreso espacial sólo lo marca el ritmo inversor y el tiempo de ejecución.

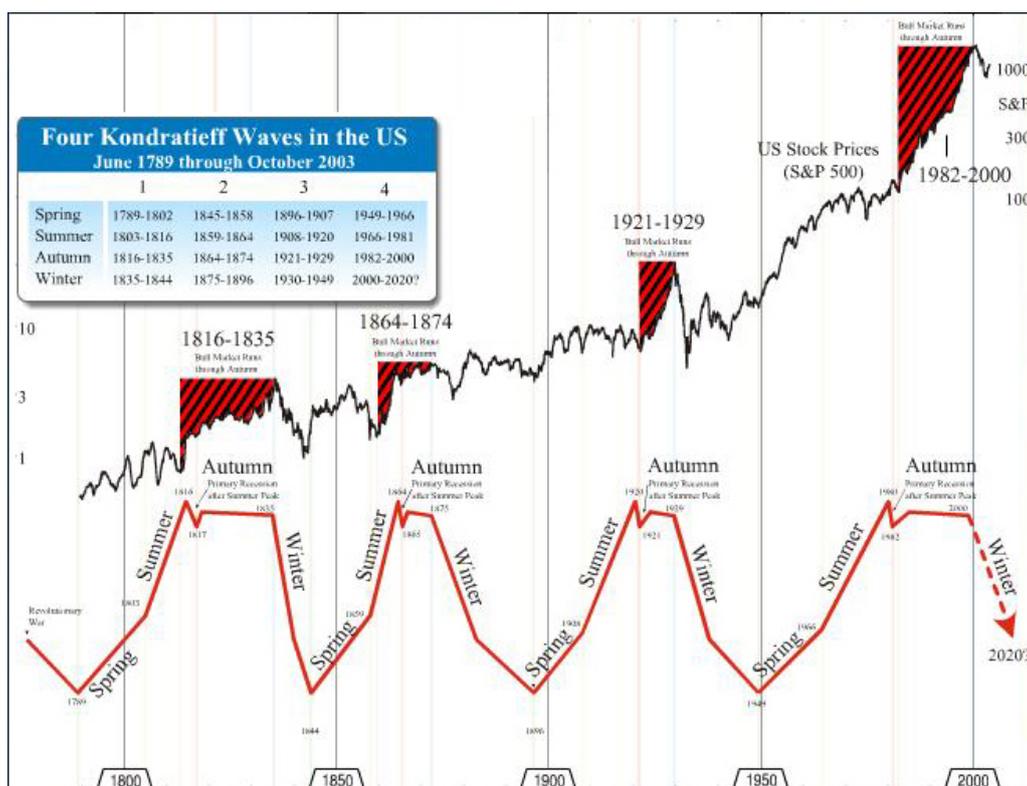


Figura 1.2: Modelo de Kondratieff sobre la periodicidad de los ciclos económicos (Fuente: Gordon, Ian, 2004)

También en la teoría económica existen hiperciclos (figura: 1.2) que, en duración, se corresponden aproximadamente con los naturales (16 años). El límite lo constituye la escala secular

que está asociada en este caso a la evolución de las grandes potencias a nivel mundial, a partir de la primera Revolución Industrial: Inglaterra, Francia, Alemania, Estados Unidos, Japón, etc. Para los hiperciclos económicos: 1ª Guerra Mundial, Crack del 29 y 2ª Guerra Mundial, Guerra Fría, Globalización, etc. (2) Escala intermedia. Análoga asimismo a la del medio físico, la historia demuestra que los períodos de hasta 1500 años han sido los motores de las diversas civilizaciones. (3) La gran escala estaría asociada a grandes hitos en la historia de la humanidad y tiene dos manifestaciones fundamentales cual son la Revolución de la Agricultura y la Ganadería (12000 a.P.) y la Revolución Industrial (1775 d.P.).

El litoral como zona de transferencia

La zona costera es también una zona de transferencia entre el medio físico y el medio económico. Tradicionalmente el medio económico ha adaptado sus ritmos a los existentes en el medio natural. En los últimos años las escalas económicas intentan imponer su supremacía sobre las naturales con lo que se produce el forzamiento del medio natural, su distorsión y transformación, en muchos casos irreversiblemente.

Si se piensa en la existencia, hace ya algún tiempo, de varaderos en algunos puntos de las costas españolas, la relación entre lo natural y lo económico, sus escalas y adaptación se hacen patentes. Por ejemplo, en la costa de Granada, los barcos que transportaban los ingenios para su instalación en las azucareras en ocasiones debían permanecer anclados a la espera de que mejorase el estado del mar antes de acercarse a los mismos (figura: 1.3). Las condiciones del mar condicionaban la economía. Al construir un puerto prácticamente se aísla el medio económico del medio físico e impone el medio económico las escalas al medio físico.



Figura 1.3: Rada del varadero de Motril. Las operaciones de carga y descarga, de mercancías, se efectuaban mediante barcazas. (Fuente González Ruiz, J. (Ed.), (1996.))

Continuando con el símil de la ecuación de dispersión, en el modelo lineal si la pendiente aumenta o la profundidad disminuye la escala espacial se acorta aunque la temporal se mantenga. Para el caso del transporte la relación es inversa, dado que la escala espacial está condicionada a un espacio limitado, el ribereño y sus aledaños, las escalas temporales se han acelerado sobremanera multiplicando la intensidad de los procesos.

Esta tesis trata de llevar al planteamiento del modelo de gestión esa relación y carácter cíclico existentes entre el clima y las actividades económicas. En las actividades al aire libre el clima, las somete a sus ritmos naturales (es dominante) y de ahí la estacionalidad de dichas actividades. Para hacer frente a esta eventualidad, las actividades se interiorizan, son sustancialmente económicas y dominan al sistema natural. Los puertos son el paradigma de este tipo de actividades. Un ejemplo intermedio lo constituyen los paseos marítimos en los que existe un cierto equilibrio entre el aspecto económico y el aspecto lúdico, y el deterioro medioambiental que producen al bloquear la dinámica natural de las playas.

Transferencia de sustancias y degradación

La zona costera es como se ha comentado anteriormente una zona de transferencia de personas y mercancías. Pero además, en ella se produce, en ambos sentidos, las transferencias básicas de sustancias y nutrientes utilizando los dos mecanismos naturales de transporte: las circulaciones de agua y aire, que tal y como se ha visto se realizan a diferentes escalas espaciales y temporales.

Si se considera la red hídrica integrada por los ríos que la constituyen, a través de la misma se transportan materiales, minerales y nutrientes que en su conjunto llegan al mar que puede considerarse como destino y zona de almacenamiento, en la que juega un papel de importancia vital, por su alta productividad biológica. En una zona relativamente pequeña se relacionan las aguas dulces continentales y las aguas marinas desplazadas por las corrientes oceánicas.

En ella los materiales se depositan, se retienen y resultan disponibles en forma de nutrientes y alimentos para los numerosos seres vivos que la pueblan, también para los que pueblan la tierra, para las aves marinas y también se consideran incluidos los seres humanos, con lo que la transferencia del mar también se manifiesta tierra adentro. El mejor paradigma de esta transferencia lo constituye el inicio de la vida en el mar y su evolución hacia la tierra. Se puede realizar un razonamiento análogo para el transporte de sustancias por el movimiento del aire.

Sin embargo esta función de transferencia en las riberas del mar y de los ríos no se realiza gratuitamente. En la actualidad cerca de un 34 % de las costas a nivel mundial se enfrentan a un gran peligro de todo tipo de degradación y un 17 % a un peligro mediano (Instituto Mundial de Recursos, en adelante WRI, (2002)). Esta degradación se refleja en los desequilibrios tanto en el medio físico y ambiental como en el desarrollo económico de los municipios litorales.

Regresión natural y artificial

Estos desequilibrios se manifiestan con escalas que dependen de los agentes forzadores que intervienen y de los mecanismos de transporte. Algunos de ellos son observables en el instante en el que ocurren, pero otros sólo se pueden detectar pasados unos cuantos años o alejados de la zona donde se ha alterado el medio.

Para el caso español los porcentajes son mucho más elevados. La costa de Cádiz en la última centuria está experimentando importantes tasas de recesión. Análisis de campo y fotografías aéreas muestran que la línea de costa ha sufrido una "ratio" de recesión, de aproximadamente 1 m por año en algunos puntos del suroeste Atlántico español.



Figura 1.4: Localización de operaciones de restauración en la zona de estudio (Fuente: modificado de Muñoz-Pérez, 2001)

No obstante la degradación más importante está relacionada con el turismo y tiene carácter localizado, la zona ribereña más próxima, la zona de transición y las playas. En la zona de estudio y durante la última década unas 28 playas del Golfo de Cádiz han sufrido alrededor de 38 operaciones de restauración (figura: 1.4), consistentes en otras tantas regeneraciones de playa mediante aporte de arenas (en dicha década más de $12 \times 10^6 \text{ m}^3$), con un coste medio de 490 millones de pesetas anuales (1995) (Muñoz Pérez, J.J. et al., 2001). En 1999 la inversión fue de alrededor de 1.177 millones de pesetas, mientras que los años 2001 y 2002 han tenido inversiones respectivas de 4432.3 y 4943.5 Keuros (CMA Junta de Andalucía, 2004).

1.2. Capacidad de carga y huella ecológica

Tal y como se ha visto las actividades turísticas y también las relacionadas con el resto de usos económicos producen desequilibrios socio-ambientales y económicos. Esos desequilibrios dependen a su vez de los existentes entre las escalas del medio físico y las del medio socioeconómico, lo que provoca un forzamiento y una transformación del sistema litoral, trayendo consigo, beneficios y daños.

La decisión sobre qué actividades se van a realizar requiere un análisis de optimización de los beneficios que minimice los daños que se produzcan. Los beneficios son medidos en función de la calidad de vida inherente a la existencia y potenciación de la biodiversidad. Los daños definen las posibilidades de pervivencia espacial y temporal, esto es la sostenibilidad. Y para ello es necesario tener en cuenta los dos agentes: medio físico y actividad económica y sus acciones e interacciones con sus escalas espaciales y temporales.

Por ello es necesario tener herramientas para cuantificar agentes, acciones e interacciones. Las acciones del medio físico litoral sobre la zona marítima se pueden evaluar haciendo diagnósticos y pronósticos de los agentes y sus acciones con sus escalas, con sus aportaciones de aguas, transporte

de sedimentos, etc. Para las acciones del medio socio-económico sobre la zona terrestre se han de definir unos criterios con los que realizar un análisis local, regional y global, para lo que se utilizan indicadores de sostenibilidad, entre los que se pueden destacar la capacidad de carga de un territorio, la huella ecológica, etc.

El hombre es un ser natural. Son sus actividades y sobre todo las económicas las que se consideran artificiales y generan residuos. Para analizar globalmente el impacto que una población genera sobre un territorio, en el caso del litoral con dos componentes fundamentales: terrestre y marino, se estudia como indicador de sostenibilidad para la ocupación del mismo su capacidad de carga.

Si las condiciones climáticas se mantienen, la capacidad de carga de un área es el número máximo de individuos de una especie particular que un territorio puede mantener indefinidamente con los recursos generados en el área. Cuando una población crece sin la correspondiente disminución en los consumos y en la generación de residuos, con el objetivo de mantener constante la demanda de recursos esenciales, la población entra en la denominada fase de exceso, que es seguida por una quiebra o disminución de la población cuando los recursos se degradan y algo esencial se limita (Richarson, D. Año). La historia de las poblaciones humanas y de otras especies, y sus evoluciones a lo largo del tiempo validan este fenómeno. El límite al incremento de población que puede absorber un territorio es la capacidad de carga:

$$\lim_{\Delta} P_{oblacin} = K = \text{Capacidad de Carga}$$

que viene expresada en nº de individuos / Ha (Begon et al., 1987)

El conjunto de capacidades de carga ha de relacionarse con las poblaciones a las que sustenta y a su través se define la sostenibilidad. El mantenimiento de las capacidades potencia la biodiversidad, ya que el equilibrio del sistema es garantía de sostenibilidad. Si una especie predomina, el incremento de sus consumos no sólo disminuye la capacidad de carga general sino también las de las otras especies.

Si se piensa como ejemplo en la era secundaria (Mesozoico) y la presencia de dinosaurios sobre el planeta, las poblaciones fueron consistentes y predominantes mientras duraron los bosques y la flora de que se alimentaban ellos y sus presas. Independientemente del motivo o los motivos que disminuyeron la capacidad del sistema para regenerarse: meteorito que se estrella contra la tierra, masas de polvo en la atmósfera, disminución del nivel de radiación, sequedad general, o cualesquiera otros motivos, lo cierto es que la disminución de las masas forestales, ocasionó la pérdida rápida de poblaciones hasta su extinción.

Históricamente la humanidad ha consumido recursos naturales, pero la magnitud de los consumos, la falta de tecnología, los déficit sanitarios, el que la alimentación diaria no estuviera asegurada, han sido aliados de la naturaleza regulando la población con drástica precisión. La impronta, el impacto causado por el hombre en el medio que le rodeaba, quedaba diluida porque la capacidad de alteración no superaba el umbral de lo ecológicamente sostenible.

El incremento exponencial del turismo puede ser un claro ejemplo. Si inicialmente una ciudad costera tenía un equilibrio (precario bien es cierto) para una población de 1000 personas, si en un plazo breve y con puntas estacionales la población se multiplica por 10 e incluso por 100 el entorno natural se transforma y atenta directamente contra la biodiversidad. La sostenibilidad local se desequilibra y para reequilibrarse necesita capturar la de otras zonas que quedan como “acreedoras”.

Cuando la demanda excede a la producción, el capital natural, los activos de los que dependen las generaciones actuales y las futuras, disminuye sin posibilidad de reemplazo. A esta situación

se le puede denominar “sobreexplotación” o “déficit ecológico global”.

El horizonte de la capacidad de carga se convirtió en tangible, e incluso fue sobrepasado. Su superación fue solventada mediante las importaciones de productos de otros lugares, con lo que la “deslocalización” de la producción con respecto al consumo le resta eficacia a la capacidad de carga. Para compensar esta pérdida fue sustituida por otro indicador; la Huella Ecológica:

$$\text{Huella Ecológica} = 1/K$$

que indica el número de Ha necesarias en este caso para mantener a un individuo. (Rees y Wackernagel, 1996) “de forma natural”.

Así, la huella ecológica se define como: “El área de territorio productivo o ecosistema acuático (entendida como superficie biológicamente productiva) necesaria para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población definida con un nivel de vida específico, donde sea que se encuentre esta área”.

Esta impronta de la actividad humana sobre el medio natural se hizo patente a partir de la Revolución Industrial y llegó a su límite sostenible durante el tercer cuarto del siglo XX. Los organismos encargados iniciaron una contabilidad entre lo que representa la demanda humana comparada con la capacidad biológica, esto es la producción ecológica, a nivel local y a nivel planetario.

En la Escala Global los estudios demuestran que la huella ecológica superó la capacidad ecológica del planeta a mediados de los años 70.

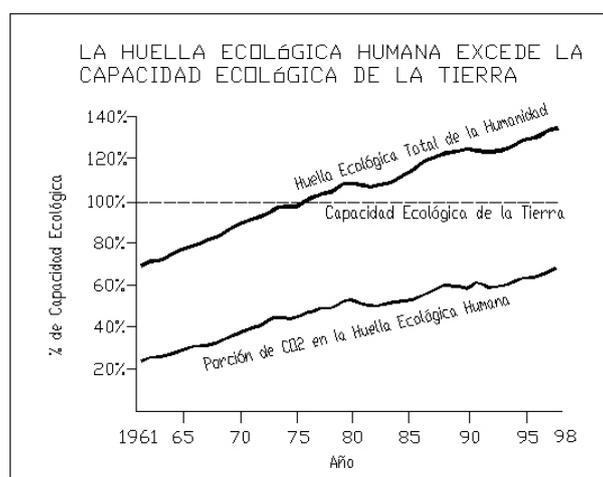


Figura 1.5: Evolución de la huella ecológica en relación con la capacidad e de carga de la Tierra (Fuente: Richarson, D.)

Durante siglos la población limitada unida a los límites impuestos al transporte de mercancías, permitieron el desplazamiento de la capacidad de carga hacia un horizonte que se alcanzó en el tercer cuarto del siglo anterior. Con los crecimientos geométricos de la población, y de la capacidad de desplazamiento de mercancías; que permite que el ordenador, o el calzado, o un simple sacapuntas, por no hablar de los alimentos hayan sido importados de los puntos más alejados de aquellos en que se consume.

Eso proporciona una idea del concepto de globalización de la producción y globalización del consumo, trascendiendo el concepto medieval de autosuficiencia y autosubsistencia. La globalización ha provocado que los consumos tiendan a homogeneizarse a nivel mundial. Cualquier

ciudad actual aislada del entorno difícilmente alcanzaría producción para mantenerse a sí misma. Es lo que hace que la localización geográfica de una ciudad y su localización ecológica no coincidan (A. Alcántara, 2002). El turismo en muchos casos ha acentuado el fenómeno de deslocalización de la producción. Cuando el turismo de una zona es predominante de un país, se incrementa sobremedida la importación de productos originarios de ese país.

Hoy día el valor medio de la huella ecológica mundial es de 2'8 Ha globales. El problema es que apenas existen 2 Ha globales (1'8) disponibles por persona, y las otras especies también necesitan recursos. A ello hay que añadir la parte del consumo que corresponde a los países del tercer mundo, en especial del coloso chino que está en un proceso rápido de incorporación a modos de consumo de los países para los que está calculada la huella y que supone una población próxima a los 1300 millones de habitantes a finales de 2003.

En la escala regional el déficit ecológico de Andalucía (Calvo y Sancho, 2002) es de unas 3 hectáreas por habitante puesto que la Huella Ecológica resultante está próxima a las 6 hectáreas por habitante mientras que el territorio productivo disponible ronda las 3. Por último a escala local provincias como Sevilla o Málaga, el déficit ecológico de la Provincia de Sevilla coincide prácticamente con el regional. Para Málaga los datos son algo menores y dan un valor de la Huella Ecológica de unas 5 hectáreas por habitante mientras que el territorio productivo disponible es de alrededor de 3 ha/hab., esto produce un déficit ecológico cercano a 2 ha/hab.

Superada la capacidad de carga de un territorio mediante el uso de importaciones, la huella ecológica tiene en cuenta los consumos y la producción de residuos. Para hacer frente a esta se implantan de vertederos como la forma de localizar en un espacio concreto los impactos negativos que producen, pero a su vez supone el reconocimiento de la superación de la capacidad ecológica de absorción.

Capacidad de carga y huella ecológica tienen sus escalas locales regionales o globales. Las escalas temporales se determinan en función del número de generaciones que habitan continuamente el territorio.

Todo esto puede significar que la velocidad con que el hombre consume recursos naturales del planeta es superior a la velocidad con que la Biosfera consigue reponerlos independientemente del lugar del planeta donde se sitúen dichas áreas productivas. Pero partiendo de esta aseveración cabe hacer dos observaciones cautelares:

- Por una parte frente al agotamiento de recursos también es cierto que las innovaciones científicas y tecnológicas proporcionan medios hasta ahora desconocidos para conseguir mayores productividades y un mejor aprovechamiento de los recursos. En ese sentido también existe alta variabilidad y un rápido cambio de los medios y de las condiciones. Una distribución más equitativa sin consumos desmesurados ni déficit dramáticos permitiría prolongar el horizonte de agotamiento.
- Por otra la deslocalización entre áreas productivas y consumidoras es un fenómeno interesante muy vinculado al concepto económico de “globalización”, concepto que trasciende los límites de lo que se conoce como ámbito local, para considerar que los consumos y los impactos, se producen de forma independiente del lugar en el que dan las producciones o se absorben los residuos. En este sentido se ha de considerar que la especialización de determinadas zonas, en cuanto a producción, es generadora de sinergias que permiten afrontar los problemas que puedan producirse en mejores condiciones.

La explotación petrolífera proporciona un claro ejemplo fácil de entender: está previsto que las reservas comiencen a agotarse alrededor de la mitad del siglo presente, (la incorporación de

China con demandas crecientes exponenciales puede acelerar el proceso) fenómeno que no sólo afectará a los países productores de petróleo, sino y fundamentalmente al resto de los países, en mayor grado a los países desarrollados. En cuanto a la absorción de impactos, dos ejemplos la ponen de manifiesto: la pérdida de calidad atmosférica como consecuencia de las emisiones de gases en primer lugar y la pérdida de calidad de las aguas como consecuencia de los vertidos al mar en segundo.

Escalas de las consecuencias

Todo lo anterior profundiza la necesidad de definir escalas de las consecuencias. El turismo por ejemplo empezó a escala local, hoy día en Andalucía tiene una escala regional y en la cuenca mediterránea ya es de escala global. En cuanto a su temporalidad, los últimos 50 años, esto es algo más de una generación y ya supera la capacidad de crecimiento del sistema. La velocidad con que lo hace se ha de relacionar con gradientes, que establecen el ritmo en el espacio y en el tiempo. Espacialmente está localizado, pero temporalmente no está aún resuelto.

Por último asociado a la capacidad de carga y la huella ecológica de un territorio está la biodiversidad, directamente afectada por el incremento de aquellas y cuya disminución afecta directa y negativamente tanto a la sostenibilidad del medio, como a la calidad de vida que en el se desarrolle.

En cuanto a la destrucción de la biodiversidad, ambos sistemas sólo valoran los efectos perniciosos. Sin embargo se produce la anulación de los mecanismos naturales de regulación por las dos vías y por lo tanto capacidad de carga y huella ecológica no son problemas locales, pero a su vez no abarcan todo el problema. La simple creación de un sistema urbano anula el medio físico y el medio ambiental y produce una degradación cuyos efectos se propagan en cadena.

No se ha solventado la ocupación del suelo. Las carreteras, las calles, los edificios y las actividades que en ellos se desarrollan producen residuos que afectan al resto de elementos, con lo que el problema principal es el de la regulación del territorio, en definitiva, llegar a establecer el número máximo de personas que pueden ocupar un territorio consiguiendo que el resto de funciones ambientales sean mantenidas. Resueltas la capacidad de carga y la huella ecológica por las importaciones y la creación de vertederos la necesidad es la biodiversidad. La rotura del medio físico y la pérdida de biodiversidad provocan que deje de haber sostenibilidad y la calidad de vida se convierta en calidad humana.

1.3. Usos, Regulación y Gestión: evolución histórica

Los usos de los medios terrestre, marítimo y de transición han pasado diversas fases o etapas. Al ser el medio marino un medio relativamente hostil, inseguro e insalubre, los asentamientos se producían tierra adentro. Tanto sólo cuando una población dominaba completamente un territorio se atrevía a acercarse e incluso a hacerse al mar. Pero una vez dominado el mar se convertía en un medio poderoso de transporte y comercio.

Las actividades y los usos del litoral y sus cambios

Un uso primigenio de las riberas fueron las salinas, que fenicios, griegos, cartagineses y romanos establecieron, ligadas a la pesca en todas las zonas costeras. La actividad pesquera fue el primer resultado de la consolidación de los asentamientos y actividades en el medio marino. Código de las Siete Partidas

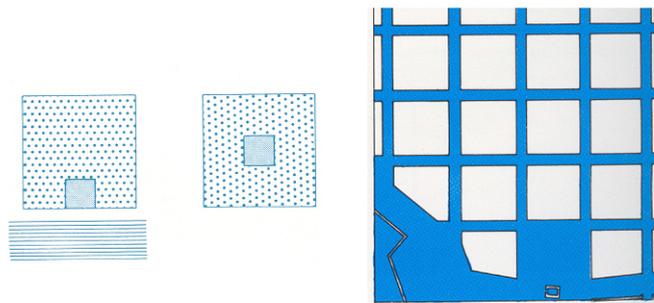


Figura 1.6: Esquema de emplazamiento de Plazas Mayores en ciudades portuarias (Fuente: modificado de González Tascón I. (Ed.))

En su consolidación los puertos jugaron un papel preponderante, inicialmente los puertos pesqueros y posteriormente los puertos comerciales. El puerto se convirtió en un elemento crucial en las ciudades. Tal es así que incluso las ordenanzas de Felipe II para las Américas preveían que en caso de ser ciudad portuaria, la plaza mayor se desplazara del lugar central (figura: 1.6), que solían ocupar a las inmediaciones del puerto para evitar pérdidas de representatividad.

En la evolución de las ciudades ribereñas pueden considerarse tres tipos:

- Ciudades portuarias con puerto pesquero que han evolucionado en general hasta convertirse en asentamientos turísticos. El puerto que inicialmente era un elemento vertebral se fue transformando con el crecimiento de la ciudad y en la mayoría de los casos quedó englobado por la misma. Sus ampliaciones se relacionan con actividades deportivas. Benidorm es un ejemplo de ciudad pesquera con una presión turística hipertrofiada.
- Ciudades portuarias con puerto comercial que han evolucionado por su parte hasta convertirse en ciudades de servicios y comerciales. En este caso la presión industrial, las industrias auxiliares y el comercio, han dominado la ciudad portuaria transformándola en una ciudad servicios. Málaga constituye el ejemplo de una ciudad servicios con origen en un puerto comercial (Grindlay, A., 2001).
- Ciudades de nueva creación. En este caso el resultado comercial, pero sobre todo turístico es un valor en sí mismo mediante la creación de asentamientos para disfrute estacional, especialmente en verano, pero que está derivando hacia usos de invernada por jubilados prolongando las escalas temporales a lo largo del año.

Estas actividades relacionadas con el turismo tuvieron sus inicios durante los primeros años del pasado siglo. A causa de la consolidación de los procesos de revolución industrial y de asentamiento masivo de población en los entornos fabriles, se produjo un fenómeno de concentración de la población en grandes ciudades, pasando de un 15 % de población urbana a principios de siglo hasta prácticamente un 60 % a mediados del mismo.

Pero además, durante este período en Europa se desarrolló otro fenómeno que provocó un nuevo éxodo, esta vez desde los lugares de interior hacia la periferia: el turismo. Dos de sus tipos son cruciales para entenderlo: (1) el alpinismo como aglutinador del turismo de esquí en invierno y el (2) turismo de playa como aglutinante de las vacaciones veraniegas de una buena parte de la población europea. En los primeros años del siglo XX, la alta sociedad europea compatibilizaba vacaciones invernales con estancias en balnearios centroeuropeos, o en florecientes ciudades

costeras de la Riviera o el Adriático. Se desarrollan corrientes turísticas asociadas al balnearismo, al alpinismo, al excursionismo, a las Exposiciones Universales o a los “Grand Tours”.

España inicialmente quedó relegada de este movimiento y tampoco tenía capacidad para enviar turistas al extranjero. La inexistencia de trenes y de infraestructuras impedía su desarrollo hacia el exterior, de forma que terminará siendo el turismo el que venga a España, a causa de su bajo coste y sus condiciones climáticas envidiables. La llegada de los denominados “Tecnócratas” al poder, su planificación económica, el principio de estabilización y la pequeña apertura que se produjeron en los primeros años de la década de los 50, produjo su desarrollo vertiginoso.

La presión de desarrollo de las áreas adyacentes a la costa fue grande también para otros usos, a través de la construcción de puertos, grandes plantas industriales y plantas de generación de energía. La demanda de tierra gravitó sobre otros factores como la disposición de áreas sin construir. La tierra de estas áreas fue utilizada como relleno para subir en determinadas zonas el nivel intermareal (French, P.W., 1997), zonas que fueron dedicadas a explotaciones agrícolas. La importancia de la agricultura fue la última fuerza conductora y puede apreciarse tras la demanda creciente de terrenos durante el siglo XIX. Un ejemplo puede encontrarse en el área de estudio, concretamente el relleno inicialmente dedicado a pastos de la laguna costera existente junto a Zahara de los Atunes.

Pero la presión industrial también fue incrementándose. Iniciada en Inglaterra se fue extendiendo por el resto de Europa y del mundo. Se demandaron grandes áreas para la industria y para la infraestructura asociada a la misma; procesamiento y almacenaje. Sus necesidades básicas de funcionamiento:

1. Disponibilidad de terrenos
2. Existencia de materias primas
3. Necesidad de agua
4. Espacios para la absorción de residuos y
5. Sistemas de transporte

Implicaron su concentración en lugares específicos, normalmente en riberas de grandes ríos y en la ribera del mar.

A este fenómeno se añade la explotación intensiva de los recursos marinos. Su incremento ha sido tal que los recursos litorales se han visto seriamente afectados como consecuencia de la actividad humana; desde los usos clásicos vinculados a lo largo de la historia a la explotación de las pesquerías, a su utilización como medio de transporte, inicialmente de mercancías y posteriormente de mercancías y pasajeros, a la actualidad en que se incluyen la explotación para uso deportivo y la destinada al ocio.

A partir de tales premisas puede entenderse el hecho de que la Ordenación, Planificación y Gestión del Espacio Litoral, estén presentes, de una manera u otra, en las actuaciones públicas y privadas de cualquier sociedad desarrollada.

Derecho de las riberas y del mar

La reclamación de derechos sobre los mares, navegación y comercio, comenzaron con la Bula del Papa Alejandro VI, por la que se dividieron las tierras del mundo, estableciendo que las tierras

al oeste de las Azores pertenecían a España y las situadas al este a Portugal. De forma inmediata España reclamó derechos sobre mares y océanos; los derechos de navegación en el Atlántico Oeste y consecuentemente, Portugal hizo lo mismo respecto al Atlántico Sur y al Océano Índico.

Como reacción a estos intentos de dominio y limitación, en 1609, promovido por el jurista alemán Hugo Gropius, se implanta el concepto de “Libertad de los mares” que llega hasta nuestros días. No obstante la existencia de esa libertad no puede dejar de lado la necesidad de control y de vigilancia (incluso armada) de la banda de mar más próxima a los países ribereños; la banda en la que se desarrollan las actividades “marino-costeras”.

Tras la II Guerra Mundial y debido al incremento de los intereses económicos, las explotaciones petrolíferas “off shore”, hizo que Estados Unidos reclamara de forma unilateral una ampliación de dicha banda, concretamente reclamó la jurisdicción sobre la plataforma continental. Desde ese momento se iniciaron lo que se conocen como conferencias sobre Derecho de Mar, la tercera de las cuales, fue auspiciada por Naciones Unidas (1973) y supuso el nacimiento de la legalidad vigente.

Su manifestación más clara fue el concepto de Zonas Económicas Exclusivas, extendiendo su anchura hasta las 200 millas náuticas, concepto que se asienta definitivamente en la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (1992), más conocida como la Cumbre de Río, o Cumbre sobre la Tierra.

Esta conferencia surge como consecuencia del crecimiento de la concienciación sobre los males que aquejaban al planeta y su conexión con las formas de producción y consumo de los países industrializados. Dos elementos se consideraban especialmente afectados por dichas actividades: la aceleración del Cambio Climático Global y la pérdida de la Diversidad Biológica, no obstante los resultados de la Conferencia lo fueron en cinco grandes áreas (Cicin-Sain y Knetch, 1998):

1. La Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo
2. El marco para la Convención sobre Cambio Climático
3. La Convención sobre Diversidad Biológica
4. La Agenda 21 y finalmente
5. Un conjunto de Principios sobre los Bosques y las masas arbóreas.

El proceso que se inicia en los mares tiene una línea paralela que va a penetrar simultáneamente tierra adentro a través del desarrollo de los usos y actividades ligados al medio marino. En España las Leyes de Aguas, Costas y Puertos regulan las zonas marítimas o terrestres que se ven afectadas por la existencia de dichas actividades.

La Ley de Aguas de 1985 define las riberas como las fajas laterales de los cauces públicos situadas por encima del nivel de aguas bajas, y por márgenes los terrenos que lindan con los cauces. Para estos últimos establece en toda su extensión longitudinal zona de servidumbre y una zona de policía (100 metros) de anchura en la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que se desarrollen.

En las zonas próximas a la desembocadura en el mar, en el entorno inmediato de los embalses o cuando las condiciones topográficas o hidrográficas de los cauces y márgenes lo hagan necesario para la seguridad de personas y bienes, podrá modificarse la anchura de ambas zonas.

En el litoral la Ley de Costas de 1988 establece franjas con limitaciones que varían desde la protección integral hasta la simple consideración de la influencia que pueda ocasionar la proximidad al mar, con anchuras respectivas de 100 m a 500m.

Por su parte los puertos son la puerta de doble dirección que liga el transporte entre los medios marino y terrestre. La Ley de Puertos de 1997 establece zonas y tipos de navegación, en función de la soberanía o jurisdicción que sobre las aguas establecen los tratados y las leyes nacionales e internacionales. Según esto los tipos de aguas a efectos de navegación son: las aguas interiores, el mar territorial, la zona contigua y la zona económica exclusiva.

- Son aguas interiores las situadas en el interior de las líneas de base del mar territorial, incluyéndose en ellas los ríos, lagos y las aguas continentales.
- Es mar territorial aquél que se extiende hasta una distancia de doce millas náuticas.
- Es zona continua la que se extiende desde el límite exterior del mar territorial hasta las veinticuatro millas náuticas.
- Es zona económica exclusiva la que se extiende desde el límite exterior del mar territorial hasta una distancia de doscientas millas náuticas.

En función del ámbito de las zonas anteriores la navegación como agente económico será: interior, de cabotaje, exterior y extranacional, y estará sujeta a normas nacionales o internacionales.

Toda la normativa anterior afronta, por sectores, la intensificación de las actividades económicas y su incidencia sobre el medio físico-natural: terrestre, marítimo-terrestre o marítimos objeto de su regulación.

Sectorialidad de los planteamientos y de las soluciones

No obstante, en la intensificación de los problemas que a lo largo del tiempo se han presentado en las áreas litorales se considera que ha influido además el haber tenido tratamientos que le han aportado soluciones sectoriales, dentro de cada uno de los elementos del análisis sistémico esto es: el subsistema natural, el subsistema usuario y el subsistema de infraestructuras físicas (Hoozemans, 1991).

Como soluciones sectoriales a problemas planteados existen muchos ejemplos durante los últimos 150 años. A nivel mundial, la modificación del entorno litoral más grande que se ha realizado la constituyen las costas holandesas, donde la necesidad de terrenos, para otros usos hizo que se alteraran alrededor de 1500 Km. de costa, en un momento en el que la necesidad de suelo se consideró vital. Hoy día no se podría haber hecho o de haberse hecho habría tenido que ser con otras medidas y seguramente con fuerte contestación social. En España, el Delta del Ebro constituye asimismo un buen ejemplo. Las inundaciones del mismo para darle un uso agrícola, dedicándolo al cultivo de arroz, lo privaron de sus parámetros de evolución natural. Ambas visiones fueron sesgadas o sectoriales.

Para hacer frente a la sectorialidad en los planteamientos de gestión costera la Comisión Europea desarrolló durante los años 1997 a 1999 un programa de demostración sobre Gestión Integrada de Zonas Costeras (GZIC), mediante la ejecución de 35 proyectos por toda la costa europea que incluyeron un proceso cíclico de:

- descripción del estado del medio ambiente
- análisis causa-efecto,

- planificación, que implicaba un debate de opciones y la coordinación de participaciones y, por último,
- seguimiento esto es la ejecución y mejora de los planes y la divulgación de conocimientos y experiencias.

Todo ello ha generado gran cantidad de información técnica sobre mecanismos de gestión integrada de zonas costeras y soluciones a problemas concretos de estas zonas, protección, cuyas categorías:

- Protección integral
- Conservación de ecosistemas y recreo
- Conservación de las características naturales
- Conservación a través de la gestión activa
- Paisajes marino y terrestre, conservación y recreo y
- Uso sostenible de ecosistemas naturales,

pueden distinguirse en las bases de objetivos de gestión de UICN (International Union for Conservation of the Nature).

1.4. Diagnóstico y Pronóstico

En relación con la previsible evolución del sistema se ha de tener en cuenta que para el sistema litoral en el tiempo presente se han de considerar una serie de premisas:

1. En primer lugar el carácter benigno del clima como uno de sus principales atractivos.
2. En segundo, aunque resulte obvio, el que a nivel de usuarios, el medio litoral permite el disfrute de dos medios tan distintos como son el marítimo y el terrestre
3. En tercero los incrementos que se producen en los sistemas industrial y portuario, el primero por ser un demandante nato de grandes cantidades de agua para refrigeración o eliminación de residuos y el segundo como elemento donde se producen los intercambios entre ambos medios.
4. En cuarto el incremento de la población urbana y la concentración de esta en las ciudades costeras.
5. En quinto, el incremento del tiempo de ocio y recreo asociado a la mejora del nivel de vida.
6. Por último, el incremento del nivel medio del mar.

Partiendo de esas premisas y considerando lo limitado del espacio del que se puede disponer, las previsiones son en primer lugar de mantenerse la demanda actual, el continuo incremento en los precios, al no variar, e incluso disminuir la oferta de terrenos.

Las consecuencias más evidentes a este incremento de la concentración en un espacio limitado serán:

1. Uso intensivo del suelo
2. Incremento de las cargas y presiones sobre la huella ecológica litoral
3. Masivas transferencias hacia el mar
4. Disminución de la biodiversidad de los dos medios.

La tendencia creciente hacia la concentración en el litoral, a la deslocalización y al incremento de los gradientes espaciales y temporales de uso, conllevará una insostenibilidad de las escalas espaciales y temporales del sistema, que implican para su reequilibrio una necesidad e integración de los sistemas. Todo ello con un planteamiento previsible de subida del nivel medio del mar.

1.5. La Gestión Integrada de la Costa

Así cada vez parece más imprescindible la integración de los diversos agentes con intereses en la zona, para hacer de ella una zona duradera. Los daños inaceptables que se han producido y continúan produciéndose desechan de antemano los enfoques parciales o concretos y muestran los costes económicos y no económicos de tamaño descuido. La gestión integrada del litoral debe facilitar a los diferentes usuarios e interesados, instrumentos para evaluar las consecuencias que sus demandas e intereses ocasionan en el resto de usuarios.

Tendencias históricas en la gestión integrada

Pero con carácter previo se ha de analizar la evolución de las tendencias en gestión integrada que pueden observarse en la literatura relacionada. Estas pasaron por dos etapas iniciales y una tercera actual:

- Inicialmente la gestión se decantó hacia el control de los usos del territorio (Clark, 1991; Sorensen y McCreary, 1990; Chua, 1993)
- Posteriormente y de forma complementaria un grupo de estudiosos centró su análisis en las diferentes jurisdicciones nacionales (Vallejo, 1993; Vallega, 1992; Cicin-Sain y Knetch, 1985)
- Por último hay una serie de autores que trata de conjugar todos los elementos generando una literatura específicamente “integrada” (Cicin-Sain y Knetch, 1998; Barragán, 2002)

En sus inicios la gestión del mar se orientó hacia el control de las zonas marítimas próximas al litoral, que fueron paulatinamente ampliando su anchura hasta las actuales 200 millas. Las actividades relacionadas incluían la navegación, las pesquerías (incluyendo la conservación de especies migratorias), y actividades portuarias. En la Ley de Costas española se establece tierra adentro una zona de protección (100 m) y una zona de influencia (500 m) para las que limita las posibilidades de actuación, en especial el desarrollo de edificación. Esta actitud a nivel regional ha sido reforzada por la Ley de Ordenación Urbanística de Andalucía (2002) que establece un régimen de protección del litoral, intensificando las reservas para la zona de influencia litoral.

Por su parte la gestión de la costa comenzó en la zona terrestre y focalizó su interés sobre temas relacionados con la calidad especial de la interfase entre agua y tierra (Cicin-Sain y Knetch, 1998). Las medidas aplicadas como la protección contra la erosión, la protección de

zonas húmedas, o el emplazamiento de actividades y urbanización, así como el acceso público, se han de considerar como de control y de regulación, y eran aplicadas por los diferentes niveles de la administración.

El incremento de los usos en ambas zonas como han sido las actividades relacionadas con la extracción de recursos o las explotaciones acuícolas y las relacionadas con el turismo y el tiempo libre han hecho que la visión que se tenga del tema haya de ser dual y que considere la estrecha relación e influencia entre ambos medios.

Definiciones

Analizado el crecimiento de los usos y actividades que se desarrollan sobre los espacios litorales, y el crecimiento de las interrelaciones que producen, es necesario dar una definición de Gestión Costera Integrada. El documento de la OCDE sobre Gestión de Zonas Costeras. Políticas Integradas (1995) define en términos sencillos la gestión integrada de la zona costera como: “una gestión del conjunto de la zona costera teniendo en cuenta objetivos locales, regionales, nacionales e internacionales”. Tiene en cuenta los objetivos, pero nada dice del objeto, el sistema litoral y nada dice sobre que una gestión de este tipo implica preocupación por las interacciones entre las diferentes actividades y demandas de recursos en el seno de la zona costera y entre las actividades de esta zona y de otras regiones con lo que las interrelaciones se multiplican. Esta definición adolece de marco de referencia, del análisis de la evolución y de proyección hacia el futuro.

(Cicin-Sain y Knetch, 1998) ofrecen una definición más completa: “un proceso continuado y dinámico a través del que las decisiones son tomadas para un uso sostenible, desarrollo, y protección de las zonas marinas y costeras y de sus recursos. La gestión costera integrada reconoce las interrelaciones que existen entre los usos que se den a la costa y a los océanos y a los medio ambientes a los que potencialmente afectan, y está diseñada para vencer la fragmentación inherente desde el punto de vista de la gestión sectorial. La Gestión Costera Integrada está orientada a multitud de propósitos, analiza y dirige implicaciones en el medio ambiente, conflictos de usos, e interrelaciones entre procesos físicos y actividades humanas, y promueve vínculos que armonicen sectores costeros y actividades marinas”.

Justificación y necesidad

Establecer una serie de criterios para la selección de áreas marinas que deban ser protegidas, implica primar los criterios de tipo social, económico y ecológico (Salm and Clark, 1994). Estos últimos hablan del conocimiento del medio físico, su evolución y consecuencias. Analizar los fenómenos de depósito o erosión, para la obtención de predicciones y “ratio”, es fundamental en cuanto a la gestión de un medioambiente marino hacia el futuro (Pethick, 2001). En este enfoque se ha de tener en cuenta además el impacto que sobre el mismo tendrá el aumento del nivel del mar.

Desde un punto de vista físico-natural, la variación media del nivel del mar tendrá influencia en las playas en un plazo medio y largo. Una de sus manifestaciones es la alteración de la morfología de las mismas en su adaptación a dicho proceso. A corto plazo en dicha evolución influye la variación en el volumen de arena presente en cada momento. De los fenómenos que produce; acreción de las playas y formación de dunas o erosión de las mismas y pérdida de arena ha de hacerse hincapié en los problemas generados por estas últimas, por la afectación que produce en las actividades económicas que en su alrededor se desarrollan. A los procesos naturales han de añadirse acciones humanas tales como:

- La inserción de estructuras y elementos (puertos, paseos marítimos, defensas costeras...) en la línea de costa.
- La extracción de arenas.
- El proceso urbanizador.
- La degradación de las praderas de fanerógamas marinas.
- La construcción de presas.
- Las repoblaciones forestales, encauzamientos y métodos de laminación de aguas y, finalmente
- La extracción de áridos en los cauces fluviales.

La alteración del medio tiene causas naturales que buscan una forma de equilibrio. No obstante la confrontación de los usos y actividades diferentes, contrapuestos y en muchos casos incompatibles provoca las mayores alteraciones, por lo que el litoral demanda el establecimiento de una serie de bases para la utilización racional de los recursos, intentando simultáneamente sustentar la vida, incrementar su calidad y conseguir un desarrollo sostenible.

Dificultad: Interdependencia e integración

En consecuencia la Gestión Integrada debe tener en cuenta el hecho ineludible de interdependencia (entre medioambiente y desarrollo, entre sectores y entre naciones) (Cicin-Sain y Knetch, 1998), a los que se ha de añadir la existente entre dinamismo y evolución. Como estableció la Comisión Brundtland: “Hasta fechas recientes, el planeta era un mundo grande, en el que las actividades humanas y sus efectos fueron esmeradamente compartimentadas dentro de las naciones, dentro de los sectores (energía, agricultura, comercio), y dentro de amplias áreas concernidas (medioambiente, economías, sociedad). Estos compartimentos han comenzado a disolverse. Esto se dirige en particular hacia las variables “crisis” globales que se han apoderado de los asuntos de interés del público, particularmente durante la pasada década. Estas no son crisis separadas: una crisis medioambiental, una crisis de desarrollo, una crisis energética. Todas ellas son una” (WCED, 1987).

La realidad de interdependencia, implica por lo tanto necesidad de la integración: integración entre medio ambiente y desarrollo (desarrollo sostenible), integración entre sectores, e integración entre naciones (especialmente Norte y Sur) (Cicin-Sain y Knetch, 1998).

Complejidad

Los elementos señalados anteriormente muestran una tendencia; al incremento de actividades e interrelaciones, y la necesidad de gestionar recursos decrecientes. Ello introduce la complejidad en el proceso; complejidad en su análisis, complejidad de su tratamiento y complejidad a la hora de afrontar posibles soluciones a los problemas que plantean, sobre todo, los usos opuestos de las zonas litorales. Es otro fundamento, a añadir a los anteriormente expuestos, de la necesidad de la gestión integrada (Van Koningsveld, M., 2003).

En los últimos años se ha producido un fuerte incremento de la concentración de valores e intereses en áreas relativamente pequeñas, lo que las hace física y socio-económicamente muy dinámicas. Y las sociedades tienden a proteger ese dinamismo. Económicamente se puede ganar

o perder. Las sociedades con un determinado grado de desarrollo no aceptan pérdidas debidas a los azares de tipo natural, muchas veces potenciadas por las actividades humanas. Para evitarlas se aplican estrategias preventivas mediante:

- medidas de protección física y
- medidas de tipo administrativo.

Sin embargo la aplicación y el ámbito de éste tipo de medidas sufren variaciones en función de la organización social, del grado de desarrollo de la sociedad, del contexto económico y de la existencia de tecnología, sostenido todo por el deseo de mantener, o incluso expandir, los valores e intereses existentes. Son tantos y tan variados los valores e intereses y tantos y tan variadas las presiones naturales y socio - económicas que la Gestión Integrada se vuelve tan compleja que para afrontarla parece necesario definir un número aparentemente infinito de escalas diferentes.

Por lo que a la escala espacial se refiere se ha de tener en cuenta que resulta más fácil integrar las políticas en una zona que pertenezca a una misma región o país, pero que se corre el riesgo de que resulte insuficiente. El ámbito regional puede ser escaso en las zonas de influencia o solapamiento. Por otra parte problemas más genéricos de pérdida de calidad de flujos ambientales trascienden cualquier frontera, con lo que el concepto de globalización de efectos adquiere toda su intensidad. Para la escala temporal los objetivos de la gestión pueden ser indicativos en función de su plazo; la gestión a corto plazo, incluso la gestión diaria afecta de forma local y regional, esto es a municipios y regiones. Por su parte los objetivos a largo plazo suelen coincidir con la “dimensión” nacional e internacional.

La gestión integrada de zonas costeras consiste pues y por definición en la gestión de conflictos y de sinergias existentes entre los diferentes usos y actividades de manera que se saque el mejor partido posible de la zona costera en su conjunto, en relación con los objetivos locales, regionales, nacionales e internacionales.

Toda esta complejidad pone de manifiesto que el medio tiene usos diversos, todos posibles, con escalas espaciales y temporales diversas, entre los que hay que elegir o a los que hay que intentar integrar.

Elementos de un modelo de gestión integrada

Para estructurar esta complejidad mencionada anteriormente se utilizan sistemas teóricos que reducen el problema a un conjunto de elementos que pueden ser estudiados separadamente y pueden ser utilizados para explicar el problema en su conjunto. De entre la multitud de diagramas utilizados para describir los elementos y aspectos de los problemas costeros y sus interacciones merecen especial interés los desarrollados por (Van der Weide, 1993) y (Barragán, 2002).

Es necesaria pues la participación de especialistas. Sin embargo en muchos casos el sistema de relación entre especialistas gestores y usuarios es deficitario. Uno de los objetivos de la investigación ha de ser pues contribuir a la percepción en las situaciones y procesos, que están asociados al vacío existente entre especialistas y usuarios del conocimiento especializado, que se observa en la práctica y el uso de esta percepción para desarrollar una metodología de acceso para conjuntar conocimiento especializado y necesidades de los usuarios finales (Van Koningsveld, M., 2003).

Muchas áreas de la literatura científica son productoras de información relevante y están relacionadas con el mencionado objetivo. Sin embargo el vacío entre los gestores y los científicos del litoral tiene manifestaciones en las diversas áreas de dicha literatura:

- Gestión de Zonas Costeras
- Investigación en Ingeniería Costera
- Investigación en Comunicación e
- Investigación en Gestión del Conocimiento

Aún cuando es posible encontrar, junto a estas áreas, literatura relacionada con el problema de falta de comunicación, en concreto:

- Transferencia de la Ciencia a la Práctica.

Es en ese sentido en el que ha de interpretarse la ordenación; a través de los dos subprocesos diferenciados e interdependientes que la integran: el que se ocupa de la planificación (intelectual) y el responsable de la gestión (ejecutivo) (Barragán, 2002).

SUBPROCESO	PREGUNTAS	ETAPAS
PLANIFICACIÓN (intelectual)	1. Viable 2. ¿Dónde y por qué? 3. ¿Para qué y para quién? 4. ¿Qué, cómo, cuánto?	1. Previa 2. Analítica/Diagnosis 3. Define objetivos y beneficiarios 4. Propositiva
GESTIÓN (ejecutivo)	5. ¿Quién, cuánto? 6. ¿Control? 7. ¿Éxito? 8. ¿Mejorable?	5. Ejecutiva 6. Seguimiento 7. Valorativa 8. Retroalimentación

Cuadro 1.1: Subprocesos de Planificación y Gestión (Fuente: Barragán 2003)

Indicadores

Para ello se recurre al conocimiento de los medios que interactúan a través la localización y análisis de indicadores y de la proyección de su evolución.

Un indicador ambiental es: “un parámetro o el valor resultante de un conjunto de parámetros, que ofrece información ambiental [económica y social] sobre un fenómeno, con un significado más amplio que el directamente asociado a la configuración del parámetro” (OCDE, 1994).

En la publicación de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente (1996), titulada Indicadores Ambientales. Una propuesta para España, un indicador ambiental es definido como “una variable que ha sido socialmente dotada de un significado añadido al derivado de su propia configuración científica, con el fin de reflejar de forma sintética una preocupación social con respecto al medio ambiente e insertarla coherentemente en el proceso de toma de decisiones”.

Para la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (1995-2002) un indicador ambiental es una variable que, mediante la síntesis de la información ambiental, pretende reflejar el estado del medio ambiente, o de algún aspecto de él, en un momento y en un espacio determinados, y que por ello adquiere gran valor como herramienta en los procesos de evaluación y de toma de decisiones políticas sobre los problemas ambientales. Un indicador ambiental debe por lo tanto cumplir una serie de requisitos fundamentales:

1. Ser científicamente válido, estar basado en un buen conocimiento del sistema descrito.

2. Ser representativo del conjunto.
3. Ser sensible a los cambios que se produzcan en medio o en las actividades humanas relacionadas con él.
4. Estar basado en datos fiables y de buena calidad.
5. Ofrecer información relevante para el usuario, además de simple y clara para facilitar la comprensión de la misma por parte del usuario no especializado.
6. Ser predictivo, de manera que pueda alertar sobre una evolución negativa.
7. Ser comparable.
8. Presentar un buen equilibrio coste-efectividad.

A los efectos de este trabajo se consideran como indicadores o descriptores de estado. Sin embargo falta el tiempo. Los indicadores varían en el espacio; el tamaño del sistema requiere indicadores que recojan el máximo posible de información a su escala. Pero también varían en el tiempo, son dinámicos y como tales se diseñan o redimensionan en función del conocimiento, de las políticas o de la cultura ambiental.

Estos indicadores rellenan el hueco existente entre la amplia gama de indicadores económicos y sociales que se usan para medir el estado de las sociedades humanas, proporcionando conocimiento desde el mundo físico y ecológico sobre el funcionamiento de estas sociedades y se consideran fundamentales para saber si son sostenibles o no.

Los indicadores se agrupan en: (de presión) que son los que ofrecen información sobre cuál es la situación actual en cuanto a cualquier recurso de referencia; (de estado) aquellos que informan sobre cuál es la modificación que se está produciendo en la calidad y cantidad de los recursos naturales; (y de respuesta) que son aquellos que comunican si se está produciendo una respuesta por parte de los agentes económicos y sociales para modular la presión sobre los recursos naturales, ofreciendo información sobre las políticas hacia la sostenibilidad. (Calvo y Sancho, 2002)

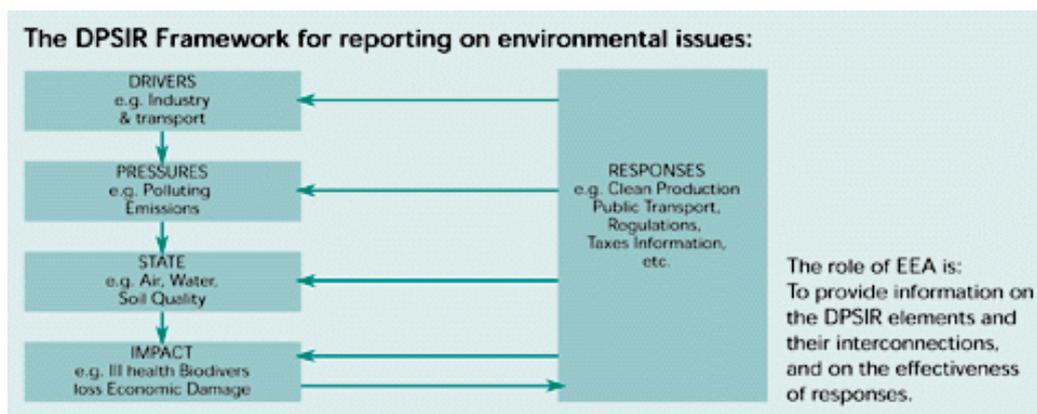


Figura 1.7: Esquema de Fuerzas Conductoras, Presiones, Estado, Impacto y Respuesta (Fuente: OCDE)

La relación se completa con un sistema de indicadores basado en el conjunto de: Fuerzas Conductoras, Presión, Estado, Impacto, Respuesta, más conocido por sus siglas D.P.S.I.R. (Drivers, Pressures, State, Impacts, Responses) (OCDE, 1999), que es el sistema asumido por los países

miembros de la Unión Europea y por la propia OCDE. (Eurostat 1999). Tiene en cuenta además lo que denomina Fuerzas Conductoras, es decir, los agentes fundamentalmente económicos, pero también políticos y sociales que dirigen el desarrollo, y los impactos, ya que las presiones pueden considerarse fuerzas sostenidas en el tiempo mientras que los impactos lo son puntuales. En terminología de la ROM 0.0 las presiones son los agentes, mientras que los impactos son las acciones.

1.6. Crítica a los modelos actuales de Gestión Integrada

No obstante de la exposición anterior se derivan aspectos deficitarios relacionados con los planteamientos actuales que se hacen sobre la gestión costera integrada.

Comenzando por el final, por lo que a los indicadores se refiere, están concebidos como herramientas estáticas puesto que no consideran la evolución ni del conjunto del sistema litoral, ni de los elementos que lo componen por separado. Tampoco la aleatoriedad de los datos en los que se basan, ni la variabilidad de los resultados que proponen.

En segundo lugar falta, con carácter general, la definición de las escalas temporales y espaciales y de su interrelación. No se ha deducido como consecuencia de su aplicación la existencia de escalas de los desequilibrios. Las escalas espaciales y temporales del medio físico y del medio social y económico no siempre coinciden. El desarrollo de actividades y usos, en espacios cada vez más numerosos y mayores acentúan estos desfases. Las escalas socio - económicas no se adaptan a las escalas naturales, con lo que en muchos caso la única solución que se plantea es la de la cancelación de las escalas naturales, como forma de asegurar el mantenimiento en el tiempo de las actividades económicas.

En algunos casos ni siquiera se llegan a establecer los elementos necesarios para la definición de escalas espaciales, por no definir con precisión las escalas temporales. Piénsese por ejemplo en la Ley de Costas española (imbuida de un afán de integración) y su definición del dominio público marítimo terrestre, que incluye la zona marítimo terrestre o espacio comprendido entre la línea de bajamar escorada o máxima viva equinoccial, y el límite hasta donde alcanzan las olas en los mayores temporales conocidos o, cuando lo supere, el de la línea de pleamar máxima viva equinoccial.

En la definición anterior faltan las escalas temporales ¿cuánto se considera que es el plazo en el que tienen lugar esos eventos?

Por lo que a escalas espaciales se refiere la Ley establece asimismo una serie de servidumbre legales como son la servidumbre de protección, banda de 100 m, la servidumbre de tránsito, banda de 6 m, y por último la zona de influencia en la que la banda se amplía hasta los 500 m, todos ellos medidos tierra adentro desde el límite interior de la ribera del mar, sin que se tenga en cuenta la variabilidad de la línea de costa, con el consiguiente problema a la hora de poder aplicar la Ley y exigir responsabilidades a los posibles transgresores de la norma.

Por lo que a la visión establecida en los enfoques de la gestión costera desde las distintas legislaciones nacionales y posterior subsistema jurídico-administrativo (Barragán, 2002) tampoco se recoge la variabilidad de dicho sistema, (1) su conocimiento, supeditado a la evolución de la ciencia y la técnica y (2) su defensa, supeditada a la evolución del pensamiento social. A modo de ejemplo se puede citar la en su momento “higieneizadora” Ley de Desecación y Saneamiento de Lagunas, Marismas y terrenos pantanosos de 1918, derogada por la actual Ley de Aguas de 1985. En su momento se promulgó para evitar effluvios malsanos de las zonas insalubres, y tuvo como consecuencia la desaparición de numerosos humedales con la consiguiente incidencia en

la fauna terrestre, en las aves y en los criaderos y zonas de alevinaje. Para la zona en estudio prácticamente supuso la desaparición de la Laguna de la Janda, de 6 Km. de ancho por casi 40 Km. de largo.

El conocimiento del subsistema jurídico-administrativo nos proporciona una idea de la relación entre actividad humana y medio, que se manifiesta, en principio, con especial intensidad en la escala de detalle.

Durante la etapa inicial de esa interacción del hombre con el medio de forma global en los litorales la relación jurídico-administrativa era escasa. Si acaso relacionada con el papel mencionado anteriormente de frontera entre medios en su sentido más estricto. La costa apenas era utilizada, menos aún ocupada. Se usaba marginalmente por pescadores, y se multiplicaban las torres vigía de carácter defensivo (siglos XVII y XVIII fundamentalmente). El litoral como tal no era pues objeto de defensa y la relación jurídico-administrativa era prácticamente de tipo fiscal.

Por lo que se refiere al fenómeno de ocupación generalizado a nivel mundial, para el caso español concretamente significa, durante un período excesivamente largo (30 años o dos hiper-ciclos), la prevalencia del subsistema Socio-Económico sobre cualquier otro. A principios de los cincuenta, el duro ajuste económico que se produce entre los años cuarenta y nueve y cincuenta y dos, da como resultado un ciclo de expansión económica de tasas muy elevadas, que se convirtió en el motor del fenómeno de urbanización de las costas.

La Ley del Suelo de 1956 hablaba de la relación que había de existir entre la ordenación del territorio y la planificación económica y social para el mayor bienestar de la población. Pese a ello el sistema jurídico-administrativo potenciaba sin medida la faceta económica en detrimento de la protección del sistema litoral. Su resultado puede verse a lo largo de la costa Mediterránea. Ejemplos de este tipo son: el puerto de Cullera, que incide en la escala espacial en el sentido de que el corte que ha provocado en el transporte de sedimentos afecta otros tramos del litoral, o el trazado del ferrocarril entre Barcelona y Alicante, que pasa rompiendo multitud de dunas próximas a la playa.

1.6.1. Nuevas necesidades

En esta tesis la justificación de la necesidad de la gestión integrada del litoral, además de lo dado en los apartados anteriores, se fundamenta en dos elementos relacionados con los dos agentes principales

- Medio físico: Fragilidad del Territorio y
- Actividad económica: Dimensiones Reducidas del litoral.

La fragilidad se relaciona con la peligrosidad, esto es con aquellos elementos que potencialmente puedan afectar al litoral, como son los fenómenos naturales: de erosión, natural o forzados por temporales, o las acciones del hombre: la acción de macizar y el aislamiento entre los sistemas marino y terrestre. La vulnerabilidad está relacionada con la respuesta del medio natural (o su ausencia), que pueda presentarse de en caso de producirse los fenómenos peligrosos.

La escala espacial de la actividad económica es reducida y depende de tres factores fundamentales: de su tamaño: es una zona que como se apuntaba más arriba apenas representa un 6% del total de tierras emergidas, caracterizada además por la aleatoriedad de su forma. En segundo lugar no se trata de una zona acotada. Ya se han visto las dificultades de su acotación en el sentido de que una acotación precisa genera excesivas heterogeneidades en los elementos que la componen y una acotación homogeneizadora de los elementos genera aleatoriedad en la

acotación. En tercero hasta fechas muy recientes, ha sido una zona tradicionalmente no ocupada por el hombre sino de forma marginal.

A ello se ha de añadir que las riberas son una frontera, son el elemento de tránsito obligatorio en dirección tierra-mar y en dirección mar-tierra. Son zonas de transferencia, de materiales, de vida y de sustancias.

1.7. Planteamiento, Fomulación y Objetivos

En este trabajo se pretende formular una función objetivo que optimice la calidad de vida en un medio sostenible, analizando la evolución física y económico - social en relación con sus escalas espaciales y temporales. El modelo está basado en el consumo: agua y suelo, materiales y energía (en función de la densidad), y la producción de alteraciones y la generación de residuos que deben ser absorbidos por el medio, (mediante procedimientos cada vez más complejos para su tratamiento, económicamente poco viables y ambientalmente insostenibles). Este análisis proporciona información en forma de componentes principales sobre qué actividades explican en mayor porcentaje la evolución del sistema y sobre quién contribuye con cada porcentaje a la degradación del mismo.

El método se fundamenta en que la sostenibilidad de una ocupación humana se basa en que la zona ocupada tenga la capacidad de absorber el impacto que se genera asociado a esa ocupación, o en evitar que éste supere aquella capacidad. En definitiva se trata de falta de adecuación entre las escalas del medio natural y las escalas del medio socio-económico. Las actividades han de seguir una tendencia cuyo hilo conductor sea la calidad de vida y la sostenibilidad. La retroalimentación en los planes de uso y gestión recoge estas fluctuaciones, sin embargo no da información acerca del efecto sobre la calidad de vida y sostenibilidad.

En este trabajo se considera que cualquier método para la estimación de la capacidad de absorción de un territorio costero debe recoger los siguientes aspectos:

- Debe ser integral e integrado, considerando el medio, los usos y actividades como elementos interdependientes y como componentes de un sistema territorial complejo.
- Escala temporal. Ha de identificar los períodos temporales en sus diferentes escalas; escalas que marcan la tendencia y escalas que establecen los ámbitos de variación.
- Escala espacial. Ha de identificar una serie de unidades o tramos, para los que se proponen soluciones homogéneas.
- Debe ser dinámico. Debe considera las variabilidades, físico-naturales y socio-económicas y en relación con ambas su dependencias espacial y temporal.
- Debe ser sensible a las variaciones. Se establecen umbrales, a partir de los que se considera que la evolución se separa de los objetivos del modelo.
- Debe permitir la aplicación de técnicas bayesianas

En definitiva, en este trabajo se propone una metodología (fig) para que los gestores del medio litoral (ejecutivos) cuenten con herramientas con las que tomar decisiones con bases objetivas (intelectuales).

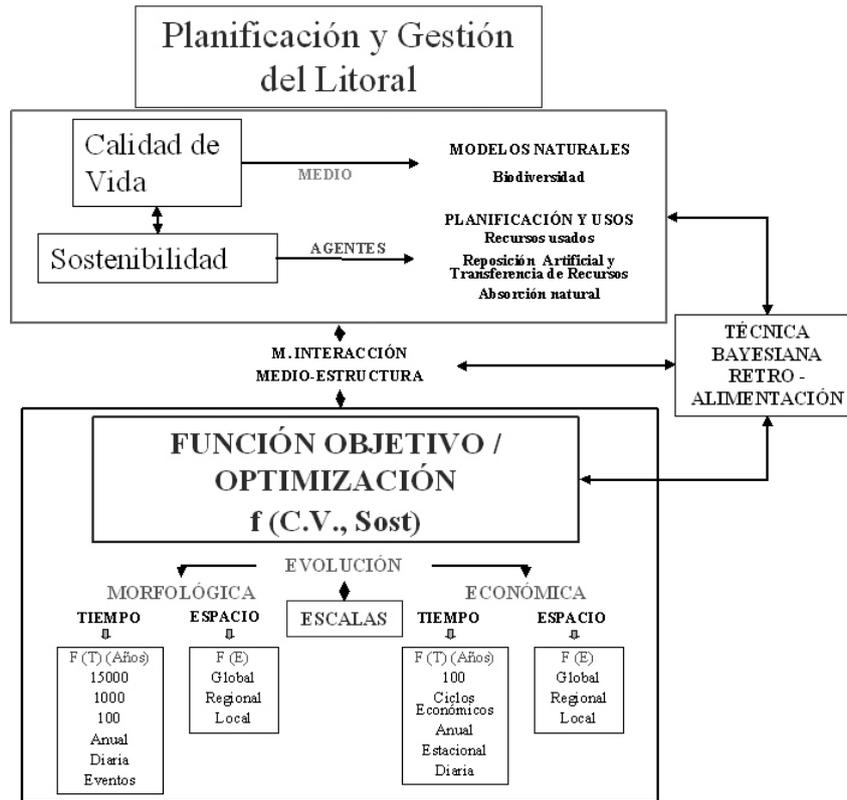


Figura 1.8: Esquema del procedimiento propuesto en este trabajo

1.8. Objetivos

1.8.1. Objetivo General

El objetivo principal del presente trabajo de investigación es la elaboración de:

1. Criterios, métodos y herramientas e instrumentos que permitan la valoración y aplicación por el gestor del medio litoral de modelos de ordenación del territorio. Para ello se pretenden determinar los elementos, naturales o artificiales que influyen en la dinámica litoral. Siendo el sistema muy variable han de hallarse mecanismos de retroalimentación que informen no sólo de fluctuaciones que se produzcan en el mismo, sino y fundamentalmente de cómo estas fluctuaciones afectan a la sostenibilidad del conjunto, a su pervivencia en el tiempo, y al mantenimiento o incremento de la calidad de vida de los usuarios.

De forma general cualquier procedimiento para la gestión duradera de zonas costeras mediante la aplicación de políticas integradas, debe basarse en los siguientes aspectos, diferenciados en bloques independientes, pero íntimamente conectados entre sí:

- a) Conocimiento del medio litoral. El conocimiento detallado de sus características permite identificar la sensibilidad de los elementos. El análisis de la información permite conocer cual es el estado actual y estimar o predecir su evolución. Las zonas costeras constituyen sistemas dinámicos que se caracterizan por su riqueza natural, esto es por la diversidad de recursos naturales, pero también por la diversidad de actividades concentradas en la zona consecuencia de la anterior. La utilización de los recursos adopta

múltiples formas que en ciertos casos se oponen y en otros se complementan. Pero las costas sirven sobre todo de lugares de residencia. A escala planetaria la concentración de población en las proximidades del medio litoral alcanza el 60 %. Y es precisamente este uso el que mayores impactos causa.

- b) Determinación de las escalas de trabajo. En especial las escalas espaciales y temporales de la manifestación de los procesos naturales y socio-económicos, su interrelación y dependencia. En un nivel local, y tomando como recurso la playa, la demanda que se produce tiene manifestaciones que las definen con precisión: el turismo de masas, demanda el espacio playa vinculado a períodos anuales muy concretos. Las demandas que genera son también concretas y masivas (servicios, agua, restauración). El turismo de la tercera edad, aún demandado el recurso playa, aumenta el ámbito de actuación a la zona de influencia climática. Los períodos son asimismo más amplios, incluso complementarios con el anterior, y sus demandas más permanentes (menos restauración, comercio de detalle, y servicios específicos cual son los vinculados a la sanidad). También han de tener en cuenta la globalidad que representa el medio marino, que al igual que el medio atmosférico no conoce de fronteras. La degradación que se produce en un lugar, puede afectar a lugares distantes. El problema a largo plazo es global. A menor escala el sistema plantea situaciones limitantes cual son las interfases entre zonas pertenecientes a países o regiones distintas, que sin embargo constituyen una unidad en cuanto a su forma de funcionamiento. En el extremo inferior, tanto en el horizonte espacial como en el horizonte temporal, se han de identificar unidades, homogéneas en función del predominio, en su análisis, de cualquiera de los subsistemas (Barragán, 2002): físico, económico y administrativo. Para identificar la escala deberán tenerse en cuenta los siguientes elementos:
- 1) La dificultad para determinar los límites. Desde el punto de vista físico por la naturaleza tan variada, su dinamismo, complejidad, fragilidad. Desde el punto de vista económico por su atractivo y riqueza. Desde el punto de vista jurídico y administrativo, por el carácter público de sus recursos y por la inusual concurrencia de intereses, públicos y privados.
 - 2) El desglose de responsabilidades, la capacidad de actuación, de las distintas autoridades de forma que concurren tanto la visión próxima y concreta de los problemas como el enfoque general que permita abstraerse de las presiones directas de los usuarios.
- c) Determinación de las condiciones esenciales de la evaluación de manera que permitan la formulación de recomendaciones para la acción de alcance general. Particularizando aún más en la escala de trabajo se caracterizan los elementos más alterables pues son los que mayor incidencia tienen en el sistema, se analiza el sentido de las variaciones que se producen en relación con las actividades que los provocan, haciendo especial hincapié en el uso residencial, concretamente en el uso turístico.
- d) Propuesta de puesta en práctica de los instrumentos de gestión en la zona costera estudiada. Planteada la función objetivo de actividades y sus restricciones: económicas y ambientales, se ejecutan simulaciones que validen y optimicen la función y se plantean modelos para las alternativas posibles ante los distintos responsables con capacidad de actuación, su tendencia y los mecanismos de retroalimentación para asegurar que el modelo evoluciona hacia la sostenibilidad y la calidad de vida.

1.8.2. Objetivos Específicos

Los objetivos específicos encaminados a conseguir el objetivo general planteado es esta tesis son los siguientes:

1. Establecimiento de nuevos criterios para la ordenación del territorio relacionados con la interacción anterior basados en los modelos predictivos de la morfología, enlazando variables naturales y acción del hombre.
2. Considerar la variabilidad espacial y temporal como uno de los elementos vertebrales de la ordenación. Los modelos utilizados serán dinámicos, puesto que al depender de la interacción entre agentes y actividades, la variación de unos u otras harán que el equilibrio del modelo evolucione, debiendo los criterios asegurar el sentido de dicha evolución.
3. Determinar dentro del sistema espacio - temporal la sensibilidad de los distintos elementos a las alteraciones catalogándolos en elementos vulnerables y elementos esenciales, considerando como caso especial, la ocupación del territorio para uso residencial y turístico, por ser la que mayores alteraciones produce en el sistema
4. Implementar la introducción de medidas de fiabilidad y de control de los elementos anteriores de forma que la elaboración de un diagnóstico sobre los estados, permita pronosticar e intervenir con medidas correctoras, para que el pronóstico de la evolución del sistema sea óptimo.
5. Aplicación por último del método expuesto anteriormente a un caso concreto, la franja del litoral Atlántico de Andalucía, comprendido entre Tarifa y Sancti Petri, para lo que se ha realizado un detallado estudio de la zona, y proponer unas bases para la gestión integrada de la zona, cubriendo los siguientes objetivos parciales:
 - a) Análisis de las predicciones de evolución de la morfología litoral debidos a procesos naturales
 - b) Análisis y predicción de la evolución del litoral debido a procesos relacionados con la actividad humana, en especial la ocupación del suelo.
 - c) Establecimiento de la interacción entre las variables analizadas a lo largo del estudio debidas a procesos naturales con las predicciones de evolución establecidas en el punto anterior.

1.9. Organización del Documento

El documento se organiza en seis capítulos:

- Capítulo I en el que se introduce la gestión del litoral, así como el estado del arte, y los objetivos y organización del trabajo.
- Capítulo II de análisis de la evolución de los medios físico natural y socio económico, y de sus interrelaciones, determinadas fundamentalmente por el clima global y, asociado con el mismo, el nivel medio del mar holoceno y su relación con la posición de la línea de costa y de los asentamientos de las distintas civilizaciones.

- Capítulo III en el que se establece una metodología para diagnosticar el medio litoral y pronosticar, dibujando escenarios razonables su evolución, en ambiente de incertidumbre, definiendo escalas espaciales y temporales, para los procesos que dominan a los componentes del medio. Con idéntica intención, esto es para incrementar el conocimiento se definen las cualidades del área litoral a través de principios de actuación: ambientales, socioeconómicos y de reciprocidad y se establecen criterios para medir la calidad en los ámbitos ambiental y socioeconómico.
- Capítulo IV de planteamiento de la ordenación del litoral que incluya calidad de vida y sostenibilidad, en especial la ocupación sostenible de uso turístico predominante. Para la ordenación se plantea un método de optimización de las actividades, restringidas por las capacidades económicas y naturales. Del conocimiento del medio a través de las unidades que lo caracterizan, se determinan en función de su sensibilidad frente a las alteraciones, elementos vulnerables y elementos esenciales, y se generan simulaciones que validan el modelo y facilitan la elección de los parámetros de seguimiento para la toma de medidas en caso de desviaciones. Para el caso concreto de la ocupación del territorio con uso residencial turístico, que plantea una problemática específica por ser el de mayor impacto en el medio (huella ecológica), para la que se propone un modelo de ocupación territorial basado en la determinación de “tramos” para los que, en el horizonte espacio-temporal de la escala de trabajo, se identifican unidades, que en función de sus factores físicos, sociales y ambientales, determinan densidades, y graduaciones y transiciones, en la ocupación.
- Capítulo V. En este capítulo, de entre los modelos que tratan de explicar la evolución del medio natural se considera la evolución de la línea de costa, que será la que en definitiva permita prever la superficie de playa como elemento de especial valor para la actividad socio-económica, determinada por el volumen circulante de sedimentos y la dinámica marina. Para el planteamiento de modelos de evolución del medio socio económico se usará como variable independiente la población que puede acoger un territorio, clasificada en función de su estabilidad o permanencia y de su incidencia ambiental o económica. La evolución de la población se formulará a través de una Ecuación Diferencial Ordinaria. La caracterización del territorio en que dicha población se asiente será función de una base completa y exhaustiva de indicadores socioeconómicos y ambientales. La posibilidad de cuantificar los recursos que abastecen a dicha población y de realizar un balance económico y ambiental, a través de las demandas, de entre las que destacan la demanda de agua y la capacidad de absorción de residuos del territorio, van a ser elementos reguladores y limitantes de usos y actividades. A ello se añade la variación de la población en función de las interacciones entre las distintas poblaciones a través del fenómeno de auto-organización poblacional y retroalimentación dependientes de la densidad
- Capítulo VI En este capítulo se procede al análisis de datos para la implementación del modelo. Se introduce mediante la correlación entre variables para determinar el grado de dependencia entre las variables. Un estudio de mayor profundidad se realiza a través de la regresión paramétrica que permite hacer predicciones sobre los valores de una variable en función de otra y no paramétrica, en aquellos casos en que no sea fácil de determinar la clase de función a que pertenece la forma funcional que liga ambas variables. Para el análisis de conjuntos de variables, se utilizan las Funciones Empíricas Ortogonales (EOFs). Con los datos existentes, pese a su dispersión y carácter aleatorio se realizan análisis de variables y de grupos: (1) demográficas, (2) económicas y (3) locales. Por último se plantea un modelo que recoja la evolución de la población en función de variables económicas: nivel de renta y mercado de trabajo y ambientales: intensidad en el uso del recurso agua. Se formula el coeficiente de interacción entre poblaciones

- Capítulo VII en el que se dan las conclusiones sobre los resultados obtenidos, y se plantean las futuras líneas de investigación que han sido identificadas mediante la elaboración de esta tesis.
- Anejos. Se incluye la documentación elaborada y las bases de datos que se han utilizado en la elaboración de esta tesis.

Pueden considerarse como otra parte de la tesis, donde se caracteriza la zona. Para ello se define un área específica de trabajo y sobre ella se localizan los casos de estudio, comprendiendo tres escalas espaciales: local, intermedia y general. La escala temporal sería la de un ciclo económico ambiental. Los tres elementos que se estudian son:

- Caracterización de la Zona
- El Agua
- La Vivienda

Se hace una propuesta de ordenación y de seguimiento del modelo. Para ello se establecen los elementos a considerar en una plan de uso, elementos para su ordenación y se prevé su seguimiento y control a través de una técnica bayesiana en la que una vez definido el modelo, se establecen unos parámetros de observación, sobre los que se van a obtener datos. Posteriormente se contrastan los resultados, con los resultados teóricos que debieran obtenerse y se establecen las medidas de corrección para el caso de desviaciones de las previsiones iniciales. Para ello se habrán establecido unidades “ambientales” y “socio - económicas”, y una red de inspección, auscultación e instrumentación.

Capítulo 2

Aproximación a la Evolución de los medios Físico Natural y Socio Económico

2.1. Introducción

El objetivo de este capítulo es analizar las relaciones de interdependencia que existen entre los medios físico-natural y socioeconómico. Ambos pueden considerarse los elementos constituyentes de un todo organizado y complejo unido por algunas formas de interacción: subsistemas dentro de un sistema, caracterizado por un intercambio infinito que, cuando el intercambio cesa o uno de los elementos desarrolla un dominio absoluto, tiende a desintegrarse.

Existe una relación de origen entre ambos medios subordinada por el carácter de globalidad que ha de atribuirse a la evolución del planeta. Los elementos que la integran definen una distribución que trata siempre de alcanzar un equilibrio. Un cambio en una de las unidades del sistema, con probabilidad producirá cambios en las otras. El efecto total se presenta como un reajuste del todo. Hay relaciones causa efecto. De estos cambios y ajustes se derivan dos fenómenos:

- Entropía, que para este caso puede ser definida como la tendencia de cualquier sistema complejo a desgastarse por el relajamiento de los estándares y un aumento de la aleatoriedad. La entropía es una función que aumenta con el transcurso del tiempo. Sin embargo el avance del conocimiento, el aumento de la información puede ser utilizado como medio o instrumento para controlar la entropía, adoptando decisiones que tiendan a ordenar el sistema.
- Equilibrio. Existe un equilibrio dinámico entre los distintos elementos que componen el conjunto, esto es, tienen una tendencia a adaptarse con el fin de alcanzar un equilibrio interno frente a los cambios del entorno.

En la evolución del sistema físico natural el elemento determinante ha sido el clima y la relación directa que el mismo establece con la mayor o menor presencia de grandes masas de agua o hielo y la intensidad de los ciclos atmosféricos e hidrológicos y por ende con los fenómenos erosivos y de transformación. Asociada con la evolución climática está la variación del nivel medio del mar que define la posición de la línea de costa.

El clima ha sido el principal condicionante para el desarrollo de la vida sobre el planeta.

El atemperamiento de las condiciones generales y la presencia de cursos fluviales permitieron el crecimiento y la multiplicación de la flora y la fauna tierra adentro. El óptimo que en dichas condiciones representa el litoral dio lugar al desarrollo de gran variedad de ambientes y a un sistema altamente productivo. Como consecuencia la biodiversidad, caracterizada por la concentración de zonas reproductivas y de alevinaje, así como de tránsito, que para las aves es de las mayores del planeta.

Relacionado por último con el clima, con el litoral y con la productividad biológica, ha estado el ser humano, su asentamiento, desarrollo, evolución y dominio. De un estado inicial condicionado por el medio, la revolución agrícola, el establecimiento de asentamientos permanentes, la escritura, y la organización social dieron lugar al desarrollo de grandes civilizaciones. Estas, de duración milenaria han estado siempre muy vinculadas con las zonas marítimas.

El avance del conocimiento y dominio del medio provocaron una rápida evolución, que con el descubrimiento de la energía mecánica ha llevado al hombre, en un período muy corto de tiempo a convertirse en el gran condicionante de la evolución de la vida en el planeta. El establecimiento de un sistema “económico” además de social que se desarrolla a partir del siglo XVIII provoca el acortamiento geométrico de las escalas evolutivas de este medio.

El incremento de la producción y de la productividad y la generalización de las transferencias, dio lugar al incremento de la población, las migraciones y las grandes concentraciones en el entorno de los centros fabriles. El emplazamiento de los mismos en los entornos marítimos y el surgimiento del turismo, provocó que dicha concentración se dirigiera hacia la zona costera, que de esta forma ha llegado a alcanzar su máximo valor ecológico y económico, generando una nueva problemática: el consumo de recursos altamente productivos hasta llevarlos a su agotamiento o a la irreversibilidad para el establecimiento de actividades con productividad muy baja e incluso nula.

Este capítulo se organiza de la siguiente manera. En el apartado 1 se introducen los sistemas natural y socioeconómico, y las dependencias que se producen entre ambos. En los apartados 2 y 3 se hace el análisis de la evolución de los medios físico natural y socio económico, que tienen como hilo conductor el clima y la variación del nivel medio del mar, concluyendo con los tres últimos ciclos económicos y la prognosis de evolución, relacionados con el estado actual del medio físico.

2.2. Sistemas y Dependencias

Como se ha dicho más arriba los componentes primarios del área litoral son el sistema Natural y el sistema Humano. El primero incluye elementos bióticos y abióticos en términos de su estructura y procesos internos y el segundo es el medio creado por el hombre. La piedra angular del sistema es la interacción entre los dos subsistemas. Estas interacciones pueden agruparse, con una división difusa entre ellas) en distintas categorías. (Van der Weide, 1993), establece las siguientes:

- Azar Natural
- Recursos Naturales
- Uso de los Recursos e
- Impactos medioambientales

Los incrementos en la presión ocasionan problemas debidos a las interacciones mencionadas. Existen dos enfoques en la literatura erudita sobre Gestión de estas interacciones (Cicin-Sain y Knetch, 1998): en primer lugar aquella que tienden a focalizar sobre la interfase tierra - agua desde la aproximación y métodos de control de los usos del territorio costero ((Clark, 1991; Sorensen y McCreary, 1990; Chua, 1993)).

En segundo están los que analizan el uso y gestión primando el punto de vista Jurídico - Administrativo (Barragán, 2002) esto es, examinando el uso y gestión de las áreas oceánicas desde la óptica jurídica y de organización de los diferentes países con respecto a sus zonas costeras ((Cicin-Sain y Knetch, 1998), y (Vallega, 2001)).

Para articular el segundo enfoque los componentes de la estructura de Van der Weide (figura: 2.1), son ampliados mediante la división del sistema Humano en dos subsistemas: Socio-Económico y Jurídico-Administrativo ((Barragán, 2002)) (fig.), los tres pasan a integrar, con el mismo nivel, el litoral como sistema y objeto a gestionar. El subsistema Jurídico-Administrativo será la vía para la resolución de los diferentes conflictos de interés y para la adecuada gestión de ese objeto. No obstante, falta instrumentar la interrelación entre los tres elementos a distintas escalas espaciales y temporales.

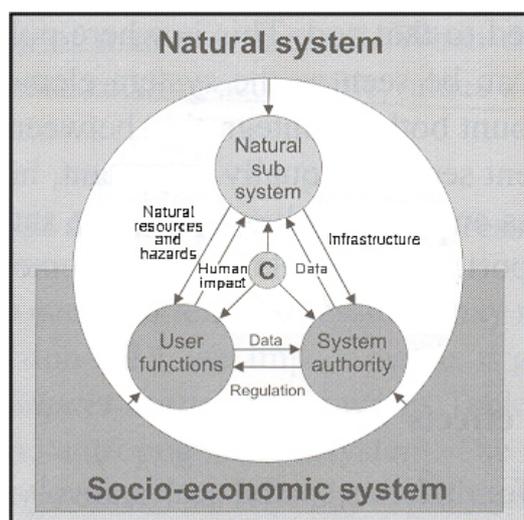


Figura 2.1: Componentes de la estructura de Van der Veide (1993)

Seleccionar una escala, en la que se puedan proyectar los objetos y procesos de un modelo es básico para el éxito de su aplicación y la obtención de resultados. En su selección se han de tener en cuenta las dimensiones cuantitativa y analítica y el desarrollo de estas en el espacio y el tiempo. La comprensión del sistema litoral puede hacerse desde dos enfoques: desde el conocimiento de la dinámica costera, ciencia que ha desarrollado escalas consistentes, y desde la que se ocupa del medio económico y social, que dado su carácter cuantitativo carece en su mayor parte de escalas o las mismas no tienen consistencia.

Para completar este vacío se propone formular escalas que vinculen los procesos naturales con los procesos social y económico. Referidas al litoral se establecen los siguientes tipos: (1) **Escalas de Evolución Independiente**. Son aquellas en las que la interferencia hombre-medio no estaba relacionada con la evolución de éste último. Medio natural y medio humano se pueden analizar como variables independientes. El estudio del litoral en estas escalas nos proporciona herramientas de diagnóstico de su evolución para mejor comprender cómo se ha llegado a la situación actual y pronosticar la previsible evolución en el futuro a medio plazo. (2) **Escalas de**

Interferencia. Se diferencian de las anteriores por el incremento de la capacidad del hombre para interactuar con el medio y alterarlo, positiva o negativamente, las variables son dependientes. Su estudio permite identificar alteraciones en el corto plazo de la evolución a largo, relacionándolas con las diferentes actividades. En este caso el conocimiento del subsistema jurídico-administrativo proporciona una idea de la relación entre actividad humana y medio, que se da con intensidad en la escala de detalle.

2.2.1. Tiempos de respuesta

Aplicados al sistema litoral las escalas de los distintos procesos tienen formas de adaptación peculiares o tiempo de respuesta (o tiempo de relajación): el Físico-Natural mantiene una dinámica de largo plazo relacionada con la climatología, el nivel medio del mar y la evolución de la morfología de la línea de costa; la interacción con aquel del medio Socio-Económico provoca inestabilidades en el medio y corto plazo. Las escalas propias de este último medio son dominantes en el corto plazo, aún cuando las manifestaciones de la variabilidad lo hacen en ciclos económicos. La relación con las zonas costeras es muy intensa, por ser un lugar muy atractivo. Las alteraciones en el corto plazo de la línea de costa provocan efectos de resonancia destructiva en el medio socio-económico. Por último el sistema Jurídico-Administrativo es un sistema reactivo caracterizado por la lentitud de sus respuestas, y su falta de anticipación. Sus escalas son usualmente escalas a medio plazo.

El proceso de ocupación del espacio del litoral muestra la evolución de las interrelaciones a lo largo de la historia. Los procesos del medio físico mediatizados por el clima y la variación media del nivel del mar son el motor del desarrollo de la interacción.

2.3. Evolución y procesos del medio físico

Durante los últimos años, la capacidad tecnológica de “dominio” del medio físico-natural y sobre todo de alteración del mismo no ha dejado de incrementarse. En relación con el clima la sensación es ambivalente. Por un lado parecen haberse conseguido dominar sus efectos, pero por otro parecen también haberse acentuado los extremos en sus manifestaciones.

Por lo que al dominio se refiere en los países con climas fríos, se multiplica la producción de sistemas de calefacción cada vez más sofisticados y la de tejidos y prendas de vestir que consiguen un mayor aislamiento y protección. En los países con climas cálidos, la masiva utilización de sistemas de refrigeración, intenta conseguir niveles de confort. Ambos tienen incidencia, o al menos participación, en la presencia en la atmósfera, a nivel general del planeta, de altas concentraciones de CO₂. En una escala local su incidencia es sin embargo mucho mayor. La generación, en un período de tiempo muy corto, de bolsas de calor en el entorno de las ciudades (fenómeno de inversión térmica) impide la ventilación natural, elevando en unos cuantos grados la temperatura general del sistema, y se acentúan los picos en el ciclo frío-calor, con lo que a su vez se hace más necesaria la producción de calor y la generación de frío, incrementando el problema (figura: 2.2).

La temperatura en Europa se ha incrementado en 0'95 grados en los últimos 100 años, por encima de la media mundial, y concretamente éste fenómeno ha sido mayor en la península ibérica y en Rusia occidental, tendencia que parece seguirá en los próximos años (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2000)

A escala hiperanual el clima parece haberse vuelto más extremo, a tórridos veranos se contraponen inviernos fríos y de pluviometría muy irregular, pasando de fases de sequía a otras de lluvias torrenciales sin aparente solución de continuidad. Los inviernos fríos, de los que sólo

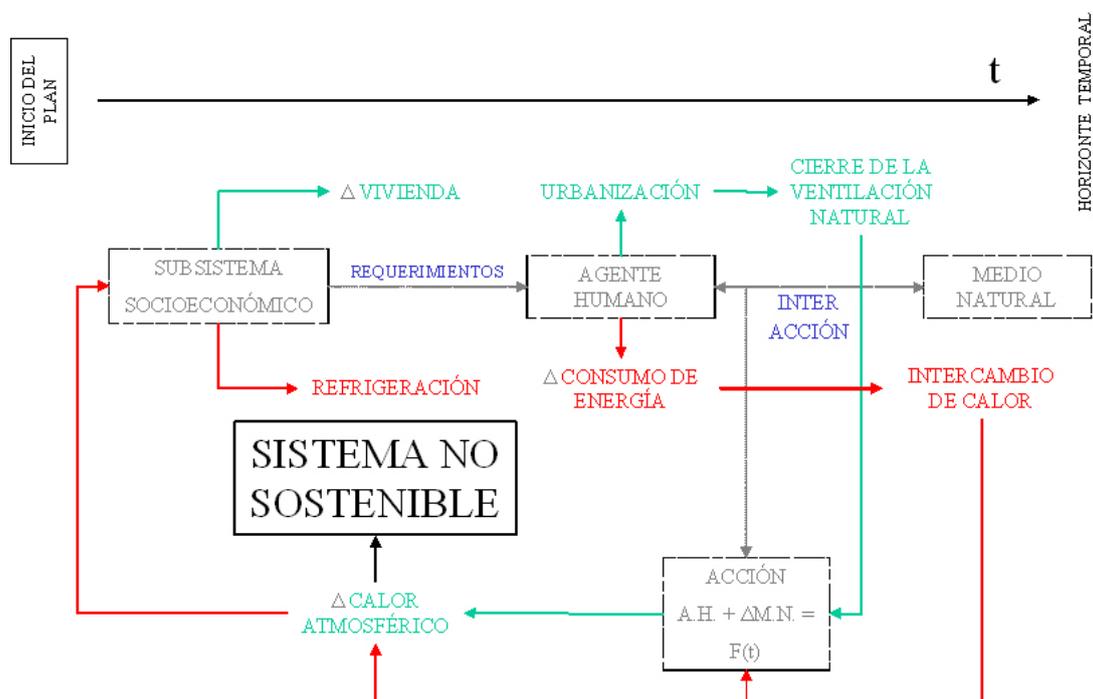


Figura 2.2: Ejemplo de modelo de desarrollo no sostenible

hay uno cada diez años desde 1960, están disminuyendo en frecuencia y los veranos acentúan su calidez. La década de los noventa fue la más calurosa, y los tres años con temperaturas más altas han sido 1998, 2002 y 2003 (INM, 2004).

En Europa, desde 1980, alrededor de un 60 % de las catástrofes se ha atribuido a inundaciones (lluvias fuertes o granizadas), sequías u olas de calor, duplicándose en número en la década de los noventa.

No obstante estos datos que en valor absoluto ofrecen una tendencia clara pueden no ser sino una variación relativa en una escala mayor.

2.3.1. Evolución del clima global

A escala geológica tras el interglacial Eemense, la última glaciación comenzó hace 115.000 años (figura: 2.3). En su transcurso se consideran tres períodos relacionados con el clima: (1) Se conoce como *fase inicial* en la que el enfriamiento fue rápido, acumulándose hielo en los continentes. (2) *Fase intermedia* en la que comenzó una segunda fase de glaciación, mucho más fría que la primera (85.000 y 75.000 años). (3) El *tercer período* fue global, en esta fase se produjo el último Máximo Glacial (alrededor de 30.000 y duró alrededor de 12.000 años).

Durante esta era geológica la mayor parte del agua debió manifestarse en forma de hielo, con lo que el ciclo hidrológico fue reducido, y por consiguiente un régimen pluviométrico muy escaso. La formación de los glaciares fue debida a cambios significativos en el clima, pero al mismo tiempo su existencia desencadenó importantes cambios climáticos en las regiones situadas más allá de sus márgenes. La mayor parte del planeta estaba helado. En las zonas áridas y semiáridas de todos los continentes, las temperaturas eran muy bajas y, por tanto, la evaporación escasa. Tan sólo existía una zona templada que cabría situar al sur del actual Desierto del Sahara.

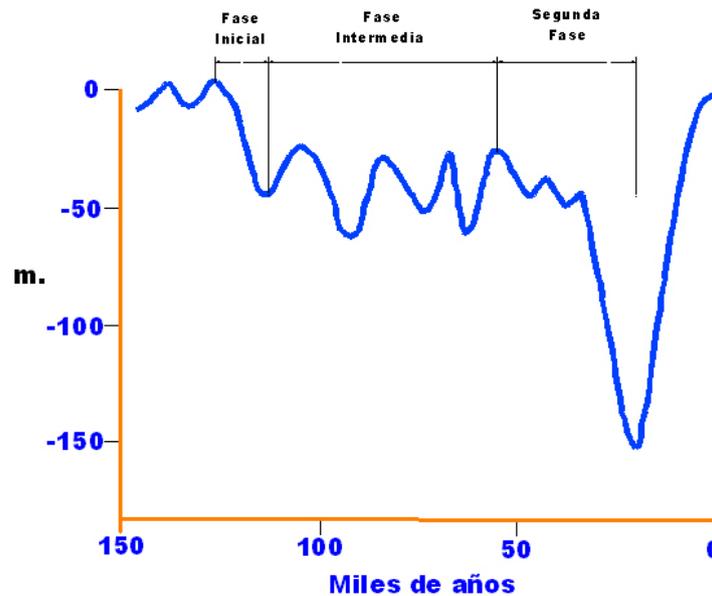


Figura 2.3: Periodos relacionados con la última glaciación en relación con el nivel medio del mar (Fuente: modificado de (French, P.W., 1997))

Desde la última glaciación (Würm) (figura: 2.4) la temperatura global ha ido calentándose progresivamente si bien con ciertos períodos más fríos (pulsos). La fase inicial, cálida, alrededor de 13.000 a.C. se caracterizó por sus temperaturas altas (en la península ibérica hasta 10 °C superior a la actual), a la que sobrevino un período frío conocido como Dryas reciente alrededor del 12.000 a.C., y a éste un período cálido y húmedo (10.000 a.C.) denominado Boreal y, por último, un nuevo período frío alrededor de 8.000 a.C. denominado Atlántico, época en la que se considera que se van definiendo los climas de la Tierra tal y como se conocen en la actualidad. Concretamente en el Mediterráneo se piensa que se establece el clima actual.

El deshielo incrementó el intercambio de humedad entre los mares y la atmósfera, provocando una mayor pluviometría y como consecuencia un ciclo hidrológico más intenso. Éste clima, húmedo y frío dio, con bastante probabilidad, lugar a la formación de muchos lagos pluviales. La Zona templada se desplazaría hacia el norte y ocupando la parte sur de la Cuenca Mediterránea.

Posteriormente se produjeron lo que se denominan Pulsaciones Holocenas (6.000 a.C.) y la progresiva disminución del calentamiento, generándose en este período un reequilibrio atmosférico y marino, que hizo más dinámico el ciclo hidrológico. Los períodos anteriores tuvieron incidencia sobre el clima global del planeta. La mayor presencia de agua en los océanos unido al aumento de la temperatura supuso mayor humedad en la atmósfera, y este fenómeno posiblemente colaboró en la absorción de calor y en la ralentización por tanto del aumento global de la temperatura. Las masas de agua de los océanos, una vez calentadas influyeron en la regulación de la temperatura ambiente. En sus dos circulaciones; regional de períodos hiperanuales y global de períodos seculares, tuvieron incidencia espacialmente en los niveles regional y global.

A partir de ese momento con el calentamiento más lento los procesos son más parecidos a los existentes en la actualidad. Es el último período que llega hasta prácticamente nuestros días y en el que puede considerarse que los diferentes climas, tal y como hoy se conocen, entre ellos el Mediterráneo, se establecieron definitivamente.

Desde entonces se alternan períodos más fríos o más cálidos (figura: 2.5), pero moviéndose

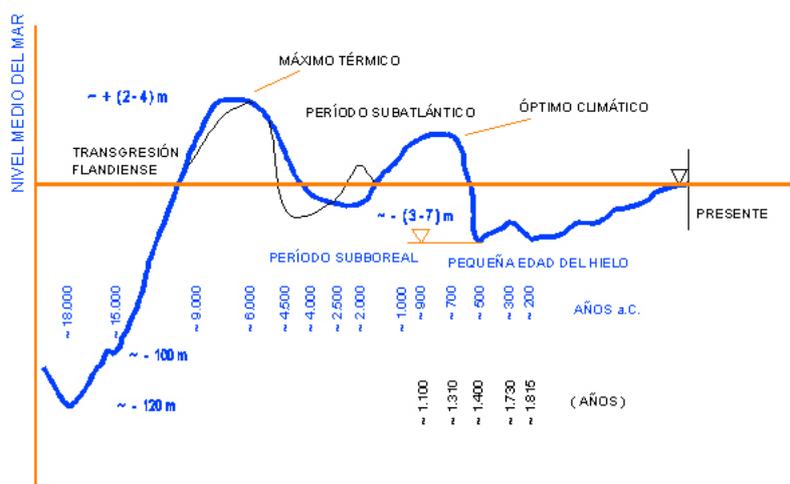


Figura 2.4: Curva del nivel del mar durante los últimos 18.000 años (fuente: Díez, J.J., 2000)

siempre entre las características zonales del clima global, es decir sin rebasar nunca los límites máximos ni mínimos, de manera que en ningún caso se puede hablar de clima diferente. Como ejemplos de la alternancia de períodos de menor duración pueden citarse los denominados: Pequeño Óptimo Climático (700 d.C.) Enfriamiento Medieval y Pequeña Edad del Hielo (1300-1750) y el Comienzo del Calentamiento (1.840), con algún período de Frío Relativo (década de los 50 en el siglo XX).

No obstante es aventurado relacionar causa y efecto, concretamente en lo que al calentamiento global se refiere considerando la coincidencia de fechas; 1775 y descubrimiento de la Máquina de Vapor, y 1840 y comienzo del Calentamiento. En una escala mayor, $O(100.000)$ años, se considera que en la actualidad se está en un intervalo de tiempo entre dos glaciaciones sucesivas de temperaturas máximas, cuya duración está indeterminada.

El calentamiento del planeta es una realidad, independientemente de la actividad humana, aún cuando tal y como se manifiesta en el párrafo anterior, la duración de estas condiciones está indeterminada. Una de sus manifestaciones es la elevación del nivel del mar. Nadie cuestiona la elevación del nivel del mar en un plazo medio, el objeto de controversia está en su magnitud y en la posibilidad de que sufra alteraciones, de temporalidad corta, que en la escala de la vida humana sean consideradas como significativas.

2.3.2. La posición de la línea de costa

La subida del nivel medio del mar a nivel global tiene tres causas fundamentales (Díez, J.J., 2000):

1. Como consecuencia de la pérdida de agua sólida en los casquetes polares que se conoce como variación eustática. Esta variación afecta a través de diferentes mecanismos como son el volumen global de agua y su presión sobre los fondos oceánicos, la temperatura y salinidad que afectan a su densidad y por consiguiente a su volumen y por último la temperatura y otros parámetros del clima global que afectan a la distribución del volumen global de hielo y como consecuencia al de agua.

2. La presión ejercida tierra adentro que depende del espesor de la capa de hielo provocando hundimientos en la zona ocupada y levantamientos en las zonas marginales a la misma, por lo que la reducción del espesor del casquete polar, produce una elevación de la corteza terrestre que se conoce con el nombre de variación isostática. En los últimos años se añaden los fenómenos de hidro-isostasia en un sentido distinto, la subsidencia, o pseudo-subsidencia causada por la compresión o fenómenos consolidativos que siguen a la sedimentación e introducen a nivel local gran variabilidad.
3. La tectónica afecta directamente los niveles de la tierra y sus movimientos y al nivel medio del mar de forma global y a largo plazo siendo las variaciones locales o regionales, normalmente relacionados con fenómenos de vulcanismo y de ruptura.

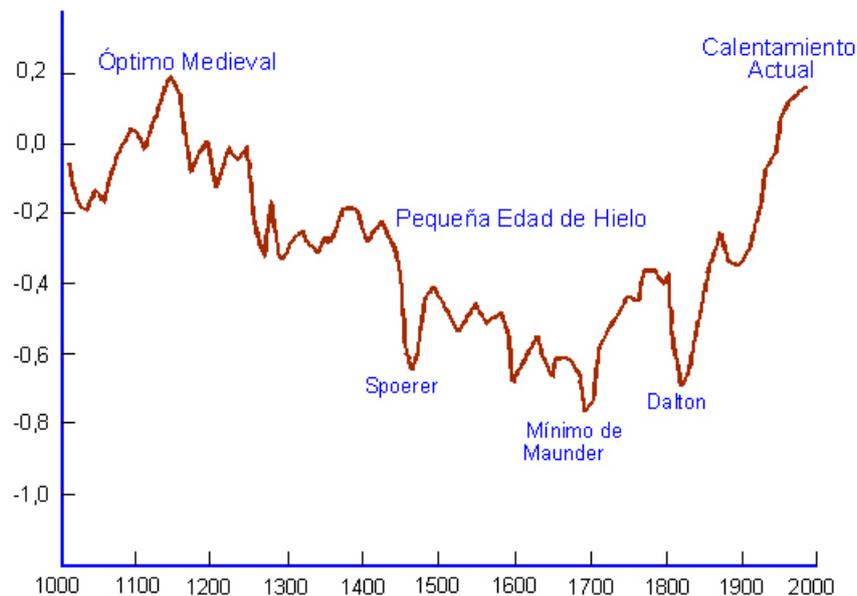


Figura 2.5: Ciclos recientes de evolución climática

En latitudes medias y tropicales al no haber casquete, la única variación del nivel medio del mar se produce por razones eustáticas: En latitudes superiores al paralelo 50 además se produce la isostática, pudiendo contribuir con magnitudes, sobre todo en los últimos milenios, superiores a los eustáticos. La evolución de la tectónica se considera que tiene un plazo que escapa a las escalas establecidas en este trabajo con lo que regionalmente se puede considerar estática.

Dado el enfoque de este trabajo y el emplazamiento de sus propuestas de aplicación, no se consideran las variaciones isostáticas, ni tectónicas y por el contrario son del máximo interés las variaciones eustáticas. También se consideran en un ámbito local factores relacionados con la actividad humana como la construcción de diques, u otras estructuras marítimas y su emplazamiento (Díez, J.J., 2000) o la extracción de petróleo y gas natural que han causado, niveles inusualmente altos del nivel del mar, por ejemplo debajo de Long Beach, California (Emery y Aubrey, 1991).

2.3.3. Nivel medio del mar holoceno

El período Holoceno lo define el diccionario de la Real Academia Española de la Lengua como: “dícese del período geológico actual o reciente”, la cual no ofrece información suficiente

de la escala temporal ni espacial a que se refiere. En geología y relacionado con el nivel medio del mar se considera el Holoceno como el período que se inicia desde la última transgresión, entendiendo esta como la inversión de la tendencia con respecto a la variación del nivel medio del mar. Supuso el inicio del último ascenso global del mismo que llega hasta nuestros días. Su escala temporal depende de la ubicación de la zona de que se trate con respecto a los polos, pero se acepta que el inicio del Holoceno se sitúa entre los 14.000-11.000 años a.P.

En una escala algo mayor, esto es desde la última gran glaciación (20.000 años a.P.), se ha constatado que el nivel del mar ha subido aproximadamente 150 m, 100 m en los últimos 15.000 (figura: 2.6). El progresivo calentamiento produjo elevaciones medias de entre 3 y 5 mm anuales. Hacia el año 6000 a.C. la tendencia parece ralentizarse, de forma aún no explicada, y como consecuencia el crecimiento del nivel del mar también lo hace bajando hasta aproximadamente unos 0'3 a 0'5 mm anuales.

El crecimiento eustático en el nivel del mar de los últimos 15.000 años ha sido extensamente estudiado. En particular (Carter, R.W.G., 1999) menciona el proyecto 61 IGCP ("Movimiento del nivel del mar durante el último hemicycle glacial". Gran número de estudios locales y nacionales se coordinaron e incluyeron la publicación de un Atlas de Curvas del Nivel del Mar (Bloom, A.L., 1977).

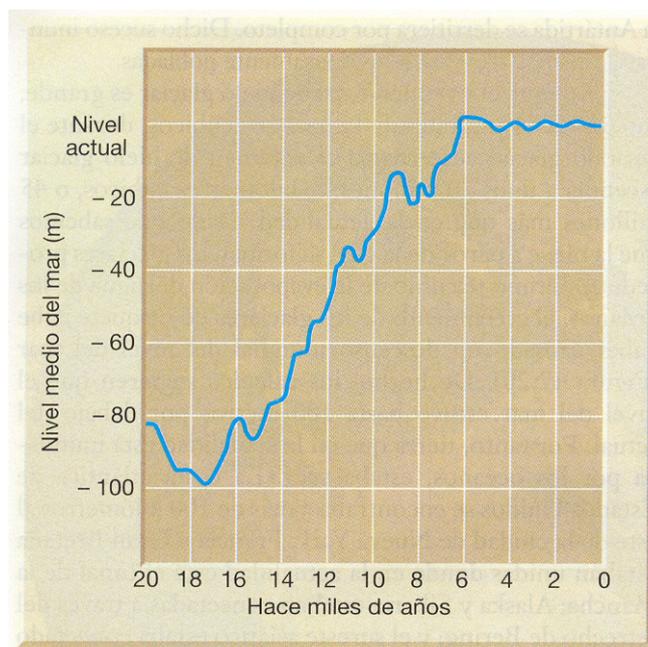


Figura 2.6: Nivel medio del mar holoceno (Tarbuck y Lutgens, 2000)

(Donovan y Jones, 1979) calcularon que si las capas de hielo de Groenlandia y el océano Glacial Antártico se fundieran causarían una elevación sobre el nivel del mar de 30-40 m. (Tarbuck y Lutgens, 1999) han calculado más recientemente que de derretirse el agua atrapada por el océano Antártico, el nivel del mar se elevaría unos 60 ó 70 m. Aunque el volumen total de hielo glacial es grande en la actualidad, durante el período glacial cuaternario era mucho mayor. De hecho, dado que se puede hacer la conversión, puesto que la nieve a partir de la que se forman los glaciales procede, en último término, de la evaporación del agua de los océanos, el crecimiento de los glaciales debió causar un descenso planetario del nivel del mar. Los cálculos sugieren que el nivel del mar estuvo hasta 100 m por debajo del actual.

En la actualidad, los glaciares cubren casi el 10 % de la superficie terrestre. No obstante, en un pasado geológico muy reciente (a escala planetaria) los casquetes polares eran unas tres veces más extensos y dominaban y cubrían enormes áreas. El hielo llegaba a tener en algunas zonas miles de metros de espesor. En muchas regiones aún puede apreciarse la marca de esos glaciares. Lugares tan diversos como los Alpes, los Grandes Lagos y los Fiordos noruegos y de Alaska deben su existencia a los glaciares. El retroceso actual de estos glaciares es un indicativo de ese calentamiento cuya incidencia se mide de forma indirecta a través de la variación del nivel del mar.

En la evolución del clima global, tras la transgresión flandiense, el máximo térmico (alrededor de 6.000 a.C.) hubo de suponer una elevación en el nivel medio del mar de entre 2 y 4 metros por encima del nivel actual. Ello provocaría un desplazamiento de la zona templada hacia el norte. El descubrimiento de restos de una civilización asentada en las Islas Británicas y datada en un período posterior así parece corroborarlo.



Figura 2.7: Círculo de Stonehenge (Fuente: Unicrhome of Bath)

Como períodos de alternancia de escala intermedia se han citado anteriormente los ciclos climáticos de los 1500 años. Analizando su evolución en el último período que podría situarse en el óptimo medieval, alrededor de 1100 d.C. con un continuado descenso de la temperatura (aún cuando se den alternancias de menor escala) y dando lugar a la denominada Pequeña Edad del Hielo y su mínimo absoluto (mínimo de Maunder), aproximadamente en 1.700 d.C., lo que supone aproximadamente la mitad del período de los 1.500 años. De repetirse la periodicidad de estos ciclos, la parte ascendente del período (con fluctuaciones de menor escala) nos llevaría temporalmente a los albores del siglo XXV.

Se ha de considerar la relación entre este elemento y su incidencia en el clima y con las zonas costeras, cuna del desarrollo de las civilizaciones a lo largo de la historia.

Con carácter previo al estudio de las alteraciones que se han ido produciendo en el nivel del mar y su incidencia sobre la evolución humana se definen las escalas temporales de trabajo. Puesto que el interés del mismo es relacionar la actividad humana y la evolución costera, haciendo un periplo histórico, las escalas que se utilizan son la escala media y la pequeña escala. Se deja

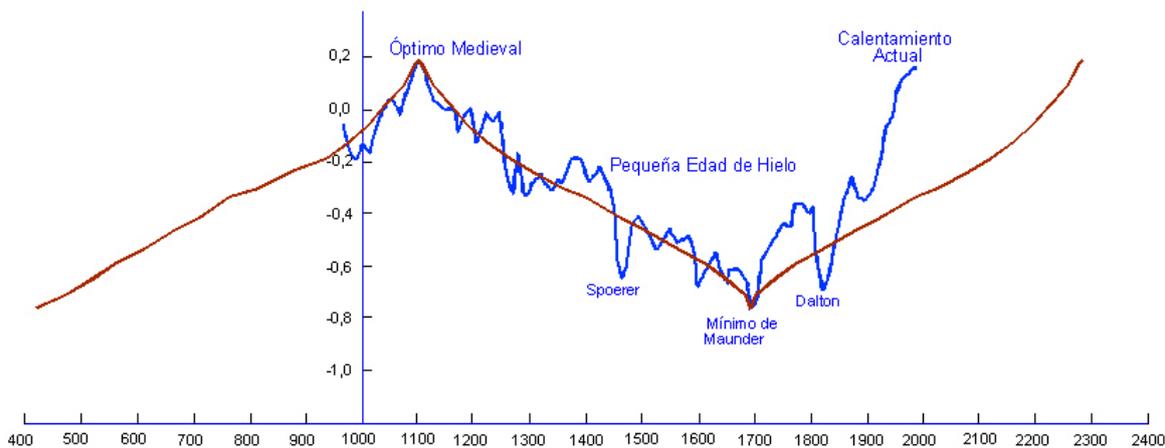


Figura 2.8: Aproximación a la evolución de los 1500 años

la gran escala para los estudiosos del geode y de los fenómenos isostáticos y eustáticos.

Estos procesos se analizan a partir de los datos climáticos de los últimos 10.000 años y la variabilidad histórica derivada de ella. Se identifican pulsaciones climáticas del orden de 1500 años, 100 años, 14 años

2.3.4. Los últimos 150 años y el pronóstico

Durante los últimos 150 años los datos de indicadores de marea han sido utilizados profusamente para discernir la tendencia del nivel del mar, apoyados como se ha mencionado anteriormente en estudios históricos, arqueológicos, (geodetic) y paleo - ecológicos (Carter, R.W.G., 1999). Claro está que las variaciones de las mareas no es un indicador infalible, dados: en primer lugar, el ámbito local de la medición y, en segundo, en las diferencias en los métodos de recolección y análisis de datos; sirvan de ejemplo las observaciones visuales. Las mediciones vía satélite restan imprecisión. Pese a todo, la mayoría de los estudios sobre cálculo del nivel medio del mar (Gutemberg, B., 1941; Emery, 1980; Gornitz et al., 1982; Barnett, 1983; Pirazzoli, P.A., 1986), coinciden en que el nivel del mar ha subido a lo largo de los últimos 100 años. No se ponen sin embargo de acuerdo en la tasa de crecimiento. Diferencias en cuanto al número de estaciones de medición, a la distinta densidad en las distintas zonas y países, distorsiones en la tendencia eustática provocadas por continuos efectos isostáticos, e inestabilidades tectónicas provocan alteraciones de gran calibre. Hay, no obstante, algunas evidencias de que el incremento del nivel del mar se ha acelerado en los últimos 80-100 años. (Mörner, N-A., 1973) dedujo en su curva eustática para el norte de Europa, una inflexión aguda después de 1870-1890 que encaja con un movimiento general hacia el calentamiento después de un enfriamiento en la mitad del siglo XIX. Posteriormente (Emery, 1980) comentó un giro repentino en las medidas de las subidas a partir de 1970, de 3 a 14 mm al año, al que atribuyó el incremento de emisiones de CO₂.

Las estimaciones actuales utilizan modelos matemáticos basados en análisis de series históricas de datos climáticos que, en el mejor de los casos, abarcan sólo 100 años. También se han utilizado estudios paleo-climáticos con técnicas de datación basadas en isótopos de carbono, aplicadas a conchas de moluscos recogidas en costas levantadas, junto con los modelos basados en datos climáticos, para hacer una doble comparación. El objetivo perseguido es intentar una reconstrucción que tenga también en cuenta las fluctuaciones naturales, frente a las posibles variaciones causadas por las actividades humanas. Para la cuenca mediterránea se ha realizado

un estudio de éste tipo que ofrece una buena base para la elaboración de escenarios futuros a corto plazo (2100) ((Alessio M. et al., 1998; Antonioli, 2004)). Los datos indican una disminución significativa de la velocidad de elevación del nivel del mar al final del Holoceno, de 12-15 cm. en los últimos 100 años (Pirazzoli P.A., 1991). Se considera que la influencia humana en el cambio climático es capaz de duplicar esa velocidad. Para 2100 investigaciones recientes sitúan el escenario de elevación del mar en un rango de 12 a 30 cm. (AEMA, 2000), que es compatible con el rango inferior de la previsión del IPCC de 20 cm. (2001) (figura: 2.9) y con los modelos más recientes basados en las velocidades de fusión de los glaciares, que prevén una elevación del nivel del mar entre 9 y 30 cm. para el año 2100 (Gregory y Oerlemans, 1998). Otros estudios indican que el nivel del mar ha subido entre 10 y 15 cm durante el pasado siglo, previendo los investigadores un significativo aumento en próximos años, de 25 a 75 cm. en el año 2100 (Mahlman J.D., 1997).

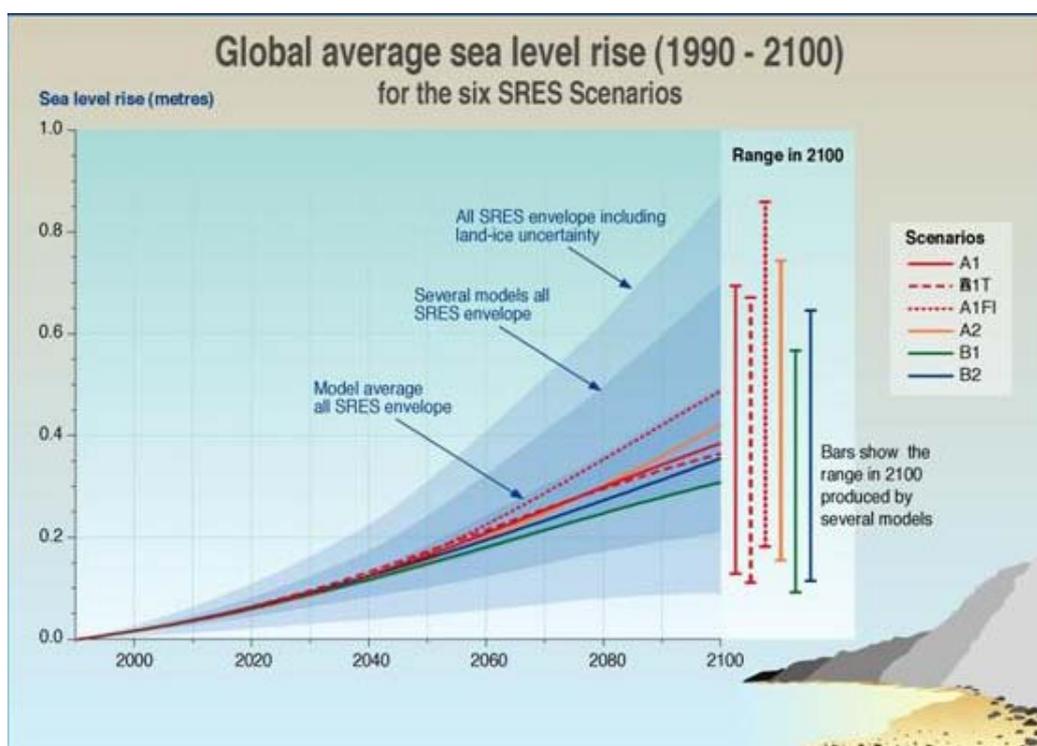


Figura 2.9: Escenarios de incremento del nivel medio del mar (IPCC, 2001))

2.4. Evolución del Clima y los Procesos Socio-Económicos. Una Aproximación

El clima a lo largo de la historia ha sido un condicionante de primer orden en cuanto a la evolución de la vida sobre el planeta. Algunas teorías atribuyen a condiciones climáticas la desaparición del hombre de Neandertal, más corpulento y con mayores necesidades de alimentación que el hombre de Cromañón. Las oscilaciones climáticas han influido en el comportamiento de las sucesivas culturas. Se puede conjeturar que una civilización se desarrolla siempre que tenga control sobre las cosechas anuales durante un período de tiempo suficiente y su crecimiento es función del territorio que logre dominar. Es evidente que el auge o declive no puede ser atribuido en exclusiva a este hecho.

Son muchos los elementos, unos azarosos y otros determinados que puede considerarse que influyen. La sustitución de los visigodos en la península por los árabes, por ejemplo, puede deberse a cuestiones de orden interno, cual son la inestabilidad política o social o la falta de cohesión dominante durante un período suficiente, también puede deberse a fenómenos sociológicos como son el nacimiento y expansión de una nueva religión, su aceptación por un amplio sector de población y la consiguiente irradiación por territorios más desestructurados.

Pero no deja de ser cierto que existe una cierta correlación lineal entre el clima, el sustento y la capacidad de producir sistemas autoorganizados que son capaces de considerar la experimentación y la retroalimentación como elementos de conocimiento y perfeccionamiento. La consecución de la cosecha facilitaba el desarrollo de una parte de la población dedicada a otras tareas, con lo que la organización se volvía más compleja y provocaba “estrés” social, incremento de la necesidad de posesión y la existencia de guerras y conquistas para conseguirlo, la extensión de los dominios y el control de ríos y costas. Alcanzado un determinado nivel surgen otro tipo de manifestaciones como son las culturales.

La actuación del ser humano inicialmente no modifica el clima. Si desertiza. El proceso provoca un bucle que se retroalimenta: al desertizarse un terreno se cambian las características del mismo, se cambia el albedo o el balance energético entre la energía luminosa que difunde por reflexión una superficie y la energía incidente, con lo que puede modificarse la humedad relativa de la atmósfera y terminar alterando el ciclo hidrológico. El anterior conjunto de mensajes provoca que la atmósfera mantenga la zona como desierto.

Como sistema autoorganizado, el incremento de la capacidad de explotación y de alteración tradicionalmente ha provocado el incremento de la población y por tanto una intensificación de la evolución, llegando en algunos casos al agotamiento, lo que invertía el ciclo hacia la disminución o desaparición de la cosecha anual, lo que llevaba aparejada una disminución dramática de la población, la consiguiente disminución capacidad agrícola y, simultáneamente, de la capacidad de alteración, con lo que el sistema tendía a reequilibrarse dándose inicio a un proceso de regeneración.

Muchos de los cambios que se han producido han sido acelerados por actividades humanas en ambos medios del sistema litoral: terrestre y marítimo. La deforestación masiva (la España Renacentista y la España de la Desamortización) provocó fenómenos locales respecto al clima y a la pérdida de calidad de los terrenos. Además junto con la agricultura intensiva, fenómeno mucho más reciente que aprovechaba precisamente las llanuras aluviales generadas por los sedimentos de la deforestación, supuso el aporte de grandes cantidades de sedimentos al mar. La construcción de diques posteriormente ha cortado o impedido en determinados lugares la llegada de los sedimentos aportados por los ríos.

La incidencia del clima ha de relacionarse en cuanto a la elección de la ubicación de los asentamientos en los lugares más propicios con las oscilaciones del nivel medio del mar, por ser la costa un elemento de vital importancia a controlar como elemento de salida al exterior (rutas comerciales marinas) como de frontera y defensa frente a las incursiones del exterior. Existe una bibliografía muy extensa acerca de los cambios en el nivel del mar. Su tratamiento se ha efectuado desde puntos de vista geofísicos, geomorfológicos, paleo-ecológicos, la mayor parte de los cuales han sido descriptivos de las variaciones del nivel medio del mar.

El enfoque que se plantea en este apartado es el de analizar las variaciones, que evidentemente afectan a los cambios en la línea de costa y sus efectos, como son las alteraciones en cuanto a erosión de acantilados, generación de dunas, etc. Pero enfatizando las alteraciones climáticas que provoca y cómo dichas alteraciones en el clima, unidas a la evolución de la línea de costa, inciden en los procesos históricos de asentamiento y dominio de las distintas civilizaciones.

En este trabajo se establece una correlación entre la variabilidad térmica del planeta, la variabilidad del nivel medio del mar, y la localización de los grandes imperios y civilizaciones hasta bien entrado el siglo XIX. Se hace especial incidencia de la relación con respecto a las civilizaciones mediterráneas. No obstante, ha de tenerse en cuenta que fenómenos parecidos se dan en otros continentes. En el asiático, el desarrollo de las civilizaciones de los valles del Indo (Harappa y Mohenjo - Daro) y del Yang Tse (China). En el americano, las culturas Maya en Mesoamérica, prácticamente desaparecida cuando llegaron los españoles, y la cultura Azteca, en pleno apogeo más al norte de la anterior. En el sur de dicho continente la cultura Inca.

El que la proliferación se produjera de forma predominante en el hemisferio norte se relaciona con el hecho de que la mayoría de las tierras emergidas (39'3 % frente a 19'1 %) se encuentran en dicho hemisferio. Por lo que al porcentaje de terreno situado en las zonas templadas la diferencia es aún mayor.

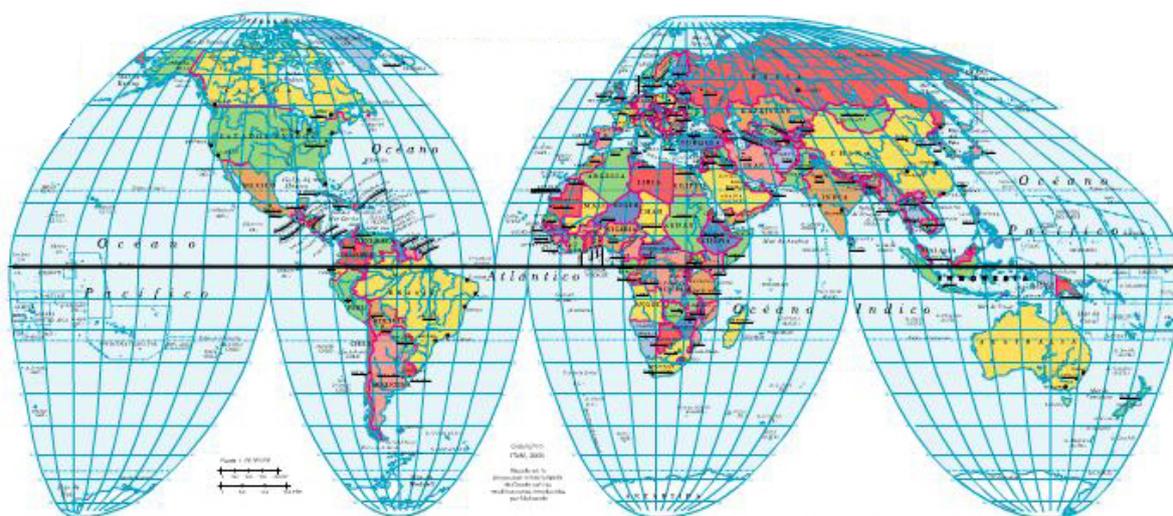


Figura 2.10: Diferencia entre las tierras emergidas entre los hemisferios norte y sur (Fuente: modificado de Mapamundi)

El clima es en definitiva un motor. En relación con la actividad humana al principio las manifestaciones fueron lentas, así como la capacidad de actuación. El rompimiento que supone la revolución industrial acelera el proceso hasta lo que se puede denominar crecimiento indefinido.

2.4.1. De la Revolución Agrícola a la Revolución Industrial

En la evolución histórica de las primeras civilizaciones y asentamientos humanos se distinguen tres fases: Paleolítico (desde hace 500.000 años hasta 10.000 a.C., Mesolítico (10.000 a. C. a 5.000 a. C.) y Neolítico (5.000 a. C. a 3.500 a. C.). Estas conducen a una cuarta fase, la Edad del Bronce que se inicia entre 3.500 y 3.000 a. C. y dura unos 2.000 años, período durante el que se desarrollan plenamente las distintas grandes civilizaciones urbanas (Morris, A.E.J., 1984).

Cada una de esas fases comportó en el ámbito económico innovaciones radicales, y realmente revolucionarias, en los métodos por los cuales las sociedades más progresistas aseguran su subsistencia y cada una de ellas dio lugar a tales aumentos de población que, de disponer de estadísticas fiables, a cada una le correspondería un notable salto en la curva demográfica (Childe, V.G., 1942). Habría además que analizar las condiciones que hicieron posibles dichas innova-

ciones revolucionarias y que no son sino las condiciones ambientales y de clima que permitían una vida más allá de la subsistencia.

Con carácter general en la evolución de la humanidad pueden citarse dos hechos concretos que han influido sobremanera en su desarrollo:

El primero fue la revolución de la agricultura y de la ganadería. El dominio de ambos medios permitió que una parte importante de la población no tuviese que dedicarse a tareas relacionadas con la mera subsistencia, y por otra parte que se produjeran asentamientos que tuvieron carácter permanente, es el origen de las ciudades como comunidades de considerable magnitud y elevada densidad de población que albergan en su seno a una gran variedad de individuos especializados en tareas no agrícolas, incluyendo entre estos a una elite culta (Sjoberg) definición que incluye los siguientes requisitos, para que se den desarrollos urbanos (Morris, A.E.J., 1984):

1. La producción de un excedente almacenable de alimentos y otras materias primas que mantienen las actividades de los individuos especializados.
2. La existencia de alguna forma de escritura, sin lo cual no se puede establecer un registro permanente de los acontecimientos ni el desarrollo del conocimiento y las ciencias.
3. El desarrollo de formas de organización social y, por último
4. Una capacidad tecnológica que proporcione medios de transporte y mejore los utensilios.

Es esta capacidad tecnológica precisamente el determinante de la segunda gran revolución de la humanidad.

En principio, la capacidad de alterar el medio dependía de la fuerza de trabajo. La principales manifestaciones de esta la constituyeron las fuerzas humana y animal. En estadios posteriores el uso de flujos ambientales como las vías de agua o las corrientes de viento fueron utilizados para incrementar la fuerza necesaria para producir y transportar. Aún así la limitación era grande y las posibilidades de transformación se limitaban a ámbitos locales o regionales. 1775 y el descubrimiento de la máquina de vapor estableció el punto de inflexión en el uso de la energía. Desde ese momento la posibilidad de generar energía no tiene más límite que el medio. El ser humano puede, si lo desea, utilizar todos los combustibles existentes en el planeta, (se puede quemar toda la madera, se puede utilizar todo el carbón y recientemente todo el petróleo, hasta el agotamiento) en la producción de energía. Energía a utilizar en la producción de bienes, en el transporte de dichos bienes y en la consecución de comodidades para el ser humano. El descubrimiento de la energía nuclear multiplica esas posibilidades. La evolución ha sido vertiginosa, alrededor de 230 años desde su descubrimiento, y el proceso de generalización se ha extendido por todo el “globo” terráqueo dando lugar al término que lo define: globalización.

2.4.2. Clima y desarrollo de las civilizaciones

No obstante, para mejor comprender el desarrollo en el tiempo y en el espacio del medio socio-económico, se ha de analizar la incidencia que históricamente ha tenido el clima como factor limitante. Resulta evidente que un solo factor no puede considerarse como el determinante único de cualquier evolución. Sin embargo algo tan importante, relacionado con el clima, como es el aseguramiento de las cosechas, fue vital en fenómenos relacionados con determinados hechos como el que las invasiones “Bárbaras” y de los Hunos se correspondieran con un enfriamiento de la zona norte y la necesidad de conquistar territorios más templados que las garantizaran. Algo similar puede decirse de la Pequeña Edad del Hielo y el período Medieval.

Las expectativas del ser humano para asentarse en un territorio dependían de su capacidad de adaptación, pero en mayor medida aún dependían de las posibilidades que le ofreciera dicho territorio. A partir de ahí la capacidad tecnológica determinaba el grado de explotación de los recursos y el grado de desarrollo de la población que de ellos se aprovechaba. Las alteraciones que pudieran producirse eran relativas y en cualquier caso estaban supeditadas a la reacción provocada por la evolución del sistema.

El medio era el condicionante y la actividad humana el condicionado. Si se piensa por ejemplo en procesos agrícolas sobre terrenos aluviales, éstos dependían del regadío, que inicialmente tuvo formas de explotación muy rudimentarias, y limitadas además a áreas concretas. Civilizaciones como la egipcia o las ciudades de Harappa en la India crecieron vinculadas a grandes cauces fluviales. Las inundaciones naturales del Nilo y del Indo permitieron, probablemente mediante el simple control de las aguas, la sucesiva fundación de comunidades relativamente grandes. El proceso comenzó en el sexto milenio a.C. y tuvo su apogeo hacia el tercero.

En la etapa de máxima expansión del Imperio Romano la capacidad de transformación y por tanto de alteración fue mucho mayor, pero teniendo en cuenta que según los cálculos, la población de Roma en el siglo II d.C. en pleno auge del imperio, es de aproximadamente 1.200.000 habitantes (Carcopino), la importación de elementos tales como vino, aceite, cereales, plomo, alfarería, mármol, etc. no pudo provocar grandes alteraciones a nivel regional.

Los procesos de interacción disminuyeron drásticamente tras su caída y no se recuperarían hasta algunos siglos después cuando la población creció rápidamente. Con ella crecieron las ciudades. El motor fue el resurgimiento del comercio a partir del siglo X. Formas de regulación, tan dramáticas como la Peste Negra que asoló a toda Europa entre 1348 y 1378, no supusieron más que un revés transitorio a este crecimiento. De alguna forma corroboraba la preponderancia del medio sobre el hombre.

Aunque su introducción en Europa se atribuye a contactos comerciales con Asia (la mortandad allí fue del 60 al 90 %) a través de vías marítimas, para que dicha plaga se produjera el hacinamiento y la falta de higiene fueron los condicionantes espaciales. Si a ellos se añade un período de considerable enfriamiento del clima, sus consecuencias fueron catastróficas: la agricultura del viñedo y del trigo que se daban en el centro de Europa, hubieron de ser abandonadas, provocando intensas hambrunas. Además de frío el período tuvo que ser húmedo; la pulga que propaga la enfermedad necesita una humedad del 90 % con lo que por último, además de las lluvias, la orografía del terreno, con zonas llanas donde se estancaban las aguas también contribuyó. Puede asegurarse en definitiva que el medio influyó sobremanera.

La expansión del comercio hacia el oriente durante el Renacimiento supuso la extensión a nivel global de un sistema hasta ese momento de ámbito regional. Este sistema global se ampliaría hacia el occidente con el descubrimiento de América.

Relacionado con el clima, la variación media del nivel del mar ha sido determinante en la ubicación física y en el devenir de dichas civilizaciones. Analizadas en detalle las fases que se han producido a partir del fin de la era Paleolítica, si se relacionan con el nivel medio del mar se obtienen los siguientes resultados:

1. Los primeros imperios: Mediterráneo Sur

Hacia el 15.000 a. P. o Edad del Hielo, los casquetes polares, como se ha mencionado anteriormente, tenían una dimensión tres veces superior a la actual (figura: 2.11), con lo que la zona templada, ideal para el desarrollo de la vida habría de situarse al sur del Desierto del Sahara. Allí fue donde se dieron condiciones que permitieron el inicio de la rápida evolución del ser humano.

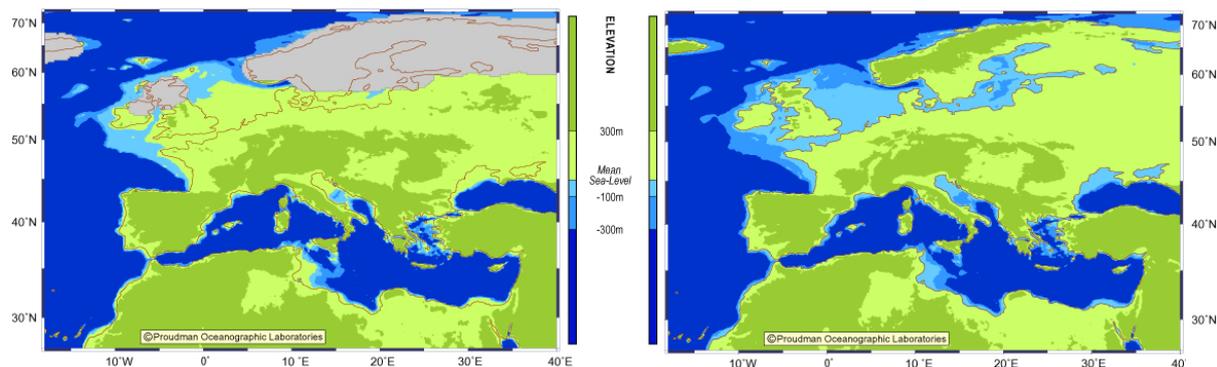


Figura 2.11: Evolución del casquete del polo Norte en los períodos 15.000 y 1.000 a.P. (Fuente: Proudman Oceanographic Laboratories)

El retroceso progresivo y constante de esos hielos en una recta de pendiente prácticamente uniforme hasta aproximadamente el 8000 a. P. hizo subir el nivel del mar desde los -100 m hasta los -15 m (en relación con el nivel actual). En esta época se considera que el Sahara se convierte en el desierto actualmente conocido. Hacia el norte del mismo se desplazó la zona templada, permitiendo el desarrollo de las primeras civilizaciones: en el sur de Mesopotamia, en Egipto, en el Valle del Indo. Son las dos primeras las denominadas culturas “muertas”, a partir de las cuales se desarrolló la civilización occidental.

El calentamiento rápido se estabilizó, de forma aún no explicada, hacia el 6000 a. P. Como puede observarse en la figura 2.12, la pendiente de la recta que representa la evolución del nivel medio del mar a lo largo del tiempo, se acepta que sufrió una disminución drástica hasta llegar al presente. A partir de ese momento las fluctuaciones que pueden observarse son de menor escala, y han de ser analizadas en períodos de tiempo significativamente menores.

2. El Mediterráneo Norte

Es la escala en la que la relación entre el ser humano y el medio marino va adquiriendo entidad, por lo que debe estudiarse detenidamente, desde la óptica de las diferentes actividades y la relación entre ambos elementos.

Procedentes del golfo pérsico o Arabia, los fenicios (entre el 5000 y el 4000 a. P.) emigraron hacia el norte y se establecieron en las costas septentrionales sirio libanesas, ocupando una estrecha franja costera aislada del continente por una cadena montañosa. Las características orográficas del territorio que ocupaban les obligaron a abrirse hacia el mar. En palabras de Herodoto los fenicios fueron un “pueblo botado al mar por su orografía”. Debido a sus condiciones climáticas y medioambientales los actuales montes del Líbano estaban entonces cubiertos de bosques de cedro, y fue esa madera la que utilizaron en la construcción de navíos. Expandieron su influencia por todo el Mediterráneo y fundaron colonias en las islas del centro y por toda la costa del norte del continente africano (figura: 2.13).

Un leve desplazamiento de los hielos hacia el norte sitúa el nivel del mar aproximadamente en la cota -2,5, y la zona templada en el norte de África, dando como resultado el desarrollo de la civilización griega (alrededor de 2.000 a. P.). El estudio de los períodos fundamentales de su desarrollo, indican un desplazamiento hacia el norte. Se inicia en la isla Creta (Cultura Minoica, 2000 a. P.), en pleno corazón del Mediterráneo, y constituye la primera civilización netamente europea. Posteriormente Micenas, 1400 a. P. y por último el poder Dorio, con tres siglos de guerras continuadas llevan hasta el siglo X a. P. en que se inicia la Grecia Clásica

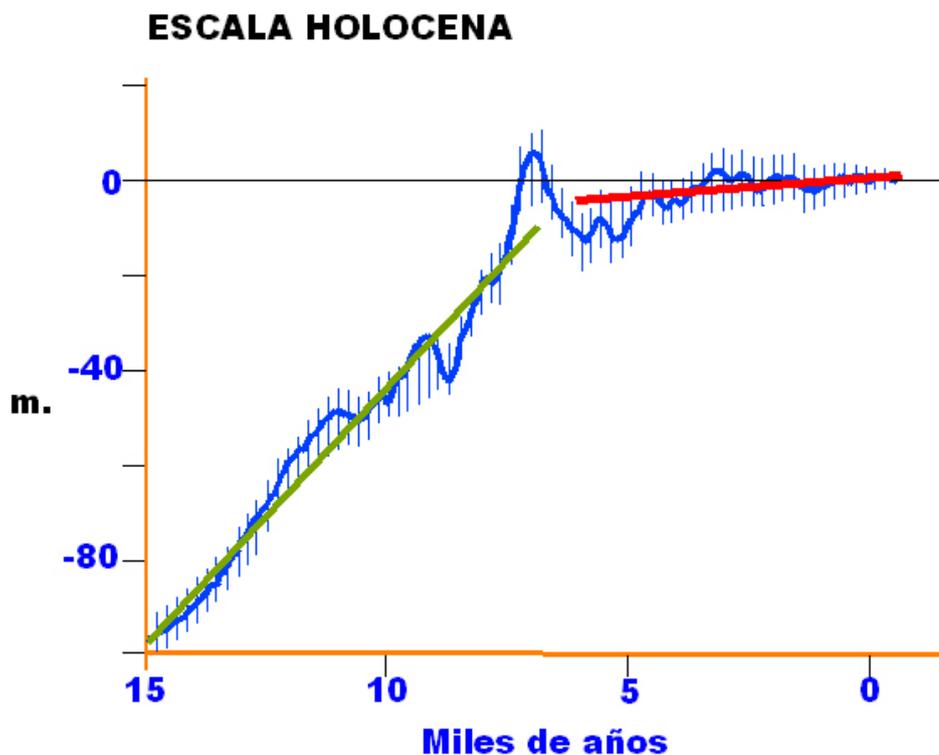


Figura 2.12: Rectas de variación del nivel medio del mar durante el Holoceno

que da lugar hacia el 750 a. P. a la Cultura Urbana, peninsular y continental propiamente dicha. Por último entre finales del siglo V a. C. y finales del siglo IV a. C., coincidiendo con el período de mayor bonanza climática, se da en Grecia una de las sociedades más civilizadas que ha existido hasta ahora.

En su expansión por el mediterráneo, hacia el año 1200 a.C. los fenicios alcanzaron su cenit como civilización. Alrededor del año 1000 a.C. llegaron al sur de la península ibérica y se establecieron igualmente. De entre los asentamientos descubiertos por los arqueólogos, por el Atlántico, la más importante fue Gadez (Cádiz), la ciudad más antigua de Europa. Pero la ciudad emblemática que dio nombre al imperio fue Cartago. Fundada alrededor de 810 a.C. estaba emplazada en el extremo Nordeste del Magreb, en el golfo mediterráneo de Túnez, en la costa oriental de la península que limita al Norte con la laguna SebKha-er-Ruan y al sur, con el lago Túnez. De situación geográfica inmejorable, elevada en el extremo de un promontorio que se avanza entre la cuenca oriental y occidental del mediterráneo, dominaba las dos partes de este mar, en el lugar donde la costa africana está más cerca de Europa, su posición geoestratégica fue muy ventajosa para el comercio y el dominio político.

La actividad comercial de los fenicios se vio cercenada con la toma por Alejandro de la ciudad de Tiro, en 332 a.C. en el oriente y con la caída de Cartago a manos de los romanos en el 146 a. C. El continuado retroceso de los hielos hacia el norte desplaza con ellos la zona templada hacia el norte de la cuenca Mediterránea. Es el período de desarrollo de las civilizaciones romana. La fundación de la ciudad de Roma data, según la leyenda, del 753 a.C. La historia subsiguiente suele dividirse en tres períodos: la monarquía, 753-510 a.C.; la

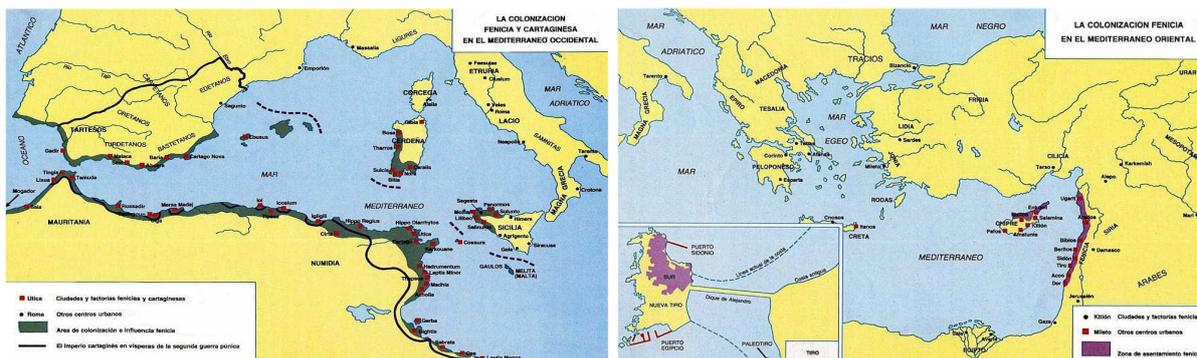


Figura 2.13: Los Fenicios, su expansión por el Mediterráneo (Fuente: Orígenes del hombre. Vol I, II, 1995)

República, 509-27 a.C. y el Imperio, 27 a.C. al 330 d.C. (Morris, A.E.J., 1984). De todo este período, el resultado de las Guerras Púnicas, contra los cartagineses 246 a 146 a.C. decidió que Roma se convertiría en una potencia mundial, extendiendo sus fronteras durante los 300 años siguientes hasta el reinado del Emperador Trajano (98-117 d.C.) (figura: 2.15), en que al conquistar Mesopotamia y Asiria, la frontera quedó definida por el Tigris en lugar del Eufrates. A partir de ese momento su extensión comenzó un período de continuada contracción.

3. Retorno al Mediterráneo Sur

No obstante, como puede observarse en la figura en ambos períodos, esto es en el de crecimiento rápido, como en el de crecimiento estabilizado, se puede hacer un cambio de escala y observar alteraciones o fluctuaciones de menor duración en el tiempo. Para el primero de los períodos el ámbito es el de los estudiosos de los procesos geológicos. Para el segundo de los períodos mencionados, esto es aquel en que se considera que el nivel del mar es prácticamente el actual pueden obtenerse diferentes fases que se relacionan con los asentamientos humanos y la evolución de las civilizaciones:

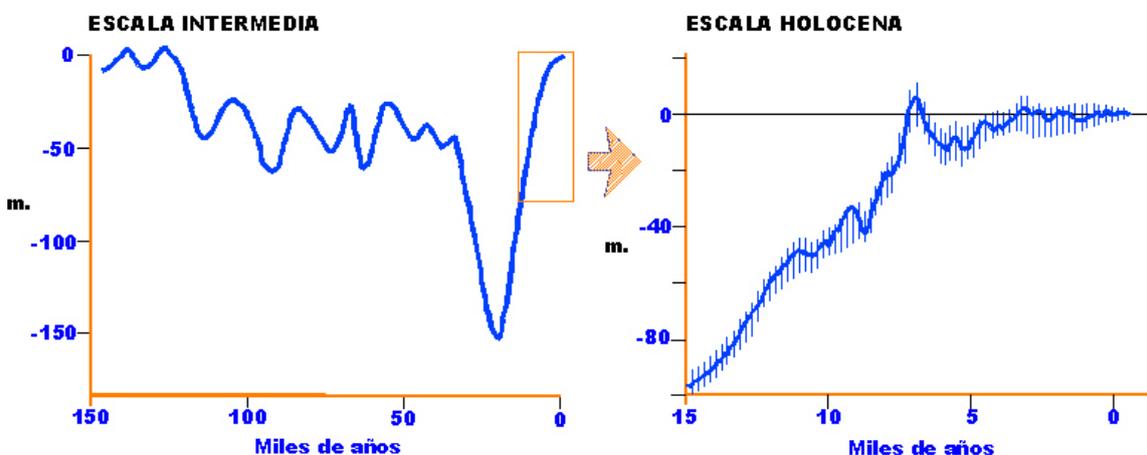


Figura 2.14: Evolución en el medio y corto plazo del nivel medio del mar

En las postrimerías del siglo III, parece que se produjo un enfriamiento de la zona norte de Europa, y Asia. Se atribuyen las migraciones de los pueblos bárbaros de las estepas siberianas hasta el interior del imperio romano a un recrudecimiento de las condiciones climáticas de la región. Por lo que a Europa se refiere coincide con el inicio de la bajada de los pueblos bárbaros hacia el sur hecho que provocará entre otras la caída del Imperio Romano, totalmente debilitado. Los godos invadieron la Germania Oriental, Transilvania, Iliria, llegando en Grecia hasta Atenas y Esparta. Los allamanes, que aparecen hacia 210 d.C. se abren paso hasta Galia e Italia, llegando incluso a las puertas de Roma.

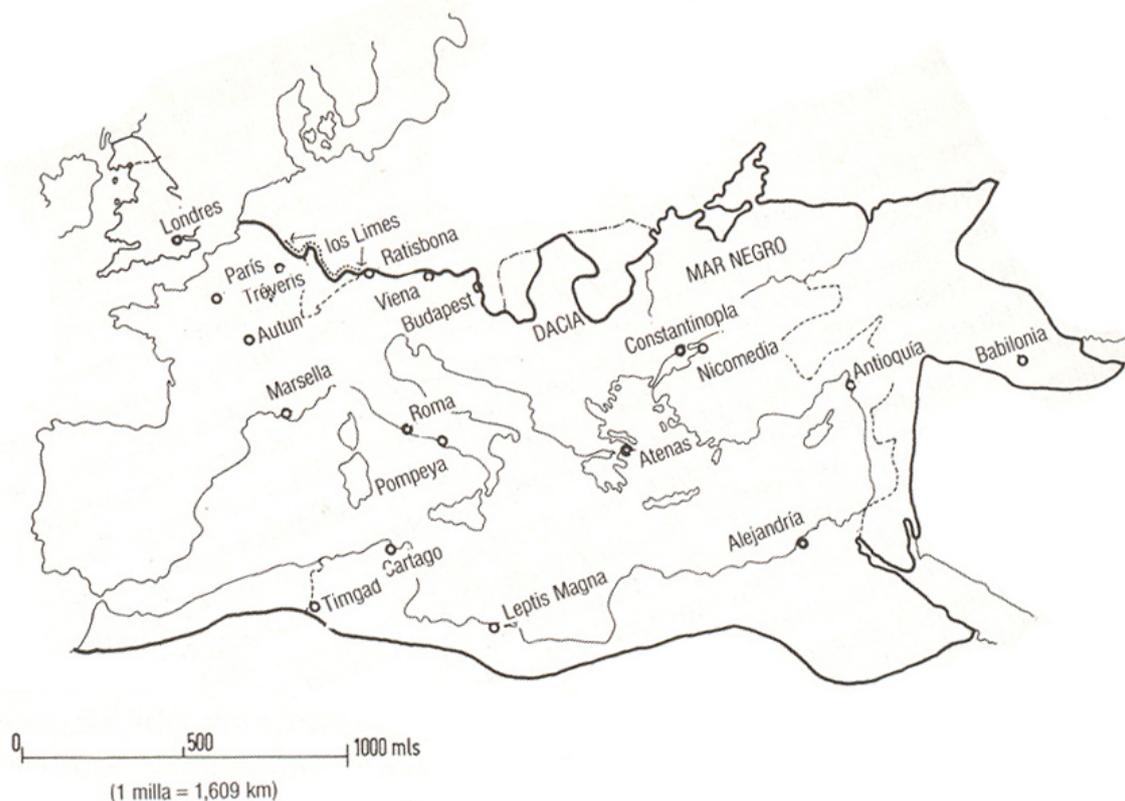


Figura 2.15: Máxima extensión del Imperio Romano. ¿Máxima extensión de la zona templada?

Hacia finales del siglo V los ostrogodos se libraron del dominio huno y siguieron a sus congéneres, los visigodos, hasta Italia, entrando en el 448 bajo las órdenes de Teodorico y completando su conquista en el 493.

Una nueva alteración en el equilibrio del nivel del mar, un aumento del frío y de los hielos supuso el descenso de la zona denominada templada de nuevo hacia las riberas del sur de la cuenca Mediterránea. Todo el norte de África debió ser una zona templada y fértil. A menor escala se puede considerar una oscilación de sentido contrario, a lo que había sido habitual de retroceso de los hielos a escala intermedia. En el año 622 la huida del Profeta Mahoma desde la Meca a Yatrib, marca el inicio de la era musulmana. En expansión vertiginosa por el norte de África, conquistaron Ctesifón (637) y Alejandría (642). En 711 inician sus incursiones en la península ibérica a través del río Guadalete. Los extremos opuestos por el norte fueron tomados en un breve plazo: en 713 fue tomada Barcelona y Lugo en 714.

Esta rápida expansión coincide con el período climático que se ha dado en denominar Pequeño Óptimo Climático. En Europa por el contrario la vida urbana decae hasta llegar

a su punto más bajo a finales del siglo IX, se interrumpe el comercio y la economía de intercambio es sustituida por una economía de consumo y subsistencia. Por el contrario las ciudades más florecientes de la época, cultural, económica y políticamente, se sitúan en el sur de la península ibérica (Córdoba) y en Siria (Damasco). Este intervalo cálido llega hasta aproximadamente 1200 d.C. en el que con un frío relativo se inicia lo que se denomina como enfriamiento medieval.

El siglo XIII, marcó el inicio de una época de frío que se conoce como Pequeña Edad del Hielo. Es en este contexto en el que se produce el resurgimiento de la civilización clásica con la aparición del Renacimiento en Italia. Una nueva fluctuación hacia el sur supone el desarrollo del Imperio Español. Los distintos reinos peninsulares se fueron uniendo hasta 1492 en que el descubrimiento de América va a suponer el dominio ibérico a lo ancho del mundo.

4. Centroeuropa

El momento más frío de la Pequeña Edad de Hielo, conocido como Mínimo de Maunder se produce alrededor de 1650 y no supone sino una fluctuación en una escala de 400 años, de una tendencia de milenios, con lo que tras dicho paréntesis continúa el desplazamiento de la zona templada hacia el norte. La culminación del racionalismo renacentista da lugar en Francia al nacimiento de la Ilustración y al surgimiento del pensamiento científico. Finales del S. XVIII y el principio del XIX fueron los siglos de expansión francesa. 1789 y la Revolución Francesa inician este proceso, que será seguido rápidamente por un período denominado guerras napoleónicas, serie de guerras libradas con distintos países europeos desde 1799 hasta 1815. La derrota en la batalla de Waterloo, supuso el inicio del dominio británico.

A principios del XVII ciertas regiones de Europa habían acumulado concentraciones considerables de industria rural. En los años 60 de ese siglo se creó un término que describía este proceso: protoindustrialización. Aplicado a la industria textil, en 1733 se produce la invención de la lanzadera volante, que permitía hilar varios hilos a la vez, en lugar de uno sólo. En 1769 James Watt obtiene su patente de máquina de vapor, que aplicada a la lanzadera elimina el límite de la capacidad del esfuerzo humano o animal. A comienzos del siglo XIX Gran Bretaña se convierte en la gran productora y exportadora de estas máquinas iniciándose un fenómeno en el que la energía producida por máquinas, globalizará la producción a nivel mundial. La comercialización también fue afectada tras la aplicación de dicha tecnología al transporte marítimo y terrestre. En 1837 subió al trono la reina Victoria, en cuyo reinado el Imperio británico creció hasta incluir un cuarto de la población total mundial.

En 1840 se inicia un período climático denominado Cálido relativo, que es considerado como inicio del calentamiento actual.

Gran Bretaña lideró el proceso de Revolución Industrial, proceso en el que más gente comenzó a trabajar en las fábricas abandonando el medio rural y los campos, lo que dio lugar a la expansión en el crecimiento de las ciudades. En esa época denominada “Victoriana”, Londres se convirtió en la ciudad más grande del mundo. Este período se considera que marcó una inflexión en cuanto a demografía, urbanización y globalización de la producción que dura hasta nuestros días.

2.4.3. El inicio del modelo económico actual

Durante el siglo XIX Colonialismo e Imperialismo tuvieron un significado: fórmula clásica de dominio político y objetivos claramente mercantilistas (hay que dar salida a la producción). En cuanto a su explicación, teorías basadas en ambos elementos intentaron darle forma:

- La primera se basa en elementos puramente económicos como son la búsqueda de mercados, la obtención de materias primas, la inversión de capitales o factores de tipo demográfico (presión demográfica) y social.
- La segunda es una interpretación política e ideológica. Algunos historiadores como (Langer, W.L., 1935) o Winslow hablan de la gloria, el poder y el prestigio. Las preocupaciones geoestratégicas fueron también argumentos importantes, especialmente para el imperialismo británico, cuya empresa era el asegurarse las rutas marítimas y las zonas neurálgicas del mundo.

A partir de este período población, producción y comercio han experimentado un incremento tan fuerte, que interactúan con el medio a escala general. Ha de tenerse en cuenta que cuando se aplicó la invención de la máquina de vapor al transporte, el que se desarrolló inicialmente fue el transporte de mercancías más que el transporte de personas. No es sino hasta el siglo XX y el desarrollo del turismo cuando el transporte de personas, tanto público como privado, se generaliza.

El calentamiento en los últimos siglos y la revolución industrial

En ese sentido los Estados Unidos, a partir de su independencia y hasta 1830 tuvo un crecimiento continuo en todas las facetas de su economía. Prosperaron la industria textil y la industria metalúrgica, impulsada por el ferrocarril. La primera línea férrea se construye en los Estados Unidos en 1830, al mismo tiempo que en Inglaterra. Sin embargo la extensión en aquellos es tal que en 1850-60 existen ya 50.000 Km. de líneas. Comienza una auténtica revolución de los transportes. Aplicado el transporte a las mercancías, consistió en la exportación de los productos que se fabricaban en los países industrializados al resto del mundo. En el retorno se importaban alimentos y productos agrícolas de dichos países.

La población de los países industrializados fue migrando de las zonas urbanas hacia las zonas industriales y el porcentaje de la misma dedicado a la industria superó al de los dedicados a la agricultura. Hoy día el porcentaje de población dedicada a la agricultura en los denominados países del primer mundo tan sólo supera ligeramente el 10 %. La posibilidad de importar productos alimenticios del resto del mundo ha hecho que la incidencia del clima sobre las cosechas se haya superado, deslocalizando producción y consumo.

Precisamente en los últimos años del siglo XIX Estados Unidos se convirtió en el primer productor agrícola del mundo y situándose a la cabeza de la industria en los primeros años del XX. Mientras en Europa los últimos 30 años del siglo XIX son relativamente pacíficos, pero de una paz armada: tras dos crisis con Marruecos y dos balcánicas, estalla la Primera Guerra Mundial, que en su inicio se pensó que sería una corta, pero que se complicó por el fuerte incremento de la capacidad productiva en todos los aspectos: alimenticio, bélico

Tras su finalización comienza el ocaso de la influencia europea en el mundo. La Segunda Guerra Mundial transformó profundamente las relaciones entre las metrópolis y las colonias. La caída por último de la URSS y su influencia política y económica hace que los Estados Unidos devengan en primera potencia mundial. La génesis del proceso tuvo su inicio sin embargo en el dominio de la agricultura y del transporte durante un largo período.

Estado actual de los procesos del medio Socio-Económico

El proceso actual denominado “Globalización” comenzó con ese incremento de producción, comercio y población. En el elemento fundamental para la subsistencia; la agricultura y el abastec-

imiento de productos, las restricciones impuestas por las condiciones climáticas, aún siendo importantes, han sido de alguna forma dominadas. La globalización se considera como el inicio de la independencia del mundo agrícola con respecto a las condiciones climáticas.

Los patrones de comportamiento existentes a lo largo de siglos han cambiado. La capacidad de transferir alimentos entre países sin tener en cuenta la distancia que los separa, ha generado una dinámica nueva. Las posibilidades de consumo trascienden casi por completo las limitaciones de tipo estacional y climático. Ello ha provocado que los desequilibrios, que antes se tenían en cuenta con carácter local o en su caso regional hayan pasado a tener asimismo carácter global, en lo que a la utilización de los recursos se refiere. La posibilidad de provocar su agotamiento no depende del lugar de producción sino de la demanda para su consumo.

La producción de residuos y la pérdida de calidad ambiental siguen sin embargo teniendo carácter local o regional, con que habrá de pensarse en tasas de transferencia desde los lugares que se consume hacia los que produce.

El desarrollo tecnológico ha multiplicado la capacidad del ser humano de alterar el medio que le rodea. Inicialmente la industria fue ocupando los lugares privilegiados próximos a cauces fluviales, o próximos a la ribera de los mares como forma de facilitar la evacuación de residuos. El incremento de situaciones degradantes o nocivas para el medio físico con vertidos incontrolados y la pérdida general de calidad del sistema provocó que surgiera la idea de que había que establecer una contabilidad ambiental con respecto a la industria, bajo el paradigma de que “el que contamina paga”. Al menos en este sentido existe una cierta concienciación sobre lo que debe situarse en el haber y en el debe de la industria.

Pero la industrialización está estrechamente ligada con la urbanización, a su vez muy vinculada con el fuerte crecimiento de la población. Desde sus orígenes en Inglaterra la Revolución Industrial dio lugar a un paulatino pero inexorable éxodo de la población que vivía en zonas rurales hacia zonas urbanas. En 1750 menos del veinte por ciento de la población de Inglaterra vivía en ciudades. En 1900 menos del veinte por ciento seguía viviendo en el campo (Morris, A.E.J., 1984). Habría que preguntarse además qué población absoluta había en Inglaterra en cada uno de ambos períodos. En mayor medida aún, el crecimiento que se ha producido entre la última de las fechas y la actualidad, ya no en un lugar concreto sino a nivel mundial y en las áreas litorales en particular.

Análogamente a lo que se vio en el capítulo I en 1990 alrededor del 60 % de la población mundial se concentraba en la franja de los primeros 60 Km. de la zona costera y se calcula que en 2100 tal cifra será del 75 % aunque para entonces la estimación de la población mundial es de 11.000 millones de personas. En este sentido las zonas costeras han perdido parte de su importancia vinculadas a la bondad climática relacionada con la producción de alimentos, y sin embargo dicha climatología será una fuerza atractriz de tal calibre que se considera que promueve una nueva migración de población, esta vez relacionada con el clima y la calidad de vida.

Es fácil imaginar, sin necesidad de añadir una capacidad tecnológica desmedida, cual es el grado de alteración que en el medio natural puede producir tamaña población. El sistema socio-económico, imbuido por esos incrementos de la población, también se ha agigantado dando lugar a las multinacionales y sus producciones masivas. Los asentamientos no se producen ya en función de las variables físicas que los condicionaban, orografía, recursos hídricos, clima, etc. sino que se producen mayoritariamente en función de variables económicas, teniendo sin embargo como fuerza motora la búsqueda de la bonanza de un clima benigno, y la existencia de vías de transporte con mayores capacidades y facilidad para acceder a los distintos lugares y la capacidad para suministrar recursos que anteriormente estaban condicionados por la ubicación.

La edificación de segunda residencia y la relacionada con el turismo se ha convertido en

la principal fuerza conductora, provocando especulación sobre los terrenos, presiones sobre los lugares naturales y sobre los recursos, sobre todo el agua. Los gradientes con que se manifiesta han crecido exponencialmente; si hace unos años la capacidad de una gran empresa, provocaba impactos a medio plazo, 8-10 años, con las multinacionales los plazos se reducen a la mitad y la tendencia es a que se acentúen. No se ha establecido sin embargo en este sentido una “contabilidad” de sus efectos.

Surge por tanto la necesidad de conjugar el binomio calidad de vida que se atribuye al disfrute de los elementos anteriormente señalados con la posibilidad de mantener en el tiempo dicha utilización de los recursos que ofrece ese espacio privilegiado, sin provocar su agotamiento, lo que a su vez redundaría en su pérdida de valor y abandono.

Aplicación de las escalas a los usos y las actividades

Asociadas a actividades, y en concreto a la predominante en la actualidad, el Turismo; la actividad y uso turísticos vienen ligados, desde el punto de vista temporal, a la estacionalidad; el verano es la franja temporal en la que la demanda es máxima. En relación con dicha demanda el resto del año puede considerarse que apenas hay demanda o que esta es escasa. La escala temporal anual determina un aprovechamiento de algo más de $1/6$ de su capacidad incluidos los picos que suelen producirse en Semana Santa. Si la escala es hiperanual el crecimiento y el aprovechamiento son mayores, teniendo en cuenta el desplazamiento de actividades y población hacia los lugares costeros como forma de asentamiento y residencia permanente.

Desde el punto de vista espacial, y vinculado a la misma actividad, la franja que se determina es muy estrecha: la playa y sus alrededores. El uso turístico demanda proximidad a la playa. La playa es el máximo atractivo. No basta sino hacer el ejercicio de abstracción de imaginarse cualquiera de los lugares costeros conocidos sin sus playas, o el estado en que quedan estas tras la actuación de los temporales, e imaginar la pérdida tan importante de valor que el deterioro lleva aparejado de forma inherente. El desplazamiento permanente de actividades y población aumenta la franja de ocupación. En este caso la playa no es el principal atractivo y éste pasa a ser ocupado por las condiciones climáticas.

El proceso, más lento, de absorción y pérdida de calor por parte de la masa de agua, que calienta o enfría el medio a través de la brisa marina vuelve el clima más templado y más húmedo. Así pues el clima va a ser el motor que guíe los asentamientos y las actividades permanentes. La franja de hecho se extiende a lo que puede denominarse área de influencia climática del litoral. Ambos elementos físicos, clima y franja litoral tiene su reflejo en el sistema socio-económico. El porcentaje más alto de actividades de zonas litorales, en el caso de España, gira en torno al turismo. Existe por último otro medio, socio-económico en este caso, que influye asimismo en el medio físico: el turismo de la tercera edad, que también tiene demandas que influyen en las zonas litorales. El clima es como en el caso anterior el atractivo del litoral, pero en este caso no es necesario, circunscribirlo a la época estival, sino que abarca todo el período anual. Es más en esta época de mayor densidad, disminuye huyendo de las grandes aglomeraciones. Por otra parte es un turismo que huye de la franja litoral en sentido estricto. Desea la playa, para pasear, pero no es su principal objetivo. Contando con un clima benigno, tampoco circunscribe su residencia al entorno inmediato, sino que amplía la banda, a todas las zonas de influencia litoral.

Por otra parte han de tenerse en cuenta las vidas útiles de ambas formas de ocupación:

- En la primera de ellas la temporalización es a largo plazo, ya que el período para el que se estima es de unos 50 años.
- En la segunda el período es medio, con una estimación de alrededor de 20 años.

La demanda de servicios también varía:

- Para la primera forma de ocupación los servicios son estacionales con cargas muy fuertes para períodos muy cortos; restauración, actividades de ocio y cultura, y las instalaciones son usadas un plazo muy breve, aún cuando en muchos casos se mantienen el resto del año, tal como las infraestructuras que han de ser diseñadas para absorber estos picos aun cuando el resto del tiempo estén infrutilizadas.
- Para la segunda forma de ocupación los servicios mantienen una carga menor pero consistente. Mientras que disminuye la necesidad de servicios relacionados con la restauración, aumentan los relacionados con el consumo cotidiano, la sanidad y la salud y el cuidado de estos pacientes.

2.5. Los tres últimos ciclos socioeconómicos y la prognosis. Relación con el medio físico

De la información que existe acerca de la evolución de los procesos del medio socioeconómico se ha de resaltar la disminución progresiva de las escalas en las que se han ido desarrollando. Tomando como referencia las civilizaciones del mundo clásico, por ser aquellas de las que mayor información se posee, en concreto el Imperio Romano puede ser buen ejemplo, el análisis y las observaciones que se hacen tienen visión de conjunto, esto es se utiliza la escala a largo plazo (750-1000 años), que coincide con una de las escalas de evolución del medio físico.

Resumir un período tan largo es un ejercicio que simplifica la percepción de los procesos. Reduciendo la escala se perciben con mayor nitidez alteraciones de ciclo más corto. Las peripecias ocurridas en su fase inicial y de extensión por la península itálica supusieron un período relativamente rápido que posteriormente sufriría fluctuaciones al alza y momentos bajos como la llegada de Aníbal a las puertas de Roma, para a partir de la derrota de los cartagineses sufrir una evolución vertiginosa. Se puede concluir que no toda su historia fue “imperial” suponiendo su ocaso una nueva inflexión de ciclo mayor al que vulgarmente se le asigna.

Un análisis similar puede realizarse en los diferentes órdenes relacionados con el imperio cual pueden ser la arquitectura y el crecimiento de las ciudades, la ingeniería y generación y la extensión de infraestructuras, la organización social y económica que mantenía unidos todos los extremos. En todos los órdenes de dicha civilización pueden encontrarse cambios de ciclo y alteraciones de escala diversa.

Por lo que a la era moderna se refiere las escalas se han acortado considerablemente. Así desde la constitución de los estados-nación en España en 1492 pueden citarse a grandes rasgos:

- El Imperio Español que tuvo una duración de aproximadamente 250 años.
- El Imperio Francés duró en conjunto alrededor de 75 años.
- Los Imperios Británico (figura: 2.16) y Austro-Húngaro unos 50 años y
- Los Estados Unidos desde la finalización de la Segunda Guerra Mundial, si bien en la primera fase su dominio coexistió pugnando con la Unión Soviética.

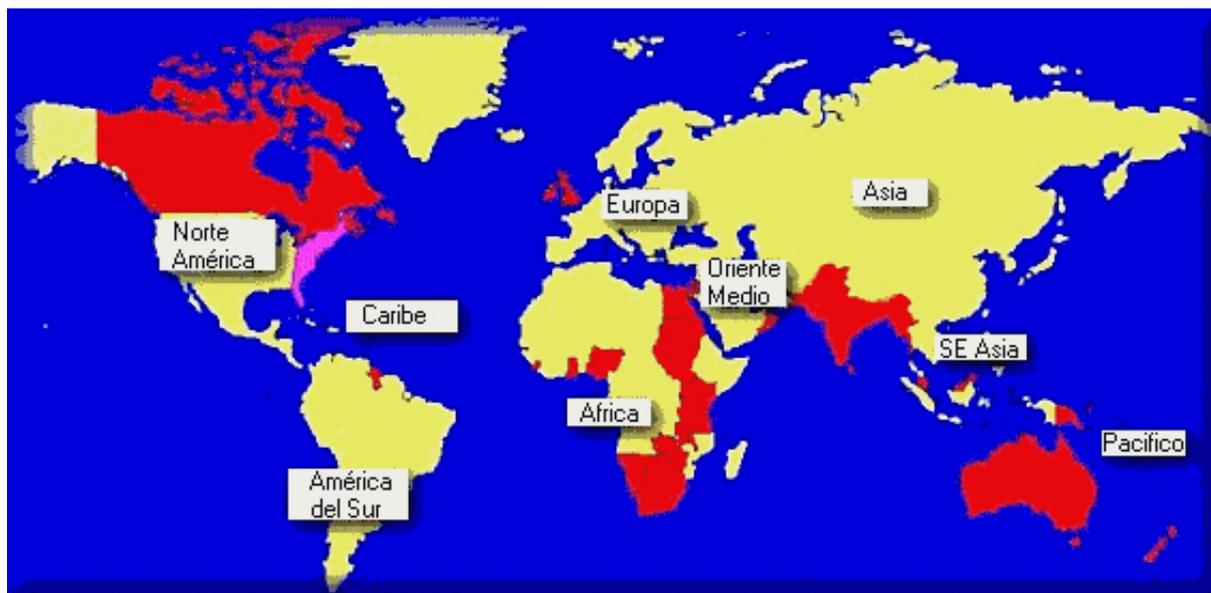


Figura 2.16: Extensión del Imperio Británico

2.6. Evolución del perfil de playa como respuesta a los cambios climáticos

La Gestión Integrada de Zonas Costeras, suele centrarse en el análisis de los procesos en el corto y medio plazo y responde, como se ha visto a lo largo del Capítulo 1, a necesidades planteadas en los mismos. No obstante en la actualidad se sabe que los procesos a largo plazo son también muy importantes. Concretamente por lo que a las áreas litorales se refiere, la variación del nivel medio del mar puede considerarse un elemento vertebral. La evolución del nivel del mar controla en líneas generales el modelo de evolución de la costa (Shennan, 1999)

Sus variaciones son de vital importancia y han de ser tenidas en cuenta para no dar lugar a interpretaciones erróneas del actual estado de evolución de la orilla del mar (Baquerizo et al., 2006). En el Mediterráneo por ejemplo se dan multitud de casos de fenómenos de erosión que se atribuyen directamente a la intervención humana en el corto plazo, cual son la construcción de presas que disminuyen las aportaciones de sedimentos, o la construcción de estructuras que obstaculizan la dinámica marina en cuanto al transporte de sedimentos. Se acepta con generalidad que, en la escala local o incluso regional, dichos fenómenos afectan a los procesos a corto y medio plazo, pero no por ello puede dejar de tenerse en cuenta la influencia de los procesos físico naturales en el medio y largo plazo, para el caso en estudio la variación del nivel medio del mar.

Si se considera como forzamiento, la evolución del nivel del mar, en una escala temporal T_f , la línea costera responde a través de un desplazamiento, tierra adentro, si el nivel del mar crece y mar adentro si disminuye. La adaptación de la morfología costera a dicha variación se produce en una escala temporal, distinta a la anterior, denominada periodo de relajación T_s . Así pues, la respuesta de la costa a la evolución climática no es instantánea, pero sin embargo las escalas temporales se influyen mutuamente, esto es, la costa tiene memoria. En un proceso parecido a la memoria histórica tras un periodo bélico la asunción del hecho traumático es inmediata, pero la adaptación a la nueva realidad y el olvido de la anterior, conlleva el paso de generaciones, en función de la dureza del conflicto y, por supuesto, de la personalidad del que lo sufre.

En un símil parecido puede considerarse que el tiempo de relajación, T_s como respuesta al forzamiento T_f , dependerá del tipo de costa en el que se produzcan los efectos.



Figura 2.17: Playa de Doñana, acantilado producto de la erosión de una duna fósil (Fuente: elaboración propia)

Para este caso concreto se considera que los elementos determinantes de la línea costera son los acantilados, como estructuras rígidas que la fijan. Las playas entre los mismos sufren variaciones en un plazo mucho más corto, y de alguna forma pueden considerarse rellenos entre aquellos elementos fijos de la orilla marina. En este trabajo se consideran tres tipos diferentes de acantilados:

- Acantilados blandos (Figura: 2.17). Constituidos por materiales no consolidados y por tanto fácilmente erosionables. La escala de su forzamiento varía entre periodos anuales o estacionales, ya que responde a variaciones de condiciones energéticas. La década o sus múltiplos pueden considerarse como la escala más adecuada para su periodo de relajación.



(a) Acantilado de dureza media



(b) Acantilado duro

Figura 2.18: Tipos de acantilados

- Acantilados de dureza media (Figura: 2.18.a). Constituidos por suelos compactos o rocas disgregadas, ofrecen mayor resistencia a la erosión. En los formados por rocas blandas, como las margas y arcillas, la pendiente se hace más tenue por los deslizamientos, aún cuando también dependerá de la disposición de las rocas también influye la disposición de

las rocas en estratos horizontales, verticales o de inclinación opuesta o hacia el mar. La escala de su forzamiento responde a la evolución del nivel medio del mar, pero su tiempo de respuesta es mayor, considerándose la centuria como tiempo de relajación.

- Acantilados duros (Figura: 2.18.b). Constituidos por rocas y por tanto muy resistentes frente al desgaste y la erosión. Generalmente en los compuestos de rocas compactas, como las calizas, cuarcitas y basaltos, el acantilado se forma alto y vertical. En ellos la escala de forzamiento responde igualmente a la variación del nivel del mar, pero su tiempo de respuesta es mucho mayor, considerándose el milenio como escala mínima de su periodo de relajación.

De todo lo anterior cabe inferir que los tiempos de relajación son usualmente de una magnitud mucho mayor que los tiempos de forzamiento

$$T_s \gg T_f$$

Un estado estable es difícil de encontrar, por lo que el modelo del tiempo de relajación puede ser utilizado. En la literatura científica pueden encontrarse trabajos previos en el modelado a largo plazo (Stive et al., (1991), para una revisión del estado del arte de Vriend et al., (1993) y también Cowel et al., (1995).

2.6.1. Un modelo simple para el periodo de relajación

La respuesta de la línea de costa a las fluctuaciones del nivel medio del mar es un fenómeno acumulativo. Siguiendo la regla clásica de Bruun (1962) se asume que como resultado del incremento del nivel del mar, las playas sufren erosión en su faz mar adentro y depósitos en la zona costera próxima, por lo que esa migración hacia la orilla tiene lugar sin cambios en la morfología, tan sólo siguiendo el balance en cuanto a la cantidad de sedimentos.

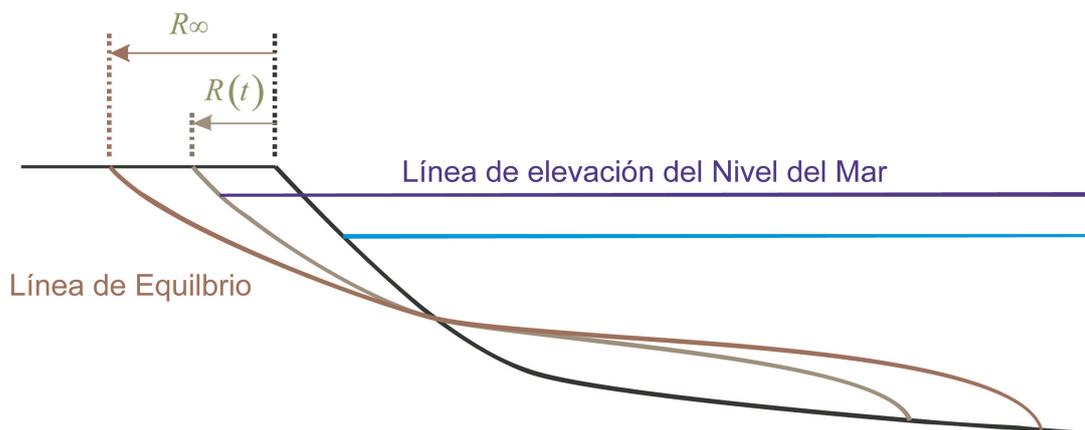


Figura 2.19: Curva de tendencia al equilibrio de la costa ante la variación del nivel del mar (Fuente: Baquerizo et al. basado en Bruun (1962) y Kriebel and Dean (1992))

El tiempo de relajación depende mayormente de tres factores: del nivel energético (fundamentalmente la energía de las olas), la movilidad de los sedimentos, relacionada con su tamaño y, en tercer lugar, de la escala espacial de la forma costera, o el volumen de sedimentos que se ven envueltos en el ajuste morfológico. Así, la evolución de la costa forzada por la oscilación del nivel

de mar es un proceso acumulativo. Para interpretar la posición actual de la orilla y predecir su evolución es necesario tener en cuenta la tendencia y el conjunto de las oscilaciones del nivel del mar incluyendo su periodicidad y las características geomorfológicas de la orilla. En este trabajo como aplicación de lo analizado a lo largo del capítulo, se propone un modelo que puede ayudar a estimar la evolución de la línea costera, en función de las oscilaciones del nivel medio del mar ocurridas tras la transgresión flandense.

Siguiendo el trabajo de Kriebel y Dean (1993) sobre la respuesta del perfil de playa a las variaciones del nivel del mar inducidas por tormentas, se analiza el rol jugado por las fluctuaciones de nivel del mar durante los últimos 6500 años.

Asumiendo que la respuesta de cualquier entorno (¿sumergido?) a una variación estacionaria del nivel medio del mar es aproximadamente exponencial en el tiempo, el cambio temporal en la línea de la orilla está gobernada por una ecuación diferencial que depende del avance o del retroceso máximo de la playa hacia su posición de equilibrio alcanzada como una unidad estacionaria de crecimiento del nivel del mar, R_∞ y el tiempo de relajación, T_s

$$\frac{dR}{dt} = \frac{1}{T_s} [R_\infty(t) - R(t)]$$

Para la aplicación del modelo se asume principalmente que la variación del nivel medio del mar es una variación eustática, por lo que:

- No se consideran fenómenos isostáticos. A partir del paralelo 45
- No se considera subsidencia, y
- El modelo puede ser aplicado a la mayor parte de las costas españolas pero no a los deltas.

2.6.2. Escalas de evolución del nivel del mar

En la búsqueda de datos sobre la evolución del nivel medio del mar, han de tenerse en cuenta los registros geológicos de todo tipo cuya literatura científica es hartamente extensa, sin embargo en relación con su incidencia en la evolución de los sistemas socioeconómicos existen datos indirectos analizados a lo largo de este capítulo, como registros históricos, para llegar hasta la Revolución Industrial a partir de la cual se comienza con el registro sistemático de datos. Por todo ello para la aplicación del modelo se consideran tres escalas diferentes:

1. La escala a largo plazo: la escala Holocena (Figura: 2.20).

Está generalmente aceptado que cambios masivos en el nivel eustático del mar ocurrieron durante el periodo holoceno, con una tendencia de crecimiento de alrededor de 10 mm por año entre 12000 y 6500 años antes del presente. Desde la transgresión Holocena la ratio de crecimiento disminuyó hasta un valor medio aproximado de 0.5 mm por año.

Cabe pensar que la disminución tan drástica en el crecimiento del nivel medio del mar se debió a la presencia de agua líquida en el planeta, que actuó como un potente acumulador de calor, atemperando su absorción y emisión a nivel planetario.

2. La escala intermedia o escala de las Antiguas Civilizaciones (Figura: 2.21).

A partir de ese momento puede considerarse que el nivel medio del mar tiende hacia el equilibrio, si bien hacia un equilibrio inestable. Dicha variabilidad de menor escala marca una tendencia que analizada a lo largo del presente capítulo a través de datos socioeconómicos

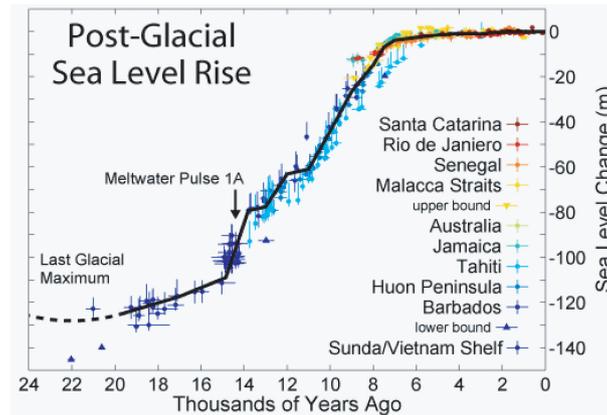


Figura 2.20: Variación del Nivel del Mar en la escala Holocena

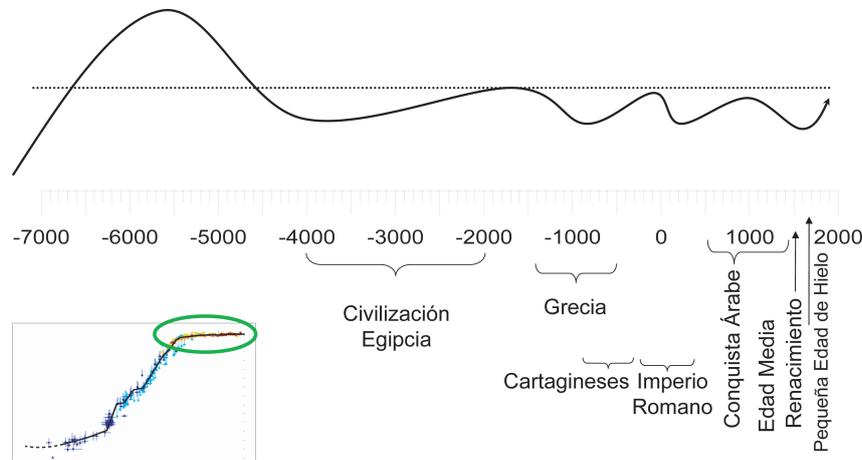


Figura 2.21: Modelo de evolución del nivel del mar en el medio plazo

y de evolución de civilizaciones puede considerarse con una periodicidad de 1300 a 1400 años. El ajuste en algunos casos no es perfecto si bien ha de tenerse en cuenta que la tecnología necesaria para la construcción de la pirámide de Keops aproximadamente en 2600 a.C. hubo tener un periodo de maduración anterior igualmente extenso.

Las variaciones climáticas durante estos períodos históricos han sido vinculadas con evolución cíclica de las manchas solares con una periodicidad de alrededor de 22 años. La amplitud de conjunto de los ciclos parece crecer lentamente y caer drásticamente con un periodo de entre 80m y 100 años, incluyendo una fluctuación cuasi cíclica del orden de 180 años.

3. La escala corta: de la Centuria a la Década (Figura: 2.22.b).

Finalmente se considera un período de evolución de corto plazo con oscilaciones para las que existen algunos registros y datos que pueden considerarse sistemáticos, aunque en numerosos casos son de carácter local.

Se considera que el último mínimo climático se produjo hace alrededor de 200 años y desde entonces tanto la temperatura como el nivel medio del mar han tenido una evolución creciente hasta el momento actual, si bien con algunos periodos de frío relativo como el que se produjo en la década de los 50 del pasado siglo.

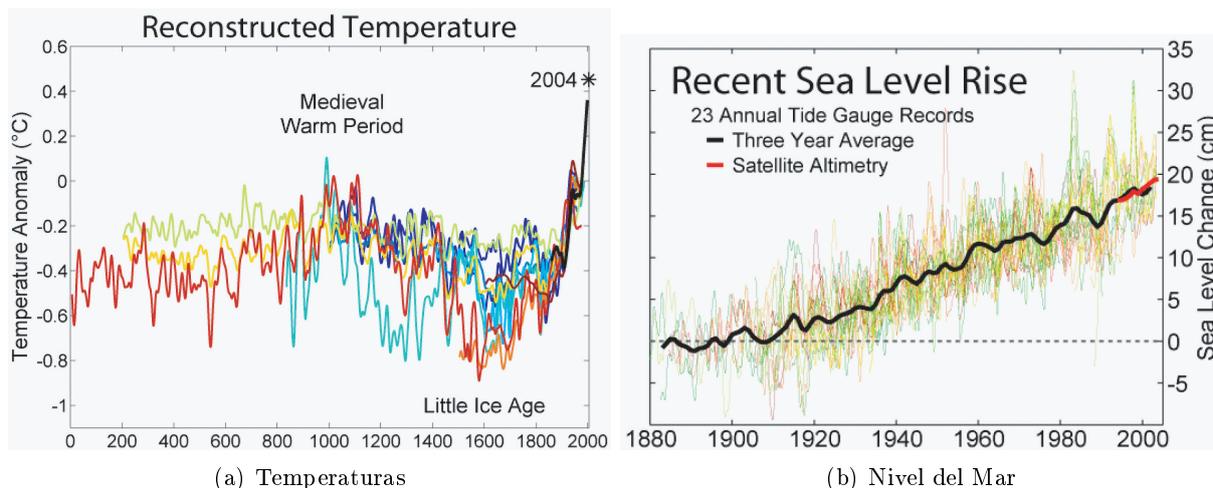


Figura 2.22: Aproximación a la evolución de la temperatura en los últimos 2000 años y del nivel medio del mar en los últimos 200

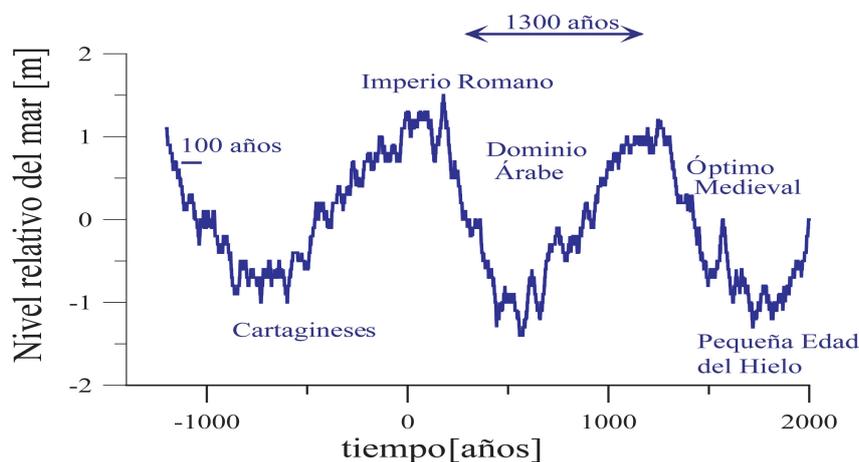


Figura 2.23: Aproximación a la variación del nivel medio del mar

Como aproximación a la evolución pasada del nivel medio del mar se propone la gráfica desarrollada en la figura 2.23 que incluye todos los ciclos citados hasta el momento, desde los decenales, pasando por los seculares hasta los de los 1300 a 1400 años.

2.6.3. Aplicación del modelo

Las figuras siguientes muestran la evolución de la línea de costa frente a un forzamiento producido por la evolución del nivel medio del mar, con tres diferentes tiempos de relajación representativos de los diferentes tipos de costa. Puede observarse que en la figura 2.24.a con un tiempo de relajación de 10 años, como la línea de la costa sigue la evolución del nivel medio del mar, creciendo o menguando como respuesta a las subidas y bajadas respectivamente tal y como fuera predicho en el modelo de Bruun.

En el extremo opuesto, aquel, con un tiempo de relajación de alrededor de 1000 años, en el que como puede observarse en las figuras 2.25 la curva que representa el tiempo de relajación

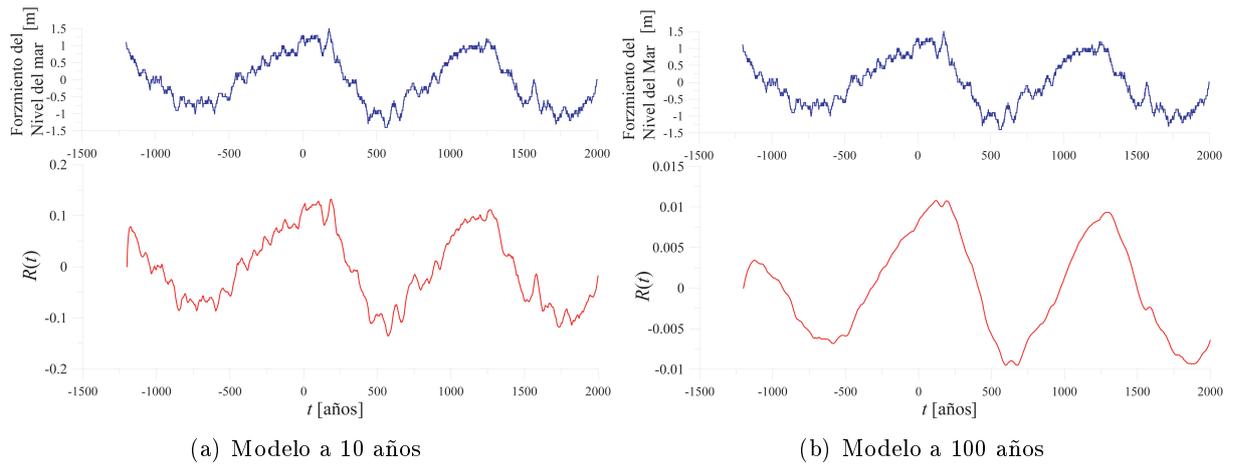


Figura 2.24: Curvas de forzamiento y respuesta para períodos de 10 a 100 años

se desfasa alrededor de 140 años con respecto a la que representa el forzamiento, pudiendo dar lugar, como se observa en la ampliación de la imagen a conclusiones erróneas sobre el estado evolutivo de la línea de costa.

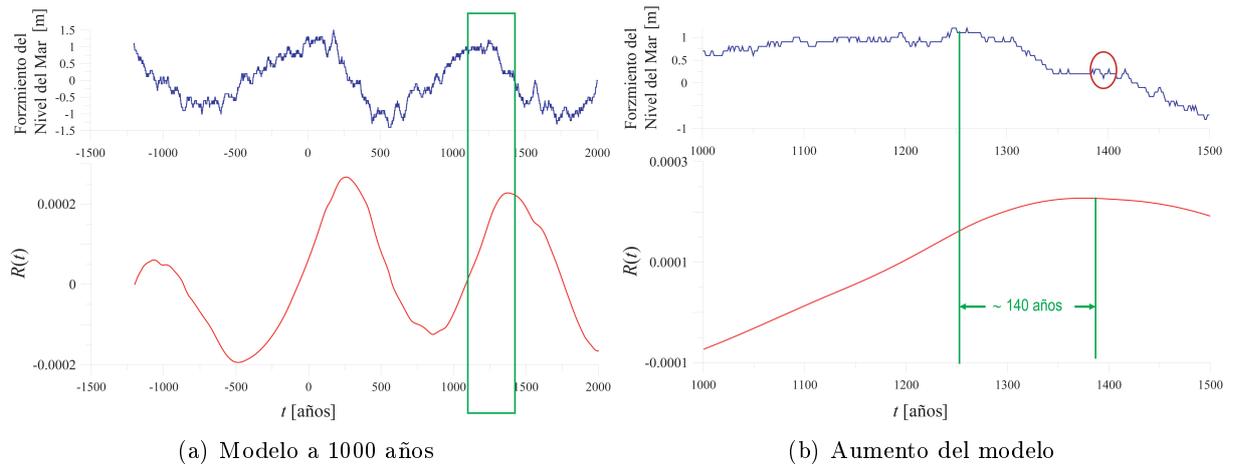


Figura 2.25: Análisis del desfase producido entre la variación del Nivel Medio del Mar y la respuesta del sistema costero

Finalmente la evolución de la línea de costa dentro de los 100 años de periodo de relajación (figura: 2.24.b) muestra un significativo lapso entre la curva del nivel medio del mar acumulando erosión y crecimientos a lo largo del tiempo.

2.7. Conclusiones del Capítulo II

De todo lo anteriormente expuesto caben deducirse las siguientes conclusiones:

2.7.1. Medio Socioeconómico

Desde el final de la segunda guerra mundial se puede identificar en los países occidentales tres ciclos económicos en atención a su fundamento. El primero de ellos se puede identificar con el objetivo de desarrollo a toda costa para alcanzar beneficios sociales de primera necesidad: derecho a la vida, educación, salud y trabajo sin restricciones. El segundo ciclo surge de la crisis del petróleo en la década de los 70: objetivo el mismo pero con restricción energética, optimización del consumo energético. El tercer ciclo no tiene una fecha fija de partida pero surge de las declaraciones de Río y el protocolo de Kyoto: objetivo el mismo más el del hombre integrado en el entorno ambiental, calidad de vida y sostenibilidad, El cuarto que llegará en un plazo breve tiene como objetivo el tratamiento global de los sistemas físico natural y socio económico: hay ciudadanos del mundo independientemente de su raza, origen, estado etc. . . todos con los mismos derechos y deberes por tanto a todos (Globalidad) se les aplica los objetivos del tercer ciclo económico. Las duraciones de los tres primeros han sido 25, 20, 15 el cuarto debe perdurar hasta que se acabe esta civilización (si es posible).

En cuanto al estado actual de relación con el medio físico y en concreto con las áreas litorales ha de tenerse en cuenta que mientras que la evolución reciente del mismo tiene una escala decamilenaria, la interacción fuerte con las actividades humanas es secular. Relacionando ambos medios cabe concluir con las siguientes observaciones:

- La franja litoral actual y la civilización actual son el resultado de un proceso a largo plazo con evolución reciente en los últimos 8000 años y con la tendencia presente tiende hacia la irreversibilidad y la extinción.
- La evolución en la Tierra de las unidades ambientales y la civilización están totalmente ligados y mucho más en los sistemas litorales. Como consecuencia de las observaciones anteriores la Tierra en general, pero en concreto el sistema litoral ha de gestionarse de acuerdo con las siguientes premisas:
 - Estudio, conocimiento y aceptación de la evolución de los procesos físicos y
 - Planificación de los procesos socio-económicos.

2.7.2. Medio Físico Natural

- La evolución de la costa depende de los forzamientos presentes, pero también de los pasados.
- La evolución del nivel del mar es un componente del cambio costero que no puede ser menospreciado. En ese sentido puede afirmarse que:
 - Las escalas larga y mediana de evolución definen una tendencia
 - La pequeña escala puede considerarse como una oscilación.
- Dados que la GIZC ha de tener en cuenta los periodos de vida útil, tanto de estructuras implantadas en el medio marino, como del propio medio (playas), a su vez ha de tener en cuenta las escalas del forzamiento y de respuesta.
- El análisis a largo plazo de las formas costeras ha de tener en cuenta la evolución del clima.
- El cambio climático es con certeza una evolución del clima con al menos tres componentes:
 - 1300

- 90 y
- 13 años

Capítulo 3

Bases del Modelo

3.1. Introducción

El objetivo de esta sección es establecer una metodología para diagnosticar del estado del medio litoral y pronosticar su evolución en diferentes horizontes temporales y espaciales. Sus componentes básicos son el sistema Natural y el sistema Humano. El conocimiento de la dinámica evolutiva de cada uno de los sistemas de forma independiente, el análisis de sus interrelaciones y las alteraciones que pueden ocasionar, son las herramientas de trabajo que se proponen en esta investigación.

La evolución de cualquier sistema se puede conocer utilizando el método científico mediante la recopilación de datos y observaciones que permiten, mediante un proceso deductivo, efectuar un diagnóstico. Partiendo del mismo se realiza un proceso de inducción, en el que hay que tener en cuenta que las leyes son evolutivas, esto es tienen escalas espaciales y temporales que pueden ser analizadas desde la física matemática, permitiendo la simulación de un número elevado de realizaciones que, analizadas estadísticamente, son un pronóstico del sistema que lleva asociado su incertidumbre. Para un período temporal que constituye la vida útil del elemento, las escalas que son menores o menores-iguales que dicho período se consideran no estáticas o cíclicas con respecto a la evolución, mientras que si el período es mayor que la vida útil el sistema se considera estacionario con respecto a esa escala.

El pronóstico de los medios natural y humano se debe desarrollar en el ámbito de la incertidumbre. Los procesos naturales, si bien pueden estar gobernados por leyes físicas bien establecidas, suelen responder a perturbaciones externas alterando su dinámica. Además, estos interactúan con los contornos, o con otros procesos, pudiendo alcanzar diferentes niveles de autoorganización. De esta variedad de respuestas algunas se saben, otras se aproximan, otras no se saben pero se pueden simular bajo ciertas hipótesis, y otras simplemente se desconocen y ni siquiera se intuye que existen.

Los procesos socioeconómicos tampoco están exentos de incertidumbre. Sorprendentemente la socioeconomía hasta fechas recientes no ha incorporado en su ámbito de trabajo esta posibilidad, así como tampoco ha analizado sistemáticamente las escalas de estos procesos. Parece evidente que los procesos socioeconómicos pensados y ejecutados por humanos, analizando sus ciclos y su evolución, también parecen seguir ciertas leyes y, también, responder a perturbaciones externas, creando en muchos casos estructuras con altos niveles de autoorganización. Estos procesos tienen sus escalas espacio-temporales y actúan en cascada de forma similar a los procesos naturales.

Es menos conocido y, probablemente aceptado, que la dinámica evolutiva de civilización ac-

tual, al menos hasta el siglo XIX, ha estado “forzada” por los procesos climáticos y sus escalas espacio-temporales. A escala de una generación, de un ciclo económico, del año fiscal o de las vacaciones estacionales, la interacción de estos procesos socioeconómico con los procesos climáticos y meteorológicos es evidente. Aún es más evidente si esta relación se establece entre la actividad socioeconómica y la franja litoral. El crecimiento espectacular de la residencia en el litoral y el uso del mismo como área vacacional, etc, son sólo dos de las evidencias de la interrelación de los procesos socioeconómicos y ambientales y de sus escalas de forzamiento y respuesta. Esta relación se realiza en ambos sentidos.

Uno de los objetivos de este trabajo es la definición de las escalas espaciales y temporales de los procesos que dominan ambos componentes, como forma de incrementar su conocimiento, permitiendo que la predicción sea posible considerando la incertidumbre. La dificultad de este planteamiento y la consecución de los objetivos marcados en esta investigación se encuentra entre otros en que, (1) la interacción entre procesos con la misma escala no es lineal, sino que es altamente no lineal, por lo que los forzamientos y las respuestas se retroalimentan, desarrollan desequilibrios, estables, inestables e incluso caóticos y (2) las escalas de los medios físico y humano no siempre coinciden, con lo que se genera una cascada de desequilibrios tanto espaciales (locales, regionales y globales) como temporales (diario, estacional, anual, hiperciclos, seculares, etc.) que pueden desencadenar nuevos procesos, algunos desconocidos, otros quedan ocultos y otros, todavía, no han empezado a emerger por que se manifiestan con escalas mayores.

El modelo de gestión que surja como consecuencia de la constatación de estos desequilibrios ha de tener en cuenta que la planificación tiene un horizonte temporal y espacial concretos, para lo que ha de conocerse la previsible evolución en dichos horizontes, lo que supone a su vez conocer los procesos físico naturales y socio económicos que tienen lugar. En consecuencia el modelo de gestión que se propone en esta investigación es un Modelo de Procesos con diferentes escalas espacio-temporales.

3.2. El sistema litoral

Caracterizar es según el Diccionario de la Real Academia de la Lengua: “determinar los atributos peculiares de una persona o cosa de modo que claramente se distinga de las demás”. Caracterizar un medio supone el conocimiento de los elementos que lo componen. Ello implica, en primer lugar, la necesidad de delimitar el contorno que lo incluye y para conseguirlo se ha de definir con precisión. Es importante analizar y utilizar, en su caso, las definiciones establecidas desde la óptica jurídica y administrativa por organizaciones internacionales y gobiernos, así como desde la óptica científica por los investigadores.

Respecto a los elementos componentes del sistema litoral el primer desafío, ampliamente tratado, es la definición del término costa. La costa es obviamente el lugar de confluencia en que encuentran la tierra y el mar. Desde un punto de vista esencialmente geomorfológico se define como “la zona de interfaz entre el aire, el agua y la tierra alrededor de los continentes y las islas” (Hansom, J.D., 1988), enmarcada tierra adentro por la zona bañada por el mar, y mar adentro por la plataforma continental. Desde un punto de vista ecológico es “una zona de transición, o un ecotono recostado entre un medio oceánico (o lacustre) y un sistema terrestre” (Beatley et al., 1994). En la literatura científica anglosajona se destaca el carácter unidimensional de dicho elemento resaltando su linealidad: “coastline”.

El segundo desafío lo constituye la definición de zona costera. De mayor amplitud que la costa, la zona costera se define como una franja de tierra y mar, de anchura variable dependiendo de la naturaleza del medio ambiente y de sus necesidades, que rara vez se corresponde con zonas

administrativas o planes existentes (GIZC, Programa demostración UE (1997-1999)). El sistema costero natural y las áreas en las cuales las actividades humanas usan recursos costeros pueden extenderse más allá del límite de las aguas territoriales y unos cuantos kilómetros tierra adentro. Sus dimensiones son variables. Sin embargo es importante tratar de definir qué significa “Zona Costera” para procurar un medio contextual de trabajo (Green y King, 2003). Para ello se facilitan algunas definiciones generales dadas hasta la fecha, atribuyéndole una cualidad que el ponente de la definición ha querido remarcar:

- La zona costera, dependiendo de cómo se pueda definir, representa tan sólo el 10 % de la superficie de la tierra, pero más de la mitad de la población terrestre vive allí (Magoon y Converse, 2002): **Sobreexplotación**
- La zona costera es un medio ambiente único en el que el agua, la tierra y el aire coinciden y los procesos que ocurren conforman paisajes específicos para cada lugar y distintos a cualesquiera que puedan ser encontrados en cualquier otro sitio (Carter, R.W.G., 1999): **Unicidad**
- La zona costera incluye: 12 millas mar adentro de la línea de costa (aguas territoriales); 10 kilómetros del lado de la tierra, desde áreas o estructuras costeras (Definición de Zona Costera Europea, 1996): **Gestión administrativo y legal**
- La zona costera incluye la línea de costa, junto con las áreas adyacentes (borde marítimo, playas y orillas) (Sheehan, R., 1994): **Interrelación y reciprocidad**
- Un área dinámica de transición donde la tierra y el mar interactúan y que incluye ambos, el margen tierra adentro y las aguas de la orilla (DoE, 1996): **Procesos y evolución**
- Una franja de tierra y mar de anchura variable dependiendo de la naturaleza de las necesidades de gestión y medioambientales (ECSC-EEC-EAEC, 1997): **Gestión ambiental**

Como puede observarse la mayoría de las definiciones anteriores hablan de Zona Costera (“Coastal Zone” en la literatura anglosajona). En español existen sin embargo dos términos: costa y litoral que se usan de forma indistinta. No obstante, es interesante resaltar el matiz existente entre ambos vocablos (Barragán, 2002) en los textos legales costa se vincula con preferencia a una franja relativamente estrecha situada a un lado y otro del contacto tierra-mar (Ley de Costas), casi una “Línea” de Costa (Coastline), mientras que el término litoral se asocia a superficies más amplias, sobre todo en la dirección tierra adentro. Pero esta superficie aún admite diferenciaciones entre Zona Costera (Coastal Zone) y Área Costera. (Barragán, 2002) identifica la zona con un espacio delimitado con criterios jurídico administrativos, mientras que el área costera o área litoral lo identifica como un espacio o ámbito geográfico en el que los contornos se ligan a fenómenos naturales y humanos, con lo que su delimitación suele ser irregular.

Tradicionalmente, la costa se ha definido como una banda o superficie predominantemente longitudinal. Sin embargo la variabilidad de su anchura ha necesitado, para su concreción, la división de la misma en tres ámbitos, esto es: Costa, Litoral (o Zona Costera) y Área de Influencia Litoral (Barragán, 2002). La primera, se corresponde con la “estrecha franja (de unas decenas de metros de amplitud como máximo que está o puede estar en contacto con el mar” (ITUR 1987, p. 25); el litoral, como área terrestre contigua a la costa, de amplitud variable (habitualmente entre 3 y 12 Km.) y por último la zona de influencia litoral, la más amplia, que viene delimitada por “el espacio terrestre y marítimo donde se deja sentir la influencia de algunas actividades del litoral o donde algunas actividades pueden incidir sobre éste (por ejemplo, vertidos urbanos o

industriales, infraestructuras del transporte, zonas urbanas con fácil acceso a la costa - isocronas de 30 minutos - etc.)”.

La anchura del litoral, está en función de los criterios que se utilicen para definirla, y es relativa la eficacia que supone hacer “a priori” una definición estricta del mismo si no es por razones de tipo legal, normativo o administrativo (Barragán, 2002). En este sentido cabe citar la delimitación que al efecto establecen tanto la Carta del Litoral de 1981 de la Comunidad Económica Europea, como la Recomendación 29/1973 del Consejo de Europa sobre protección de zonas costeras, recogidos en la Constitución Española a través del mandato de definición del Dominio Público que recoge la Ley de Costas, 22/1988 de 23 de julio. Según ésta (definidos para este trabajo) son bienes de dominio público marítimo-terrestre:

1. “La ribera del mar y de las rías, que se extiende por sus márgenes hasta el sitio donde se haga sensible el efecto de las mareas. Se consideran incluidas en estas zonas las marismas, albuferas, marjales, esteros y, en general, los terrenos bajos inundables.
2. Las playas o zonas de depósito de materiales sueltos, tales como arenas, gravas y guijarros, incluyendo escarpes, bermas y dunas, tengan o no vegetación, formadas por la acción del mar o del viento marino, u otras causas naturales o artificiales.
3. El mar territorial y las aguas interiores, con su lecho y subsuelo, así como los recursos naturales de la zona económica y la plataforma continental.
4. Por último, un conjunto que incluye acreciones y terrenos ganados al mar, acantilados sensiblemente verticales, islotes en aguas interiores y mar territorial, y obras e instalaciones construidas por el Estado incluyendo los puertos y sus instalaciones.”

Es ésta una extensa relación de elementos que en realidad opta por la definición más restrictiva, esto es por la banda más estrecha ya que todos sus elementos se concentran en la proximidad más inmediata de la línea de costa.

Agentes y actividades en el sistema litoral

La mayoría de las definiciones anteriores hacen hincapié en aspectos físicos de la definición de zona costera. Tan sólo la definición de (Barragán, 2002) hace una alusión directa a las actividades que se producen en el litoral o a las actividades que pueden tener incidencia en el litoral. Con esta propuesta se está reconociendo la participación del hombre en la “creación” de la costa.

A los efectos de este estudio y con objeto de establecer criterios de ordenación a través de la definición de agentes y actividades, sus interrelaciones y cuantificación, y sus escalas espacio-temporales, interesa una definición del área litoral basada en los elementos fundamentales:

- El medio físico destacando de entre sus elementos característicos el clima y la dinámica marina y
- El medio socio-económico del que se destacan sus actividades y de entre estas, por su importancia, las ligadas a la explotación de los recursos marinos y las ligadas a la explotación del suelo en sus distintos usos.

De acuerdo con este enfoque se puede definir el área litoral como la franja “bifásica” de mar y tierra, cuya existencia se debe a la evolución climática ocurrida desde la transgresión flandriense

y las dinámicas atmosférica y marina, y cuya evolución espacio-temporal, además de responder a los forzamientos climáticos, está condicionada y forzada por las actividades socio económicas inherentes a ese entorno.

La costa es una franja que adopta formas variopintas, y es a la vez nexo de unión entre dos medios totalmente distintos: el medio terrestre, en el que los agentes que actúan son sólo terrestres y el medio marino en que los agentes son sólo marinos. El litoral es la zona de contacto entre los grandes dominios terrestre y marino, unidos por el atmosférico. Una estrecha y relativamente reducida franja que se enriquece de ambos dominios pero que a su vez desarrolla formas propias y singulares.

Más que una mera frontera el litoral es, en muchos aspectos, una zona de transferencia (como se mencionó en el capítulo anterior la vida misma se generó en el mar y se transfirió a la tierra). Es pues una clave ecológica imprescindible para comprender los procesos vitales en el planeta. Ocupa un papel preponderante en la cadena trófica debido a la alta productividad primaria de sus ecosistemas.

Existe continua transferencia entre ambos medios a través de la costa y ello implica un gradiente transversal. Sin embargo normalmente aquella no es lineal y por tanto el gradiente que se observa no es uniforme.

Un sistema, como la costa, está formado por unidades funcionales que se definen por su capacidad de actuación en términos de funcionalidad, ambiental o socioeconómica, y se identifican y caracterizan por sus cualidades prevalentes de estado que le confieren su personalidad y la diferencian de los demás. En la franja litoral se pueden distinguir dos unidades funcionales: ambiental y socioeconómica. La ocurrencia de los agentes, naturales y humanos, marítimos y terrestre con sus escalas diversas alteran las cualidades de los dos medios forzando su evolución.

3.3. Calidad del Área Litoral

La cualidad es según el diccionario cada una de las circunstancias o caracteres, naturales o adquiridos, que distinguen a las personas o cosas. Son múltiples las cualidades o caracteres que se dan en la franja litoral: forma, color, textura, dinámica, temperatura, y un largo etcétera. Desde una óptica general puede considerarse definida por la morfología por un lado y por sus procesos biogeoquímicos por otro. Ambos son el resultado de la evolución climática y socioeconómica acontecida en los últimos 10.000 años que probablemente se prolongará durante los próximos 1000 sin modificaciones termodinámicas sustanciales.

Las cualidades identifican, caracterizan, distinguen (en el sentido de aislar) y son inherentes. No obstante de la definición se deduce asimismo su mutabilidad: son naturales o por el contrario son adquiridos. La erosión marina por ejemplo y los procesos de forma que conlleva están asociadas de manera compleja con sus agentes forzadores: acciones mecánicas (olas, motivadas por el viento, y corrientes: de fondo, de arrastre y de deriva), químicos y biológicos.

La evolución de la forma dependerá de la escala del agente forzador. Si el agente es lineal, la escala asociada a dicho agente lo es. Los tiempos de forzamiento y de respuesta pueden considerarse directamente relacionados. Para agentes no lineales o autoorganizados, no es lineal la escala de respuesta. Si el sistema es no lineal implica una evolución “per se” que puede dar lugar a fenómenos tales como: (1) Resonancia, (2) Amortiguamiento, (3) Nuevas escalas y (4) Propagación.

La autoorganización de los sistemas naturales es el paradigma de la complejidad natural y una manifestación de su globalidad y unicidad. Los procesos de las diferentes unidades funcionales

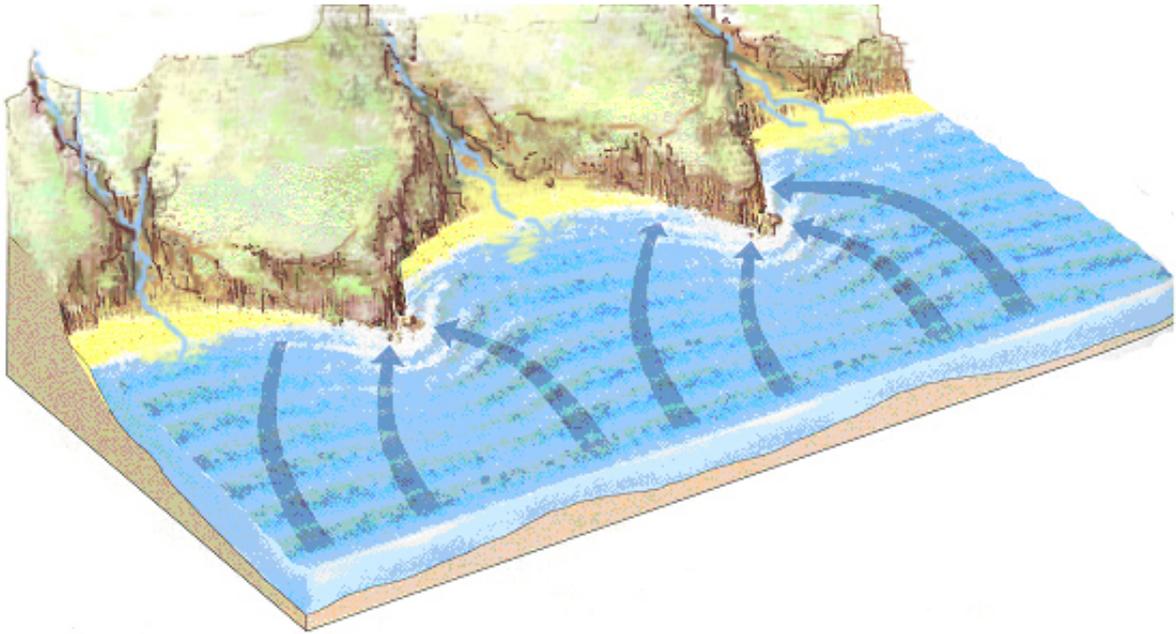


Figura 3.1: Ejemplo de sistema autoorganizado

responden a la acción de los agentes, cambian (evolucionan) sus cualidades con escalas espacio-temporales que “fuerzan” a los agentes a manifestarse en sintonía con ellas.

Un ejemplo de sistema autoorganizado (figura: 3.1) lo constituye un acantilado en el que su parte superior sea sensiblemente horizontal y tenga una cierta inclinación en la dirección del mar. En dicha parte el agua de lluvia tenderá a disolver y socavar los terrenos más blandos, con lo que se producirá un sistema de torrentes que canalizarán las aguas. En la pared vertical del acantilado como consecuencia de dicha concentración se darán procesos erosivos localizados de formación de cárcavas. Dichos procesos darán lugar a acumulaciones de sedimentos (también localizadas) al pie del acantilado, que a su vez interactuarán con la dinámica marina, en el sentido de atemperar la acción del oleaje en dichos puntos, lo que provocará un incremento de dicha acción en la base de la pared vertical no afectada por las cárcavas y por ende un retroceso de la misma.

Al retroceso iniciado por la lluvia localizado en las cárcavas se añadirá el del resto del acantilado generado esta vez por acción del oleaje. Este retroceso está asociado con el descalce de la base del acantilado y el deslizamiento de todo él. La escala de las cárcavas depende de la geomorfología y de la pluviometría en la zona. La escala espacial del deslizamiento está por la presencia del oleaje y las características mecánicas del talud. Una vez establecidas las dos unidades funcionales del acantilado: cárcava y deslizamiento en el lado del mar se desarrollan dos unidades funcionales: cono de vertido frente a las cárcavas que se adentran en el mar y frente del deslizamiento, al que llega las crestas de ola. En los conos se refractan el oleaje y se produce la rotura del oleaje a barlomar del frente deslizado (figura: 3.2); la escala espacial longitudinal entre cárcavas la define la pulsación longitudinal de las roturas sobre los conos que, a su vez, puede dar lugar al desarrollo de formas oscilatorias con dicha escala, del orden de 125-250-500 metros, es decir ondas infragravitatorias, p.ej ondas de borde. Estas ondas tienen su mayor amplitud entre nodos de forzamiento, es decir en el frente de deslizamiento, lo que provoca su erosión rápida al intensificar el movimiento en el antinodo el flujo de agua por rotura del oleaje.

El hombre, a través de sus actividades es un agente que incide en ambos medios. Con sus

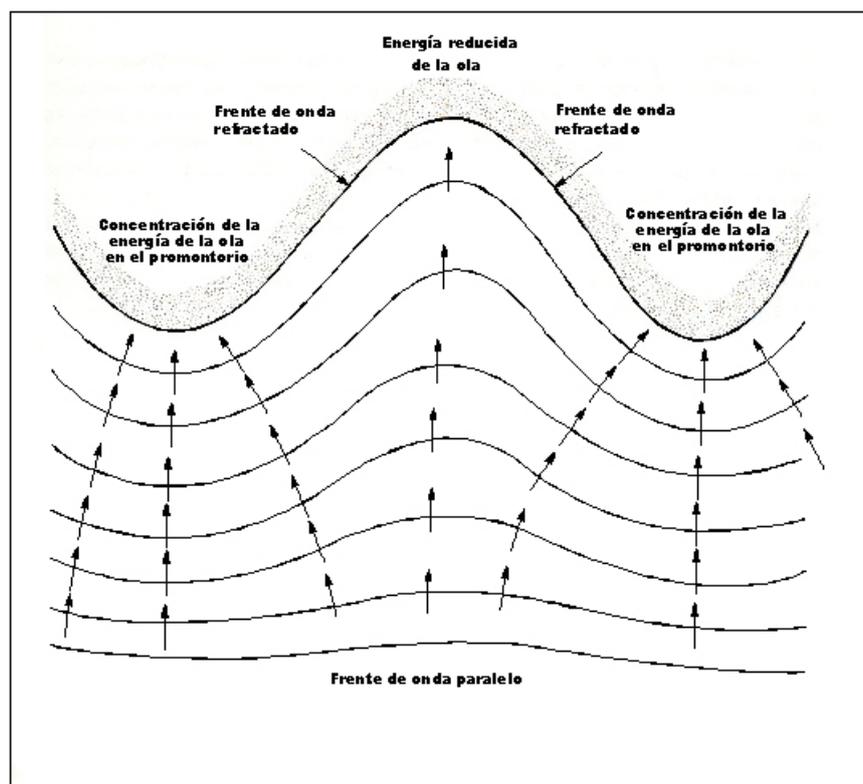


Figura 3.2: Esquema de acción del oleaje en un sistema autoorganizado

escalas y magnitudes, las actividades alteran también las cualidades de la franja litoral. Si las acciones naturales se manifiestan en ciclos naturales, las actividades humanas lo hacen en ciclos socio-económicos, asociados al forzamiento socio-económico y al beneficio socio-económico. Dichas actividades transforman cualidades del sistema costero, entre ellas la forma, lo que produce variaciones en la respuesta frente a los agentes naturales. Es decir, entre ambas unidades funcionales también pueden darse procesos de autoorganización.

De la experiencia puede deducirse que cualquier sistema aislado, (natural o humano) tiende a minimizar los gradientes espacio-temporales hasta alcanzar un equilibrio de sus procesos, expresado por su magnitud, su gradiente y sus variaciones de orden superior, p.ej. curvatura, etc. En un sistema aislado, este estado es el que tienen la mayor probabilidad de ocurrir, es decir la moda. No obstante, el sistema puede elegir otros estados, debido, precisamente, a su capacidad de autoorganizarse.

En analogía con el análisis termodinámico puede considerarse que en el sistema existe entropía, que sería la función de estado cuya variación en un proceso determina en qué sentido este tiene lugar. La entropía se define como función termodinámica que es una medida de la parte no utilizada de la energía. Por tanto, la autoorganización aporta nuevas funcionalidades al sistema, y por tanto, nuevas formas de reducir la entropía.

La termodinámica del sistema analizaría las variaciones de la energía interna del mismo. Desde un punto de vista termodinámico un puerto, con el hombre como agente y sus actividades socio-económicas como forzadores, implica una potencia de producción (equivalente a la energía interna del sistema). La variación de la capacidad implicará necesidades de construcción y éstas a su vez incremento o disminución de la actividad socio-económica. Sin embargo continuando el símil termodinámico, el segundo principio de la termodinámica implica una entropía creciente, o

una actividad socio-económica siempre en expansión.

3.3.1. Principios de Actuación

Los principios de actuación constituyen un conjunto de aseveraciones fundamentales que permite el desarrollo de los razonamientos y estudios con el fin de proponer las actividades necesarias y suficientes para la recuperación o el mantenimiento del entorno natural y socioeconómico de una región. Estos principios están relacionados con las cualidades del sistema y se fundamentan en nuestro estado actual de conocimiento y, en consecuencia, deben ser revisados a la luz del progreso del mismo. Las intervenciones deben fundamentarse en principios ambientales, socioeconómicos y de reciprocidad.

Principios ambientales

Variedad y diversidad

Un elemento a resaltar de la definición del contorno del sistema ambiental es la variedad. Desde el punto de vista físico natural en el litoral se dan cita una gran variedad de ecosistemas, caracterizados todos ellos por su singularidad ecológica y su vulnerabilidad ante las alteraciones. Es además, fuente de multitud de recursos aprovechables: la plataforma continental, las marismas y los estuarios son medios de alta productividad biológica y asiento de complejas redes tróficas con niveles explotables. Se dan en este entorno la conjunción de un potente medio natural y de su uso económico. Consecuentemente, es necesario tener en cuenta la estrecha relación existente entre economía y medio ambiente, tanto desde el punto de vista de la planificación como desde el de la gestión, de forma que la gestión integral del litoral sea una gestión conjunta de ambos elementos.

En la configuración del medio litoral influyen una serie de condiciones que originan esa diversidad de formas de vida asentadas sobre un soporte físico igualmente diverso y de gran dinamismo. Entre estas condiciones deben destacarse aspectos tales como el clima, la geología y geomorfología de las costas, la hidrología continental, la batimetría, y la dinámica marina (olas, corrientes, mareas), y eso da lugar a la existencia de diferentes unidades ambientales: marismas y estuarios, playas y dunas, acantilados, ramblas y plataforma continental.

No obstante, internamente las unidades ambientales litorales presentan diferentes productividades ambientales. Por lo que a los ecosistemas acuáticos se refiere, son más productivos aquellos donde se registran altas concentraciones de nutrientes que sostienen una elevada producción primaria (algas bentónicas, fitoplancton) y secundaria (zooplancton y animales fitófagos en general), condiciones que se reúnen en la plataforma continental, las marismas y los estuarios. Por lo que a los ecosistemas terrestres se refiere, los menos productivos son los sistemas dunares, ecosistemas escasos y sometidos a una fuerte presión (García de Lomas, J., et al., 2001), con flora y fauna peculiares, adaptadas a condiciones edáficas extremas como pueden ser la capacidad para retener agua (Chabot y Mooney, 1985), la escasez de nutrientes (Van der Valk, A. G., 1974; Moreno-Casasola, P. et al., 1992), las elevadas temperaturas superficiales, la movilidad del sustrato y la concentración de sales (Escarré et al., 1989).

En el extremo opuesto, algunos ecosistemas litorales de valor extraordinario, muy atractivos por su valor estético y muy destacables por la presencia de numerosos endemismos, y especies raras y vulnerables, (algunas en peligro de extinción), con fauna propia de los ecosistemas marinos, entre las que destacan las aves, tanto marítimas (gaviotas, grajillas) como de interior en el que son comunes las rapaces, y la presencia de mamíferos menores, roedores, conejos, camaleones,

lagartos y lagartijas.

La flora y la fauna costeras, tanto marina como terrestre, han sufrido un evidente retroceso durante los últimos años. Su riqueza es manifiesta y existen gran variedad de especies como resultado de la gran variabilidad del sistema, tanto del componente físico ambiental como, a consecuencia de éste, del económico ambiental.

Peligrosidad y vulnerabilidad

La variedad y diversidad del área litoral son afectadas por los procesos físico -naturales o humanos, que en la misma tienen lugar.

La potencialidad de ser afectados por dichos procesos define la peligrosidad. La evolución de la línea de costa como consecuencia de la variación del nivel medio del mar puede ser un ejemplo. Otros son los temporales, maremotos y tsunamis, entre estos últimos el ocurrido en Indonesia (dic. 2004). El retroceso general de la línea de costa y la erosión que provoca en playas y acantilados afecta a los usos y actividades que en el litoral se desarrollan. El macizamiento de una costa para defender edificaciones o infraestructuras de la acción del mar, afectan asimismo a la dinámica litoral, llegando en casos extremos a cancelarla.

La potencialidad anteriormente descrita puede presentarse o no. Para el segundo de los casos se ha de tener en cuenta la vulnerabilidad, esto es la capacidad de afectación o quebranto que la manifestación de la peligrosidad produzca en el litoral. Está condicionada entre otros por los siguientes factores:

1. Su dimensión. Al ser una zona espacialmente muy pequeña, el desarrollo de procesos físicos y económicos de gran intensidad (espacial y temporalmente) tiene una incidencia alta sobre su evolución a corto plazo.
2. Su no acotación. Relacionada con la anterior, las dificultades mencionadas anteriormente sobre su acotación hacen de ella una zona difícil de defender, siendo además no sólo afectada por los procesos que en ella se desarrollan sino también por los de zonas aledañas.
3. Por último su utilización relativamente reciente, el que tradicionalmente haya sido una zona poco utilizada por el hombre, ha disparado su vulnerabilidad en un período de tiempo muy corto, con afectación espacial muy alta.

La conjunción de peligrosidad y vulnerabilidad sirven para establecer el grado de fragilidad del Área Litoral. Esta se define como la debilidad o la facilidad para alcanzar un determinado nivel de deterioro.

Variabilidad espacial y temporal estocástica

Asociada a la variedad y a la fragilidad de los elementos del sistema costero se encuentra la variabilidad, definida como la capacidad de variar o evolucionar del mismo. La variabilidad implica incertidumbre en cuanto al sentido de la evolución, lo que a su vez determina un riesgo en cuanto a la toma de decisiones.

De entre los elementos del medio físico el elegido en la definición anterior de las áreas litorales, la climatología marítima, se caracteriza por su variabilidad estocástica, temporal y espacial, con pautas cíclicas anuales, hiperanuales, seculares, milenarias, decamilenarias y mayores, y gradientes espaciales en función de los factores geográficos. La utilización del litoral está condicionada, y en muchos casos gobernada, por las pautas cíclicas y los gradientes espaciales de los agentes climáticos.

Por lo que a la economía se refiere, en los distintos sectores económicos el riesgo controla los usos. Los usos los delimitan las tendencias de los valores, pero la toma de decisiones final se fundamenta en el riesgo, y el riesgo no depende de las tendencias sino de la aleatoriedad del sistema. El registro de una variable física como la temperatura puede ofrecer una tendencia. Esa tendencia puede considerarse estable, en un período de tiempo concreto, utilizando además referencias como la temperatura máxima, media y mínima. Una medida de protección puede ser utilizar la referencia más desfavorable, pero dicho procedimiento, además de implicar los costos más elevados, no ofrece información sobre el número de fallos (es decir que se dé la referencia más desfavorable o mayor) ni sobre la duración del fallo, (duración del fenómeno).

En este trabajo se propone dimensionar los usos y las actividades en función del riesgo. Hasta ahora se han gestionado los usos y actividades en función de las tendencias: extremas, medias o mínimas. Aquí se propone incluir además información acerca del riesgo que permita dimensionar adecuadamente los distintos usos y evaluar el n^o de fallos y la duración de los fallos.

Globalidad

La franja litoral desempeña globalmente la función de intercambiador y transformador de masa y energía entre los sistemas marino y terrestre a través de sus unidades ambientales. Entre ambos sistemas pueden encontrarse unidades mixtas de transición, limítrofes o periféricas, a través de las cuales los volúmenes de control con flujos de sustancias (masa) y energía transforman sus cualidades; hay gradientes (espaciales) de cualidades. Estas transformaciones y estos gradientes tienen sus escalas temporales (ciclos de sollicitación, anual, hiperciclos) y espaciales (regional y local). Este esquema conceptual se aplica de forma similar al medio físico y sus intercambios biogeoquímicos como al medio socioeconómico y sus intercambios de materias y personas.

La función global lleva además aparejadas sendas consideraciones cuales son: (1) la unidad funcional en el sentido de que la franja litoral constituye una entidad en su conjunto y (2) la dependencia espacial de los elementos que la componen, es decir el grado en el que el ecosistema global depende de los procesos que ocurren en dicho área. De ambas se deduce la importancia en la definición de los límites espaciales y temporales.

Unicidad (Singularidad/Especificidad)

Aún compuesto por elementos muy diversos, la cualidad de pertenencia o proximidad a un sistema bifásico, con características tan dispares para cada una de las fases, hace de sus manifestaciones elementos únicos. Es dicha cualidad una función global y esencial que no puede ser realizada por ningún otro sistema natural o artificial. Cada vez que se pierde un elemento del sistema litoral se pierde algo único e insustituible.

La unicidad puede ser del sistema o de alguna de sus unidades ambientales, pero también de sus unidades socioeconómicas. Las técnicas de pesca artesanales constituían un sistema socioeconómico global y único que se ha perdido con la mecanización y la multiplicación de las capturas que han llevado los caladeros, en concreto en el mediterráneo, prácticamente a su desaparición. Destacable es la incidencia que en las economías de los municipios de la unidad de estudio, situada entre Tarifa y Sancti Petri, ha ocasionado el incremento y la mecanización de la actividad pesquera, como consecuencia de ambos la disminución de caladeros en el Mediterráneo y, por último, la cancelación de los acuerdos de pesca con el reino de Marruecos.

Irrepetible

El sistema litoral es la consecuencia del proceso climático holoceno y su evolución temporal. Se puede considerar que clima y costa han sido algunos de los elementos determinantes de la evolución de la civilización actual. La bondad climática a la que se liga esta, se inicia en el

Norte de África y en el Oriente Medio y se extiende progresiva y alternativamente hacia la Europa del Mediterráneo y del norte, con un ritmo determinado por las pulsaciones climáticas. Relacionada con el clima, la evolución de la línea de costa viene condicionada por el nivel medio del mar que determina su posición y el nivel de base o cota hidrodinámica de los vertidos de aguas continentales y subterráneas, ríos principalmente. El rápido ascenso del nivel del mar entre 11000 y 6000 no fue seguido por un ascenso similar del fondo de los cauces y estuarios. Sin embargo la ralentización de la subida del nivel medio del mar, desde hace aproximadamente 6000 años, ha producido la subida de aquellos fondos y la colmatación de cauces y estuarios.

La línea de costa actual, con sus diversas cualidades es, en definitiva, un sistema irrepetible, consecuencia de la evolución aproximadamente de los últimos 12000 años

Transitoriedad o temporalidad del litoral y de la civilización

Como se ha comentado más arriba, existe una evolución espacial y temporal de las cualidades ambientales y socioeconómicas forzadas por los esquemas climáticos. En dicha evolución intervienen los gradientes. Cuando los gradientes son altos la naturaleza tiende a suavizarlos, buscando la situación de equilibrio.

Si se piensa en un paisaje montañoso, como es el caso de Sierra Nevada en la Cordillera Penibética, las cumbres más elevadas, en las que debido a la altitud hay escasez de vegetación, el proceso que predomina es la gelifracción desmoronando rápidamente el edificio rocoso. Su estado evolutivo es el de finalización de la orogenia.

Para clasificar los estados en que pueden encontrarse las distintas unidades puede recurrirse a la teoría de ciclos geográficos recurrentes (Davis, W.M., 1889); de elevación, erosión y desgaste hasta la formación de penillanuras. Este “ciclo de erosión” (ciclo geomorfológico) reposa en una analogía orgánica para descubrir las fases de evolución del relieve (juventud, madurez, senectud, que desembocaban en un nuevo ciclo de rejuvenecimiento). Para el ejemplo de Sierra Nevada su estado sería de las últimas etapas del período juvenil.

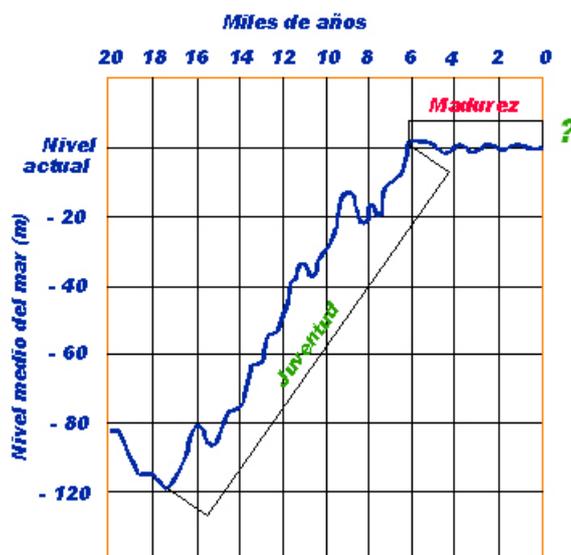


Figura 3.3: Etapas en la evolución media del mar holoceno

Para analizar el estado actual de la costa es fundamental, como se ha apuntado anteriormente, el conocimiento del nivel medio del mar (figura: 3.3). Si se analiza su evolución pueden observarse

las distintas etapas:

1. Subida rápida del nivel medio. La evolución de los fondos es mucho más lenta que la de la superficie, aún cuando comienza un proceso de relleno. En las corrientes fluviales, debido a la disminución de la velocidad de transporte, se produce un relleno de la última parte del cauce y una erosión intensa de la parte alta, debido a la tendencia al equilibrio que supone la equivalencia de pendientes.
2. Variación de las formas litorales, fluviales y de los fondos, con cambios en el nivel de base, debido a la energía de que disponen las mareas en el nuevo nivel. A ello se añade la pérdida de hielo, que añade, al incremento del agua de mar, el incremento térmico de la atmósfera.
3. Evolución lenta del nivel del mar. La rápida disminución de la pendiente de la recta de variación de la superficie no se acompaña con una disminución en el proceso evolutivo de los fondos, con lo que se inicia un proceso de aproximación entre estos y la superficie.

Del análisis de dichas etapas se infiere la diferencia entre las escalas de los procesos morfológicos e hidrodinámicos que las variaciones citadas provocan, pasando de un período de desfase a otro de igualación, a los que en la teoría de Davis podrían asimilarse estadios de juventud para el primer período y de madurez para el segundo, si bien ha de tenerse en cuenta que el sistema no es estacionario y continúa evolucionando.

Sostenibilidad de los gradientes

Los procesos asociales a los sistemas naturales se manifiestan con escalas y magnitudes diversas. Entre ellos, se encuentran los procesos súbitos e impulsivos que transforman bruscamente un determinado entorno y generan fuertes gradientes espaciales y temporales. Un entorno ambiental debe estar en condiciones de “absorber” estos gradientes. La actividad socioeconómica desarrollada en su entorno debe atender esta restricción. La última lección recibida con ocasión del maremoto de Indonesia, es un paradigma de una actividad turística ejecutada sin atender la realidad de que en la zona son hechos frecuentes la ocurrencia de terremotos y la posible generación de tsunamis.

Evolución

Pocas ideas cambian tan drásticamente la visión de la naturaleza y la posición que el ser humano ocupa dentro de ella, como la idea de cambio o evolución que aquella lleva implícita: evolución de los seres vivos, evolución de las especies y, por supuesto, evolución de su entorno. Las especies que pueblan la tierra proceden de otras formas distintas que en el pasado existieron y que, a través de un proceso continuado de transformación, han llegado hasta el momento actual. El entorno por su parte, ha evolucionado a lo largo de las eras geológicas afectado, en principio por los grandes movimientos tectónicos, y alterado sobre todo por los agentes meteorológicos que mediante transformaciones sucesivas han dado lugar a la enorme variedad de formas existente en la actualidad.

La función global, esencial y única que desempeña el sistema costero evoluciona en el tiempo de acuerdo con parámetros determinados, principalmente por las variaciones climáticas y su repercusión en el Nivel Medio del Mar y en el ciclo hidrológico.

Compensación

En el esquema clásico de análisis de impacto ambiental se suele plantear que la modificación del entorno ambiental, por impactos severos o menores, se puede paliar mediante sustitución por medidas compensatorias. La compensación supone intentar resarcir un daño o un perjuicio causado. Es evidente que la introducción de medidas tales como subvenciones, partidas económicas,

etc. contribuyen a minimizar una parte de los problemas generados por el mantenimiento del sistema ambiental, en el sistema socioeconómico. No obstante no se debe suponer que su aplicación supone el fin de las deficiencias medioambientales. Para ello cual es necesario introducir otro tipo de medidas complementarias. Este tipo de soluciones no pueden constituirse de forma permanente en el modelo que se debe aplicar a las unidades ambientales con las cualidades que caracterizan las zonas costeras.

Como consecuencia de la necesidad de atender de manera especial la problemática general de la franja litoral o de determinados aspectos concretos que se considera que actúan como factores determinantes, se han de establecer por el contrario: (1) programas preventivos dirigidos a desarrollar el diseño de aquellos requisitos necesarios que debe cumplir el sistema en su conjunto o de forma sectorial, y (2) programas paliativos, basados fundamentalmente sobre la idea de reforzar aquellos elementos previamente debilitados o dañados.

También se han de introducir medidas de restauración o de recuperación, basándonos en las capacidades de “restaurabilidad” o “recuperabilidad” del sistema litoral. Las medidas compensatorias se basan en la capacidad de regeneración de los sistemas ambientales. Ejemplos son la restauración hidrológica, forestal, fluvial, marítimo-costera, el establecimiento de arrecifes artificiales, etc.

Principios socioeconómicos

Localización

Las unidades socioeconómicas desarrolladas en los entornos costeros deben ser compatibles con la funcionalidad del sistema y las próximas a la línea de costa deben generar gradientes sostenibles de las cualidades ambientales.

Se asocia la localización con el carácter regional de la economía y supone una aproximación al espacio como factor determinante para el crecimiento económico. El campo emergente hacia la mitad del siglo XX de la Economía Regional, explica bien la complejidad de este atributo. En el sistema litoral cada elemento ocupa un lugar concreto. A veces la pugna entre usos da lugar a conflictos e incompatibilidades, que han de medirse como el grado de aptitud para unirse en un mismo lugar acciones relacionadas con los recursos naturales y actividades relacionadas con el medio humano y socioeconómico.

Competitividad y transferencia

Además deben de contribuir significativamente al sistema socioeconómico puesto que el litoral así lo hace con el entorno ambiental. Por eso, estas unidades deben fomentar la competitividad y la transferencia de tecnología y deben satisfacer los principios de sostenibilidad de los gradientes propios y los inducidos en el sistema.

Deben establecerse mecanismos que apoyen el incremento de la competitividad del tejido socioeconómico (en especial el empresarial) a través del fomento de acciones de innovación que tengan como resultado la sensibilización y la dinamización de la cooperación y la producción tecnológica. Ello supone ventajas en su producción / exportación (ingresos adicionales al esfuerzo investigador, acceso a nuevos mercados, reducción de riesgos, acceso a instalaciones y tecnologías del destinatario, etc.), pero también se producen aún cuando la tecnología se importe (disminución del coste del desarrollo de nuevas tecnologías, disminución del riesgo de fracaso de proyectos, reducción de los tiempos de innovación / producción, obtención de sinergias de cooperación, etc.).

Transitoriedad y Temporalidad

Por definición, las actividades socioeconómicas se producen y establecen con el afán de que su

duración sea ilimitada. El óptimo se conseguiría si su funcionamiento estuviese además sometido a control de calidad. No obstante las actividades de la vida cotidiana muestran la lejanía con respecto a ambas características e introducen el principio de transitoriedad, entendiendo por tal la previsible caducidad, o el carácter perecedero de la actividad, e incluso su fugacidad o provisionalidad.

Asociado a la duración se define el concepto de vida útil de la actividad como el período de tiempo en el que la misma cumple la función principal para la que ha sido concebida (ROM 0.0, 2001). Al final de la vida útil económica (entendida como ciclo vital dentro asociado al ciclo socioeconómico) de cada una de las unidades socioeconómicas, se deberá decidir entre la continuidad en la utilización socioeconómica del medio y, en su caso, de su cualidad y calidad, y el retorno de la unidad ambiental definiendo su contribución funcional al conjunto.

Principios de reciprocidad

Concomitancia y complementariedad

Las unidades ambientales y socioeconómicas deben coexistir, ser mutuamente compatibles y, en su caso, complementarias, sin funcionalidades antagónicas, es decir que no se afectan negativamente. La buena complementariedad de los medios con una aplicación óptima de competencias ha de reducir en la medida de lo posible la generación de “costes”, ambientales y económicos.

Se ha de reconocer la existencia de diferencias cualitativas y cuantitativas, la investigación es un buen medio, en el análisis de la comprensión de ambas realidades, ya que se desconoce el aporte que cada una de ellas hace al conjunto. Se hace necesario reconocer cada uno de los aportes para lograr una mayor y mejor aproximación a la realidad estudiada.

El principio de complementariedad es una posibilidad de articulación respecto a las opciones que brinda cada tendencia para ver que tipo de acciones e interacciones forman pautas. Su análisis ha de tener en cuenta la multiplicidad de facetas y perspectivas a través de datos multirreferenciales.

Gradualidad

La recuperación y recreación de las unidades ambientales y la sustitución o creación de unidades socioeconómicas debe realizarse gradualmente en el tiempo y en el espacio, simultaneando y compatibilizando ambas actividades. Es esta una estrategia por medio de la cual las modificaciones van siendo aplicadas por etapas con el fin de ir perfeccionando los mecanismos de adaptación de manera paulatina, o de forma que no se provoquen transformaciones abruptas no deseadas.

En aplicación de este principio se han de evitar o, en caso de no ser posible, reducir al mínimo posibles períodos de coexistencia de unidades antagónicas, descartando estrategias que puedan prolongar períodos transitorios. La modificación de la estructura ha de hacerse provocando los necesarios reacomodos o adaptaciones entre los diferentes elementos. Para conseguirlo se ha de comprometer la mayor cantidad posible de actores institucionales.

Reversibilidad

Las actuaciones para la recreación de unidades socioeconómicas en el territorio costero deben ser reversibles. En este sentido se ha de tener en cuenta el concepto de evolución. La reversibilidad de las unidades no implica el desmantelamiento de las mismas y la restitución del medio a su estado originario en sentido determinista, sino su restauración, recobrando, o renovándolo en aquel estado que previsiblemente tenía.

Sostenibilidad y compatibilidad evolutiva

Las actuaciones con unidades funcionales de diverso tipo deben ser autoorganizadas y capaces de evolucionar de forma compatible con las otras unidades. La compatibilidad evolutiva implica asegurar la viabilidad de diferentes tipos de poblaciones reduciendo la competencia entre usos contrapuestos y permitiendo la pervivencia de aquellas poblaciones con explotaciones tradicionalmente vinculadas a la franja litoral, como es el caso de la expulsión de las poblaciones de pescadores tradicionales de los centros turísticos. Deben de aplicarse criterios de sostenibilidad y compatibilidad en la planificación de actividades sectoriales que inciden en mayor medida de forma que no contribuyan a la pérdida o infrautilización de hábitat de calidad. Las medidas correctoras que en su caso se empleen deberán asegurar la compatibilidad y la conservación, potenciando la asimilación socioeconómica de los ecosistemas naturales.

Reparto Equitativo de Costes y Beneficios

La función esencial y única que desempeña el sistema costero conlleva la existencia de beneficios ambientales y socioeconómicos. La recreación, regeneración y restauración de unidades ambientales deben estar promovidas y su coste asumido por las entidades públicas competentes. La creación de unidades socioeconómicas puede ser realizado tanto por las administraciones públicas como por las entidades privadas con el fomento y el incentivo público para aquellas que satisfagan los requisitos de competitividad y transferencia.

3.4. Calidad del Área Litoral

Si las cualidades de un sistema son naturales o adquiridas, pero inherentes al mismo, la intervención en las unidades que lo componen, que en este trabajo se han agrupado en ambientales y socioeconómicas, implica la determinación de un elemento de valoración ajeno a dicho sistema, esto es, la calidad del mismo.

Las calidad se puede definir como la propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una persona o cosa que permiten apreciarla con respecto a las restantes de su especie: mejor, peor o igual. La calidad es una valoración extrínseca y mutable, modificable, transformable, alterable, convertible y reformable y por tanto subjetiva. Valora comparativamente y por tanto requiere criterios de calidad y éstos son variables en tiempo y espacio. Puede aceptarse con generalidad que la calidad es subjetiva, personal y social.

Las unidades ambientales y las unidades socioeconómicas se definen por cualidades y se clasifican por calidades. Los criterios que se propongan de comparación de las cualidades de las unidades funcionales posibles, deben analizar: la eficiencia de la actuación, la oportunidad y el coste.

El objetivo de las actuaciones es la optimización del sistema en su conjunto y en cada una de las unidades ambientales y socioeconómicas que las componen, valorando sus requisitos de uso y explotación adecuados a las unidades ambientales con prevalencia socioeconómica su adecuación a una ordenación del territorio regional.

Se propone que en el medio plazo se jerarquicen: (1) las unidades ambientales por su contribución a la globalidad, los gradientes sostenibles, la biodiversidad del sistema costero y su tolerancia para colaborar en la laminación de sucesos extremos, y (2) las unidades socioeconómicas por su contribución a la mejora de la competitividad y a la transferencia del conocimiento, especialmente a las unidades orientadas al uso y explotación de los recursos marinos.

Se recomienda priorizar la ejecución de unidades funcionales con alguna de las siguientes cual-

idades prevalentes, ordenadas desde aquellas que fortalecen el carácter ambiental hasta aquellas otras que fomentan el desarrollo socioeconómico de la costa y su entorno, siendo su finalidad:

- Acotar ambientalmente el sistema costero
- Colaborar en la transición entre unidades con gradientes sostenibles
- Ayudar a medio plazo a laminar las pulsaciones del nivel del mar.
- Fomentar a medio plazo el uso y explotación sostenible de los recursos marinos
- Ayudar a corto plazo a impulsar y mejorar el bienestar socioeconómico de la zona y su entorno.

Criterios de Calidad

El proceso para el establecimiento de criterios de calidad parte de la dificultad inicial de estudiar los distintos componentes del sistema de forma aislada. Las interrelaciones entre los mismos se acepta que pueden producir sinergias positivas, pero también fenómenos multiplicadores de los efectos negativos. A ello ha de añadirse la variabilidad del concepto y la percepción subjetiva de sus valoraciones. No obstante la sistematización de la formulación a través del método científico permite objetivar o hacer objetivables dichos criterios.

El primer paso del procedimiento es la selección de elementos y la recopilación de datos que los caractericen. Es evidente la evolución que se ha producido en los últimos años en los que las bases de datos son caracterizados por su facilidad de recopilación y de manipulación y gestión, y las posibilidades de tratamiento informático y de generar mapas de evaluación.

El análisis de los datos permite (1) identificar áreas de concentración o de dominio de los distintos elementos e (2) identificar interacciones y conflictos entre ellos. De acuerdo con la división funcional del sistema en unidades ambientales y unidades socioeconómicas el análisis ha de hacer incidencia en la evolución espacial y temporal dichas unidades. La evaluación de su previsible evolución ha de tener por último carácter probabilístico, esto es ha de tener en cuenta la incertidumbre.

En la fase de síntesis los elementos identificados en la fase anterior han de ser graduados en diferentes niveles, individualmente de las áreas identificadas y de los conflictos entre recursos y desarrollo. La combinación con los resultados del análisis precedente ayuda a precisar el proceso de identificación. Permite asimismo desarrollar el conocimiento o la comprensión de las relaciones (espaciales y temporales) entre factores ambientales (biológicos o físicos) y socioeconómicos (actividades).

La identificación precedente puede proporcionar una lista muy larga de criterios. La primera tarea ha de ser pues la de seleccionar categorías agrupadas para cada una de las unidades. El objetivo de la selección ha de ser incrementar el grado de objetividad de la aplicación. Si el criterio es la protección frente al turismo masivo de un paisaje de alto valor, el énfasis ha de hacerse sobre elementos tales como la accesibilidad, la vulnerabilidad, la peligrosidad y en su caso la capacidad de carga. Si por el contrario el criterio es fundamentalmente económico el énfasis gravitará sobre la capacidad de los recursos, las posibilidades para su explotación y la generación de beneficios, presente y futuros.

La función principal de los criterios ha de ser la de permitir la cuantificación del elemento, para proceder a su valoración. En este sentido las funciones estadísticas pueden resultar de

gran ayuda, en concreto el análisis de componentes principales permite identificar relaciones de dependencia entre los elementos a valorar.

Criterios Socioeconómicos

Los beneficios sociales y económicos pueden ser valorados en términos de:

Cultura ambiental. El modo de vida y las costumbres, el conocimiento y grado de desarrollo del grupo influye en la percepción que se tiene del medio. La educación y la puesta al día de los conocimientos inciden en la concienciación social, uno de cuyos motores ha de ser la investigación.

Valoración social. Relacionado con el anterior, el grado de aceptación social que exista sobre un determinado elemento, influirá en la implicación social en el mantenimiento de las cualidades sus cualidades y por ende de su calidad.

Conflictos de intereses. Mide la existencia de enfoques distintos y contrapuestos de un mismo fenómeno. Cabe distinguir dos tipos de conflictos: (1) aquellos que se producen entre los residentes y las actividades que puedan afectarles, como por ejemplo el establecimiento de restricciones a la pesca en una zona de actividad netamente pesquera y (2) aquellos que se producen entre actividades confluentes y que pugnan por el mismo espacio, cual pueden ser la acuicultura y la existencia de actividades turísticas acuáticas.

Importancia de los recursos. Grado en el que los recursos pueden ser explotados, sea este a nivel local o regional, su importancia comercial, y el grado en el que la población de la zona esté afectada por la economía de su explotación.

Fortalezas y debilidades. Grado en el que se puede cuantificar los posibles beneficios económicos que genera una explotación adecuada de los recursos o generar deseconomías si la explotación que se hace amenaza directamente con su destrucción irreversible.

Criterios ambientales

Los valores del medio físico natural y biológico son valorados en términos de:

Naturaleza y paisaje. Ausencia de degradación y evolución natural. Las características naturales y paisajísticas de la línea de costa varían dependiendo de los materiales, especialmente las rocas, que la componen, de las corrientes, la intensidad del viento y del oleaje y de la propia estabilidad de la costa. Los paisajes litorales abundan en formas variopintas alternando formas escarpadas y verticales con formas planas, rectas y curvas. Pueden considerarse las formas como distintas fases del proceso evolutivo, pero en general se acepta que inicialmente son irregulares, más de mantenerse estables, los procesos de erosión y sedimentación terminarán por producir costas más rectas y regulares. El proceso además está asimismo relacionado con la variación del nivel medio del mar. En función de la pendiente de la línea de costa: (1) cuando la pendiente es suave, cambios pequeños del nivel del mar producen modificaciones sustanciales mientras que, (2) la misma elevación a lo largo de una costa empinada provoca una modificación pequeña. Los paisajes costeros planos, fundamentalmente las playas, pueden considerarse en un estado evolutivo de madurez y además pueden ser muy afectados por variaciones pequeñas del nivel del mar.

Diversidad. Natural y biológica. Variedad, abundancia o riqueza de ecosistemas, hábitats, comunidades y especies, que son patrimonio de una región o lugar. El crecimiento económico que tiene como base la explotación de esos recursos produce efectos positivos sobre el progreso y el bienestar social de las poblaciones. No obstante, de forma simultánea puede provocar impactos

considerables en el entorno natural, tanto físico como biológico. La pérdida de diversidades es un indicador ambiental, pero no tiene solamente repercusiones ambientales. También repercute negativamente en el desarrollo económico y el progreso social, provocando una disminución global de la calidad de vida del ser humano, considerado como uno de los elementos componentes del medio natural.

El procedimiento para la implantación del criterio habrá de tener en cuenta las fases de: (1) caracterización, (2) análisis ecosistémico, (3) conocimiento del funcionamiento y (4) usos y valoración.

Productividad. Mide la capacidad o el grado de producción de las áreas marinas o terrestres y su contribución al desarrollo natural o humano. Por analogía con el término económico puede considerarse que el medio físico-natural está compuesto por agentes naturales, físicos y biogeoquímicos que lo transforman y establecen un tipo de evolución. Como en cualquier proceso productivo los factores o elementos intervienen en proporciones distintas, no obstante, la evolución es el resultado de su conjunción. Se acepta como generalidad que si todos los factores aumentan proporcionalmente la producción puede aumentar indefinidamente. No obstante la estabilidad de todos los elementos y el crecimiento de uno solo de ellos conlleva la ralentización del ritmo de crecimiento y termina ofreciendo crecimientos negativos. La intervención del ser humano basada exclusivamente en criterios de productividad o rendimiento económico tiende a incrementar los desequilibrios entre los distintos elementos.

Grado de amenaza. Conjunto de amenazas potenciales o reales, presentes o futuras que pueden cernirse sobre las áreas litorales y que pueden estar relacionadas con la explotación directa de los recursos o con el desarrollo de determinados proyectos. Entre las amenazas más comunes pueden citarse: (1) Pérdida de superficies naturales, con especial mención de aquellas con fuerte diversidad física o biológica. (2) Fragmentación o pérdida de conectividad de los ecosistemas o de los hábitats de una zona, cual pueden ser los generados en presencia de grandes infraestructuras o asentamientos urbanos. (3) Cambios en la densidad de población. Puede considerarse un indicador indirecto que habría que relacionar con las actividades que se desarrollan en primer lugar y con la estructura productiva y con el nivel de bienestar de la población. Ha de tenerse por último en cuenta la estacionalidad. (4) Presión sobre elementos únicos.

Restaurabilidad. Capacidad del medio de recuperar su estado original. La restauración como acción o actividad humana cae dentro del ámbito de la conservación, como parte de la gestión de recursos. Puede entenderse en un doble sentido: (1) como recuperación. Se hablará de recuperación cuando se pretenda llevar al medio, o a uno de sus ecosistemas a su estado natural, equivalente a un original previos a las alteraciones naturales ocurridas. Un ejemplo lo constituye la colmatación por acción natural de un lago o una laguna litoral, como consecuencia de los aportes de los ríos o de la dinámica relacionada con el transporte de sedimentos respectivamente, y la recuperación del volumen de agua depositada o el prisma de marea respectivamente; (2) como reparación. Se hablará de reparación cuando la reparación tenga como origen una alteración o daño provocado por la acción del hombre.

3.5. Restricciones e Implicaciones

Las implicaciones que se derivan de la aplicación de unos principios de actuación de entornos ambientales con las cualidades de globalidad, esencialidad y unicidad son múltiples e incluye el diálogo que debe establecerse entre la ordenación territorial de dimensión regional con las competencias urbanísticas municipales y las competencias administrativas del Estado, sin olvidar el acervo Europeo, arbitrando un conjunto de restricciones a las actuaciones en la zona. Entre

ellas, son de destacar el ámbito territorial y el marco temporal.

- **Ámbito territorial**, que afecta al conjunto espacial en el que se encuentra la zona litoral y sus territorios perimetrales. En lo que al territorio afecta, en concreto a la franja costera hay que distinguir cuatro ámbitos de decisión competentes: local, regional, nacional y europeo, en ocasiones con competencias excluyentes, pero las más de las veces concurrentes.
- **Marco transitorio evolutivo**, que en el caso de unidades ambientales naturales está determinado por el proceso evolutivo natural y en el caso de unidades socioeconómicas está definido por la vida útil de la actividad o el uso. Esta transitoriedad implica el establecimiento de prerequisites de uso, requisitos de explotación y, en su caso, requisitos de renovación o cese de la actividad, transcurrido su vida útil estimada.

Las implicaciones de la puesta en práctica de un plan de recuperación global, ambiental y socioeconómica de la franja litoral son:

- **Administrativa**, las administraciones públicas deben establecer políticas de recuperación del dominio público marítimo-terrestre, “sin prisa pero sin pausa”.

En el nivel local los planes urbanísticos han de establecer políticas de desarrollo urbano, que protejan la costa, mediante el establecimiento de usos de suelo compatibles con la evolución natural del sistema y delimitando y preservando las zonas especialmente sensibles.

En el regional y en aplicación de sus competencias específicas las distintas comunidades desarrollan materias relacionadas con el medio ambiente costero cual son las leyes del suelo y ordenación urbanística que desarrollan el marco estatal. En concreto en la Comunidad Autónoma de Andalucía, la Ley de Ordenación Urbanística de Andalucía de 2002 establece una mayor protección del litoral y su zona de influencia, determinando que la relevancia territorial se extenderá a los municipios en función de su población (>20.000 hab.) y todos los del litoral, que deberán aprobar normativas de protección y adecuada utilización.

En el resto de competencias regionales medioambientales pueden citarse normas relativas a la declaración de Parajes, Espacios naturales y Reservas integrales, de Flora y Fauna silvestres, Forestales y de Prevención y lucha contra los incendios forestales. En concreto la Ley de Protección Ambiental de Andalucía dedica un Título, el III a la calidad y un capítulo, también el III, a la Calidad de las Aguas Litorales, enfoque excesivamente sectorial, cuando la citada norma define que la protección del litoral es un objetivo de interés económico y ambiental para Andalucía.

En el ámbito estatal la Constitución Española de 1978 regula el régimen jurídico del dominio público, inspirándose en los principios de inembargabilidad, inalienabilidad e imprescriptibilidad, y en concreto establece que son bienes de dominio público los que determine la ley y, en todo caso, la zona marítimo terrestre, las playas, el mar territorial y los recursos naturales de la zona económica y la plataforma continental. Existen en su desarrollo un conjunto de normas relacionadas con el medio ambiente en general y, en algunos casos, dictadas específicamente para la franja litoral: Ley de Costas, Plan Hidrológico Nacional, Ley de Montes, Ley del Ruido, Ley sobre prevención y control integrados de la contaminación.

La Ley de Costas recoge la recomendación del Consejo de Europa, sobre protección de zonas costeras y la de la Carta del Litoral de 1981 de la, entonces, Comunidad Económica Europea.

Por lo que a Europa se refiere, en el nuevo Tratado por el que se establece una Constitución para la Unión Europea se hacen gran número de referencias al medio ambiente en general

y a las políticas medioambientales, referencias que ha de entenderse inciden de manera directa sobre la franja litoral.

Entre sus objetivos figura el obrar en pro del desarrollo sostenible y en un nivel elevado de protección y mejora de la calidad del medio ambiente y la promoción del progreso científico y técnico (parte II “Carta de los Derechos fundamentales de la Unión” art. I-3.3)

En su parte III “De las políticas y el funcionamiento de la Unión”, las exigencias de protección del medio ambiente son parte integrante con el objeto particular de fomentar el desarrollo sostenible (art. III-119). En cualquier caso las propuestas que se presenten para su protección se basarán en conseguir niveles elevados, teniendo en cuenta especialmente cualquier novedad fundada en hechos científicos (art. III-127.3). Se reserva a los distintos estados en función de sus necesidades específicas el mantener determinadas disposiciones medioambientales (art. III-172.4) o establecer nuevas disposiciones fundadas en novedades científicas (art, III-172.5).

El conocimiento científico, su evolución y desarrollo son parámetros determinantes de la protección ambiental. Se habilitarán fondos específicos para la realización de proyectos en este sector y en otro muy relacionados cual son las redes transeuropeas de infraestructuras de transporte (art. III-223).

La sección 5 de la parte III está íntegramente dedicada a Medio Ambiente, considerando como objetivos prioritarios de la política medioambiental:

- Preservar, proteger y mejorar la calidad del medio ambiente
- Proteger la salud de las personas
- Utilizar los recursos naturales de forma prudente y racional
- Promover medidas a escala internacional destinadas a hacer frente a los problemas regionales o mundiales del medio ambiente

Que han de tender a conseguir un nivel elevado de protección basándose en los principios de:

- Precaución
- Prevención
- Corrección de daños y
- Quien contamina paga

teniendo en cuenta para su aplicación: (1) los datos científicos y técnicos disponibles, (2) las condiciones medioambientales de las diversas regiones de la Unión, (3) las ventajas y cargas que pueden derivarse de la acción o de la falta de acción y (4) el desarrollo económico y social de la Unión en su conjunto y el desarrollo equilibrado de sus regiones.

- Ordenación territorial de la franja litoral y su entorno. Teniendo en cuenta la existencia de las figuras de protección existentes y otras que pudieran ser. Esta ordenación territorial afecta a varios municipios por lo que La Junta de Andalucía debe regular las actuaciones territoriales de los distintos municipios de común acuerdo con la Administración del Estado. En el ámbito de la Unión Europea, en la reciente Constitución se establece la necesidad de adopción por parte del Consejo y por unanimidad aquellas leyes o leyes marco que establezcan medidas que afecten: (1) a la ordenación del territorio, (2) a la gestión cuantitativa de los recursos hídricos o, directa o indirectamente, a la disponibilidad de los mismos y (3) a la utilización del suelo.

La Constitución Europea fue aprobada en España por referéndum el 20 de febrero de 2005, con un 76,73 % de votos afirmativos, si bien fue rechazada en similares procesos en Francia y Holanda, lo que provocó su paralización, pese a estar aprobada por una mayoría de parlamentos. En la actualidad sigue vigente el Tratado de Niza hasta 2009 en tanto no se produzca su desbloqueo.

3.6. Conclusiones del Capítulo III: Evolución y Planificación versus Procesos y Gestión

En esta tesis se propone un procedimiento de planificar y gestionar teniendo en cuenta los procesos y la evolución del sistema litoral tanto natural como socioeconómico.

En el capítulo I se concretaron las escalas espaciales y temporales de los procesos que intervienen en la evolución del sistema litoral. En los apartados anteriores se han concretado la evolución del medio físico y del medio socio-económico. Definido un intervalo de tiempo, el sistema evoluciona localmente bajo la acción de los procesos cuya escala temporal es mucho menor, menor, o igual que el intervalo de tiempo. Pero los procesos cuya escala temporal es mucho mayor, o mayor que el intervalo de tiempo considerado, son a todos los efectos estacionarios.

Análogamente, definido un tramo de costa, el sistema evoluciona espacialmente bajo la acción de los procesos cuya escala espacial es mucho menor, menor, igual que el tramo de costa considerado. Pero los procesos cuya escala espacial es mucho mayor, o mayor que el tramo son a todos los efectos estacionarios.

La planificación de un sistema litoral abarca un tramo y un tiempo; el primero puede ser una playa o un tramo de costa de varios kilómetros de longitud; el intervalo de tiempo en general suele ser el ciclo económico de las obras, vida útil o el ciclo socioeconómico del tramo, p.ej. 50 años. La planificación debe fundamentarse en la evolución espacial y temporal, relacionadas con la escala espacial y temporal de actuación. El modelo de gestión debe definir las acciones a realizar que permitan alcanzar los objetivos de planificación, teniendo en cuenta los procesos con escalas espaciales y temporales que intervienen en la evolución del sistema litoral gestionado.

Escalas de planificación y proyección:

1. la escala de proyección y prospectiva. Es aquella que intenta superar el vacío existente entre certeza e incertidumbre, aumentando la percepción acerca de lo posible, o al menos de lo probable hacia el futuro.
2. El límite a considerar es el de proyección de la vida útil asociada a dichas estructuras, incluido su desmantelamiento, esto es un período de alrededor de 100 años

La evolución de las actividades costeras y de uso del litoral de forma intensiva, asociadas sobre todo al fenómeno turístico tienen especial relevancia en períodos estacionales, pero su temporalidad en la demanda de transformaciones que inciden sobre el territorio, se realiza en la escala de los ciclos económicos, y su incidencia sobre el medio natural ha de evaluarse en la escala de proyección.

Por lo que a la escala espacial se refiere el ámbito de este trabajo es el local y regional. Se propone el estudio de una unidad, caracterizada por un medio físico marítimo y terrestre de gran riqueza, que alterna gran cantidad de formas: playas rectas, acantilados, calas, marismas, y una fauna marítima de gran riqueza en la confluencia del Mar Mediterráneo y el Océano Atlántico.

Tierra adentro bosques, monte bajo, matorral y pastizales, salpicadas de asentamientos, algunos de considerable densidad y gran predominio de hábitat rurales diseminados.

Optimización versus planificación

El núcleo central del trabajo es la determinación de una función objetivo, que optimice las actividades que se realizan en el litoral, restringida por las condiciones del medio físico y por las condiciones del medio económico y cuyo eje esté constituido por una función que tenga en cuenta la sostenibilidad a través de la comprensión de los procesos físicos y de los modelos naturales y el mantenimiento o incremento de la calidad de vida, a través de la planificación y el uso del territorio, en tres facetas determinadas: el uso de los recursos, la reposición artificial y la transferencia de recursos y la absorción natural del territorio.

Capítulo 4

Elaboración del Modelo

Introducción

El conocimiento de los elementos del sistema litoral y de su previsible evolución conlleva la aceptación de dos premisas de partida:

- La alta variabilidad del sistema físico-natural, de sus elementos componentes: marino, terrestre y aéreo, y de las transferencias que entre ellos se producen y por otra parte la variabilidad también alta de los elementos social y económico que en él se desarrollan.
- La incertidumbre en el pronóstico, sobre la evolución de ambos sistemas que procede de la aleatoriedad, tanto de los fenómenos naturales, como de la conducta humana y de las relaciones entre ambos que se modifican asimismo de forma aleatoria.

La construcción de un modelo es una operación importante de reducción de la complejidad del sistema representado, sin llegar a realizar una simplificación que lo convierta en banal

Lo estocástico de su comportamiento es la característica dominante de los elementos del sistema. Por el contrario su gestión implica habitualmente toma de decisiones en ambiente de certeza, considerándolo conocido y determinado. Este error de partida provoca que las medidas que se adoptan adolezcan de falta de objetividad.

El procedimiento propuesto en este trabajo es diferente de los existentes en la actualidad y se fundamenta en definiciones, axiomas e hipótesis claras y precisas. De ellas se deducen los corolarios correspondientes. El hilo conductor del proceso ha de vincular medio ambiente y economía, con el objetivo de asegurar la sostenibilidad del primero y el mantenimiento o el incremento de la calidad de vida de los ciudadanos.

La función objetivo parte de la definición de estados, como tendencia al equilibrio de cualquier sistema independientemente de la acción que sobre el mismo se haya provocado. En función de la sensibilidad frente a las alteraciones, el medio presenta dos tipos de elementos: vulnerables y esenciales. La aplicación del conocimiento de los procesos natural y humano a través de la caracterización: física, económica y social, permite identificar los datos de interés para la formulación del modelo y la descripción de unidades: de gestión, económicas y sociales.

La función objetivo se delimitará por dos tipos de restricciones: las económicas impuestas por el mercado y, las naturales, determinadas por las características del medio. Para validar dicha función se realizan simulaciones, basadas en modelos morfodinámicos para el medio natural y en modelos econométricos y de valoración social para los medios social y económico. En estos

el Análisis de Componentes Principales es una herramienta adecuada para conocer el grado de aportación de los distintos elementos a la evolución del sistema.

Una vez analizadas las simulaciones en orden al cumplimiento de los objetivos de la tesis (Sostenibilidad y Calidad de Vida) se propone el diseño de estrategias básicas para aglutinar los distintos elementos de la gestión.

4.1. Introducción

Como se ha presentado en el capítulo anterior la zona costera es una zona dinámica, en continua evolución aún al margen del ser humano, y como tal ha de enfocarse cualquier estudio que de ella se realice.

Entre la línea de costa y los dos elementos que la flanquean: el marítimo y el terrestre, se están produciendo continuamente transferencias de forma natural. La actividad humana puede interferirlas en distintos grados. Además, ha de tenerse en cuenta el sentido del gradiente de variación que podrá ser grande o pequeño y positivo o negativo. El planeamiento puede considerarse positivo si promueve el desarrollo de capital social y económico y negativo si lo desalienta. El desarrollo a su vez puede considerarse negativo si provoca la alteración no reversible del medio a través de lo que se denominan atributos críticos, y positivo, si mejora dichos atributos.

Si se piensa por ejemplo en la zona litoral en Laponia, la conclusión será que apenas existe tasa de transferencia. La biodiversidad puede ser muy alta y el sistema totalmente estable, con lo que la sostenibilidad es total. Sin embargo la calidad de vida puede considerarse baja. Por el contrario si el ejemplo se centra en Zahara de los Atunes (figura: 4.1) que, de una población permanente de 3000 habitantes durante nueve meses al año, puede pasar durante los picos estivales a 25.000, la tasa de transferencia es muy alta, se consume el recurso territorio y la biodiversidad disminuye. La calidad de vida es baja durante el estío y la sostenibilidad tiende a cero, por el mantenimiento de las estructuras el resto del año.

Para los ejemplos anteriores Laponia tiene un gradiente de variación tendente a cero positivo mientras que el de Zahara lo hace hacia infinito negativo.

En la época actual la relación del ser humano con la zona costera está enfocada hacia la protección de intereses financieros, al incremento de ganancias potenciales o a la provisión de lugares en los que relajarse o emplear el ocio y el tiempo libre. Por ello ha sido tradicional el plantear el problema desde la óptica del ser humano como centro o beneficiario de las actuaciones. No obstante, si se sustituye el lugar central del ser humano por el medio ambiente (French, P.W., 1997), gran parte de los beneficios se transforman en impactos (figura: 4.3) y son menos atractivos desde una perspectiva no exclusivamente centrada en el ser humano (figura: 4.2). El turismo de masas, tal y como se ha visto en los capítulos anteriores, puede ser una actividad muy ventajosa económicamente, pero dañina para los hábitats en que se desarrolla. Se introduce el concepto de calidad, analizado en el capítulo anterior, frente a la contraposición entre conceptos como riqueza o transformación del medio.

Son numerosos los países ribereños que están alcanzando concentraciones muy fuertes de población en zonas costeras o de influencia litoral incrementando los asentamientos y la explotación y comercialización de los recursos. La atracción producida por el clima, por motivos estéticos o paisajísticos y de recreo, genera tensiones en elementos restrictivos como son la disponibilidad de suelo y alojamiento, la fertilidad de los suelos para su explotación agrícola, la proximidad de pesquerías o la explotación de los acuíferos.

La Gestión Integrada del Sistema Costero ha sido el proceso ideado para afrontar los prob-



Figura 4.1: Zahara de los Atunes. Nuevas construcciones destinadas a segunda residencia

lemas que el sistema plantea. En el Capítulo I se vieron las distintas definiciones que con mayor o menor acierto la caracterizan. En este trabajo se pretende dar un enfoque desde los objetivos y elementos que la configuran.

El objetivo principal de la gestión integrada, ha de ser el de mantener o incrementar la calidad de vida asegurando la sostenibilidad. Con este propósito se definen e identifican elementos vulnerables y elementos esenciales. Los primeros son aquellos que inicialmente condicionan las actividades humanas, pero inmediatamente estas actividades interfieren con ellos. Los elementos esenciales son los que en mayor medida constituyen o configuran y definen de forma indistinta la especificidad, la identidad o el carácter de un territorio. Ambos tipos deben relacionarse con la peligrosidad y la vulnerabilidad (componentes de la fragilidad), a lo largo del tiempo y dentro del tramo en estudio. A través del análisis de la información y aplicando métodos de diagnóstico y pronóstico, se pueden diseñar diferentes esquemas de acción. Algunos de ellos se simulan y si la simulación produce resultados positivos se toman decisiones y se evalúan los costes y beneficios. Este proceso debe tener una retroalimentación mediante la comparación entre acciones y objetivos perseguidos. Pero eso corresponde a otros capítulos del trabajo.

De los elementos se trata en primer lugar de caracterizar el medio, de forma que se pueda predecir su comportamiento; una duna como ejemplo es un elemento extremadamente sensible en cuanto a su variación en relación con lo que lo pueda ser un acantilado rocoso. Para ello se establecen tres grandes grupos de agentes a través de los cuales se caracteriza: Medio Físico, Medio Social, Medio Económico, y sus interrelaciones; la necesidad de protección de los recursos puede estar directamente enfrentada con la práctica o la tradición local. El marco en el que se encuadran lo constituyen las escalas que establecen el Entorno y los ámbitos Regional y Global.

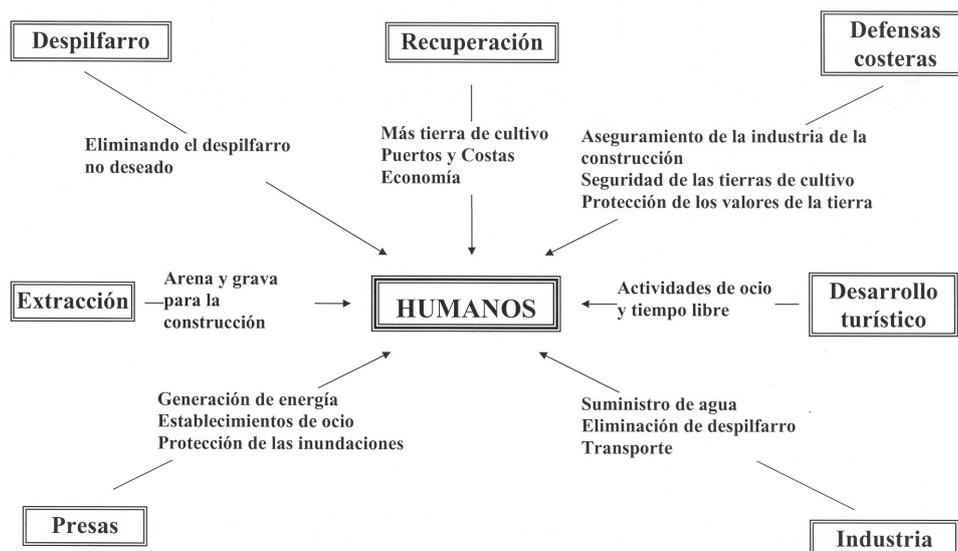


Figura 4.2: Desarrollo de la costa desde una perspectiva humana. (Fuente: P. French, 1997)

En segundo lugar esa caracterización se realiza desde un enfoque pragmático (Salm y Price, 1995), que tiene en cuenta para cada uno de los agentes el tamaño y disponibilidad (escalas), el grado en el que está amenazado (presiones), la urgencia en la toma de decisiones (respuesta) y la efectividad de las mismas (estado), así como la oportunidad y la posibilidad de restauración (gradiente). En cuanto a las actividades, las seis mayores esferas de la actividad humana en la costa son: Residencial y de recreo, Industrial y comercial, Vertidos, Agricultura, acuicultura y pesquerías, Reservas naturales y Zonas militares y estratégicas (Ketchum, B.H., 1972). Cabe completar dicho catálogo con el transporte y las infraestructuras.

4.2. Objetivos

En un contexto de incertidumbre, dinamismo y multidimensionalidad el objetivo de este trabajo es elaborar procedimientos para la identificación y la aplicación de criterios de ordenación que permita a los gestores de planes realizar la toma de decisiones con bases objetivas, teniendo en cuenta la aleatoriedad y elaborar estrategias de auscultación e instrumentación de los procesos y evolución que informen sobre la magnitud y el gradiente de la respuesta del sistema litoral. La función objetivo a través de la cual se desarrolle esta propuesta, ha de tener además en cuenta en primer lugar el desarrollo sostenible del litoral y en segundo el mantenimiento o incremento de la calidad del mismo.

Objetivos específicos Para alcanzar este objetivo se formulan los siguientes objetivos específicos.

1. Identificar las medidas que permitan realizar acciones integrales en las zonas costeras y arbitrar razonablemente el conflicto existente entre economía y ecología.
2. Identificar, seleccionar y proponer los medios de acción más propicios a la integración, y pronosticar las consecuencias socio-ambientales y económicas que provoca.
3. Evaluar mediante técnicas coste-beneficio, incluyendo las externalidades, los procesos socio-



Figura 4.3: Desarrollo de la costa desde una perspectiva medioambiental.(Fuente: P. French, 1997)

ambientales y económicos, las estrategias multicriterio de uso y explotación mediante la elaboración de modelos matemáticos con condiciones iniciales y de contorno “a priori” y retro-alimentación con la información recogida “a posteriori”, contemplando incluso la hipótesis de alteración del modelo.

4. Establecer modelos y mecanismos de recogida de información, incorporando medidas de seguimiento y control (“feed back”) que permitan analizar la evolución temporal y espacial del litoral, evalúen sus respuestas frente a las acciones, se hagan pronósticos y se corrijan, en su caso, los efectos no tolerados.

Para satisfacer estos objetivos, se postulan unos axiomas e hipótesis sobre el sistema, los agentes y sus acciones, se proporcionan criterios para la selección óptima de los elementos sobre los que se debe actuar así como para su seguimiento, y se racionaliza la evaluación del estado evolutivo del sistema costero.

4.3. Definiciones, Axiomas e Hipótesis del Modelo

Se acepta, a priori, que la variabilidad temporal y espacial del sistema litoral y de las actividades sociales desarrolladas en él, se pueden “discretizar” (considerando como tal la posibilidad de dividirlos en intervalos no continuos) en intervalos de tiempo y de espacio en los cuales los procesos ambientales y sociales están en equilibrio dinámico. Se definen, en consecuencia los intervalos temporales y espaciales siguientes:

- **Estado** es el intervalo de tiempo mínimo en el cual los procesos que intervienen en el sistema litoral se pueden considerar estadísticamente estacionarios.
- **Tramo del litoral** es la superficie de costa mínima en la cual los procesos que ocurren en el sistema litoral se pueden considerar estadísticamente uniformes.

Axiomas. Este trabajo se apoya en las proposiciones claras y evidentes que se adoptan como axiomas del modelo de gestión.

1. No se puede impedir, sólo en su caso modificar, la actividad de ninguno de los dos sistemas que intervienen en los procesos de estado y tramo del litoral.
2. El sistema costero siempre está delimitado por un contorno, sea éste móvil u oscilante; de arena o piedras, o fijo; de hormigón o de piedra, que constituye un dominio o franja que incluye lo natural y sus usos.
3. Pese al carácter aleatorio del sistema litoral, de persistir el estado, éste tiende hacia una forma de equilibrio estacionaria y uniforme.
4. La evolución temporal del sistema litoral se puede describir como una sucesión de estados en la que cada uno de ellos tiende hacia su forma de equilibrio.
5. La evolución hiperanual del sistema se puede analizar por una secuencia de años estadísticamente independientes.

Hipótesis. Además, se proponen las siguientes suposiciones que se toman como base del razonamiento y por tanto como hipótesis de partida.

1. El equilibrio del sistema natural esta controlado tanto por los agentes naturales como por la interacción con los agentes sociales, lo que supone una utilización y transformación de recursos y de energía.
2. La tasa de alteración en un estado y un tramo de un sistema natural por la actividad humana depende de su distancia a la situación de equilibrio y a la relación de las escalas temporales y espaciales de los dos sistemas.
3. Es posible definir y aplicar, mediante análisis de coste beneficio, métodos de gestión integrada que minimicen las alteraciones del medio y proporcionen mejores cotas de bienestar.
4. La calidad de vida y la sostenibilidad del entorno son los dos elementos necesarios y suficientes para un análisis coste beneficio económico, social y ambiental.

Corolarios. De todo lo anterior se deducen los siguientes corolarios.

1. Los procesos que ocurren en un estado y tramo se describen y caracterizan por sus descriptores estadísticos de estado que evolucionan, por estados, a lo largo del tiempo y por tramos a lo largo del espacio.
2. El comportamiento de los sistemas natural y humano pueden describirse y caracterizarse mediante un conjunto o base completo de indicadores mutuamente excluyentes que forman un espacio muestral. Cualquier comportamiento de la zona costera puede ser definido en función de los indicadores de la base mediante relaciones simples.

4.4. Sostenibilidad y Calidad de vida

Hasta fechas recientes, las reglas del mercado que regulan las actividades económicas no tenían más límite que las posibles o supuestas ventajas o desventajas para diferentes grupos sociales o su desigual reparto. En las últimas décadas, el conocimiento de los efectos sobre el entorno, la biodiversidad y la integración del hombre en el planeta Tierra, producidos por aquellas actividades económicas, ha puesto en alerta a buena parte de la sociedad y se ha iniciado un proceso de elaboración de reglas ambientales que regulen las actividades humanas en el territorio. Estas reglas ambientales se concretan en dos aspectos, sostenibilidad y calidad de vida.

4.4.1. Sostenibilidad

La gestión de un sistema se considera sostenible con continuidad espacio temporal indefinida, cuando no se agotan los recursos renovables que se precisen para su funcionamiento. La definición es una mejora de la inicial. Remontándose a la génesis de lo sostenible, el término comenzó utilizándose para el aprovechamiento pesquero. Pesquen ustedes menos, fue el consejo para las flotas; permitan la regeneración del recurso y la producción podrá quedar asegurada de forma indefinida. Posteriormente se ha trasladado a otras muchas disciplinas que tienen que ver con los medios físico natural y socio-económico.

Los modelos predominantes de producción y consumo, sobre todo por parte de las sociedades desarrolladas, pero cada vez más aplicados por las que están desarrollándose, provocan que el mantenimiento y/o renovación de los recursos y el mantenimiento y renovación medioambiental no ofrezcan garantías frente a su agotamiento y por tanto no esté asegurado su sustento o “sostenibilidad” y, en casos extremos pero numerosos, tiendan hacia la irreversibilidad. Esta situación es especialmente grave en el medio litoral, máxime teniendo en cuenta la concentración de población que se da en su entorno.

En la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Desarrollo, más conocida como Conferencia de Río de 1992, se estableció que el principio de que la protección medioambiental constituye una parte integral del proceso de desarrollo y no puede considerarse un elemento aislado. Este planteamiento se concretó en el término desarrollo sostenible.

El desarrollo sostenible se define como “la posibilidad de utilización de los recursos naturales por parte de la actual generación de forma que no se comprometan los de generaciones futuras”. De entre los elementos que se consideran vitales por la Agencia de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible en su Agenda 21, relacionados con el tema de este trabajo son:

1. La protección de los Océanos, de todo tipo de mares, incluyendo los cerrados y semi-cerrados y la protección de zonas costeras, y el uso racional y desarrollo de los medios de vida.
2. La protección de la calidad y abastecimiento de los recursos de agua dulce y la aplicación de una aproximación integrada al desarrollo, gestión y uso de los recursos hídricos.
3. La promoción sostenible de los asentamientos humanos

Para la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 1995), el desarrollo duradero podría definirse como “el conjunto de actividades y procesos que cubren hoy en día las necesidades del hombre y de las demás especies, preservando la biosfera para que pueda el día de mañana responder y subvenir a las necesidades razonablemente previsibles del hombre y de todas las demás especies”.

El Consejo Internacional de Iniciativas Ambientales Locales (ICLEI) define el desarrollo sostenible como “aquel que ofrece servicios ambientales, sociales y económicos básicos a todos los miembros de una comunidad sin poner en peligro la viabilidad de los entornos naturales, construidos y sociales de los que depende el ofrecimiento de estos servicios”.

La Estrategia Española de Desarrollo Sostenible (EEDS, 2002), del Ministerio de Medio Ambiente, se apoya en los principios contemplados en la Declaración de Río y de entre ellos destaca un grupo de entre los que en este trabajo se resaltan:

1. Integración del medio ambiente en los procesos de desarrollo
2. Internalización de los costes y beneficios ambientales
3. Promoción de sistemas de producción y consumo sostenibles
4. Coherencia y equilibrio en el desarrollo territorial y especial hincapié se hace en la corresponsabilidad de los distintos agentes

4.4.2. Calidad de vida

La calidad es una medida del valor del sistema una vez definidos los objetivos y los criterios de valoración (Capítulo III). Por tanto el término calidad representa el conjunto de condiciones inherentes a un sistema que permiten juzgar su valor. Concretando en la interacción entre el ser humano y el medio, calidad de vida es el conjunto de condiciones que contribuyen a alcanzar el objetivo de hacer agradable y valiosa la vida. Queda pendiente cómo se valora lo agradable y valioso de la vida.

La Unión Mundial de la Conservación (Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas y del Fondo Mundial para la Conservación de la Naturaleza) indicaba en 1991 que “el desarrollo sostenible implica mejora de la calidad de vida dentro de los límites de los ecosistemas”.

Sin embargo es probable que nuestra civilización actual, desde la Revolución Industrial, descanse sobre las siguientes ideas dominantes (Bateson, G., 1972):

- Nosotros contra el ambiente.
- Nosotros contra otros hombres.
- Lo que importa es el individuo (o la empresa individual).
- Podemos tener un control unilateral sobre el ambiente y hemos de esforzarnos para conseguirlo.
- El determinismo económico es algo de sentido común.
- La tecnología y la especialización se encargarán de arreglarlo todo.

El deseo de toda sociedad avanzada es conseguir un alto nivel de vida objetivo (ya sea por los recursos económicos, el hábitat, el nivel asistencial o el tiempo libre), que puede ir acompañado de un alto índice de satisfacción individual, bienestar o calidad de vida. Pero esta concordancia no es recíproca. Se ha de tener en cuenta que “por encima de un nivel de vida mínimo, el determinante de la calidad de vida individual es el “ajuste” o la “coincidencia” entre las características de la situación (de existencia y oportunidades) y las expectativas, capacidades y necesidades del individuo, tal y como él mismo las percibe (Levi, L. y Anderson, L., 1980).

En estas dos definiciones se entroncan las dos bases del desarrollo ambiental, sostenibilidad de recursos y mejoras de los “servicios”, con la finalidad de incrementar la calidad de vida en el planeta de todas las especies, no sólo de la especie humana.

4.5. Elementos del Modelo

4.5.1. Criterios de valoración: percepción, evolución y cultura

La valoración de los conceptos de sostenibilidad y calidad de vida no es absoluta, por el contrario está sometida a criterios objetivos y subjetivos. Además, estos criterios evolucionan con el tiempo en función del desarrollo científico, técnico y cultural de la sociedad.

La implicación de la comunidad (en sentido amplio por comunidad se ha de entender tanto el sector público o administración en su conjunto como el sector privado y la población en general) es ineludible si se quiere conseguir que cualquier modelo sea aplicable. Destaca la importancia del desarrollo de la gestión por la senda de la cooperación sobre todo de los agentes locales, situando en uno de los extremos a los pescadores y en el otro, por su diversidad de intereses, a los comerciantes y propietarios de negocios de ocio o recreo, para lo que se enuncian una serie de principios aplicables (ampliados y completados) a la mayoría de las situaciones (Wells S. y White, A.T., 1995) y (Santiago, J.M., 2005):

- Reconocimiento de una necesidad
- Discusión entre las partes interesadas / integración con la comunidad. Negociación de conflictos
- Líneas básicas de estudio y control
- Educación / sensibilización / formación
- Grupo “motor” para la construcción y formalización de actuaciones y propuestas.
- Reforzamiento y
- Ensanchamiento de los grupos sociales de la comunidad a involucrar.

Por ello, los métodos que se desarrollen para la gestión de zonas costeras (y cualquier otra zona territorial) deben incorporar técnicas de recogida de información que, además de ayudar en el análisis de la respuesta del sistema ambiental deben servir para evaluar la evolución social y cultural del conjunto de la sociedad, para incorporar las modificaciones y tendencias en las fases de corrección de las acciones y de decisión.

4.5.2. Planteamiento y bases metodológicas

Apoyados en las premisas anteriores, se propone una metodología no determinista sobre la base de elaborar un modelo dinámico que gestione y compatibilice los intereses enfrentados que concurren en el espacio litoral. A tal efecto, se definen los agentes que caracterizan una zona costera y las actividades que en ella se desarrollan, sus interrelaciones fundamentales, condicionamiento y evolución. El planteamiento debe incluir: los elementos de valoración de la sostenibilidad y la calidad de vida, la ordenación y los modos de uso territorial, la optimización de los procesos y la limitación temporal o vida útil de las actividades.

Descriptores de estado

Para ello se requiere, en primer lugar, conceptualizar lo que se considera desarrollo sostenible, con base en el mantenimiento y mejora de la calidad de vida y, en segundo, establecer aquellos parámetros que se considera que la definen, tales como la calidad del aire, del agua, del medio natural, del medio físico modificado por ocupación del suelo y urbanización y del medio socio-económico. Son la serie de elementos descriptores de determinados “Estados”.

Definir estos estados supone caracterizar el fenómeno a través de sus parámetros básicos, obteniendo una serie de variables; cuantificables, observables y medibles en cuanto a su tendencia. “Estado es el tiempo durante el cual los factores que afectan al fenómeno permanecen en equilibrio” (o mantienen sus valores en situación de desequilibrio controlado).

Los estados son alterados por las actividades, que suponen utilización y transformación de recursos y usos de energía. En este trabajo se analiza la relación entre el beneficio generado y el coste de la transformación. La variación del estado dependerá de la variabilidad de los procesos y sus escalas y del tipo de parámetros que lo caractericen. Tradicionalmente la interferencia del hombre con las zonas costeras ha pivotado sobre su potencialidad para proporcionar riquezas, o sobre su uso recreativo más recientemente. Por ello la visión que se ha tenido del desarrollo litoral lo ha sido normalmente a la luz de los beneficios humanos, sin tener en cuenta otras consideraciones ni variables.

Su dinámica no modifica el estado de los atributos del medio descrito.

Relacionada con los estados está su duración. Las duraciones de los estados físico-naturales están asociadas a: (1) tendencias a larga escala, (2) a ciclos y estaciones en la media y (3) menores en la corta. Una borrasca independientemente de su fuerza puede durar 48 horas y las transformaciones pueden comenzar de inmediato. La duración de un estado socio-económico puede ser de años, pero también puede ser meses o días. Sin embargo las transformaciones son lentas, alcanzan un relativo equilibrio y permanecen en el mismo, aun cuando continúen evolucionando. Los descriptores de estado socio-económico son variables lentas de hasta un año aunque pueden llegar a cinco años

Las alteraciones de las actividades dependen de la intensidad. En el medio social y económico pueden asimilarse las de máxima intensidad a estados de crisis profunda o en su caso a revoluciones. Pocas veces hay cambios drásticos. Sin embargo hay elementos que actúan como tales. Si se piensa por ejemplo en el precio del barril de petróleo, puede considerarse como elemento de transformación drástica. Durante la crisis del petróleo de 1973 el petróleo cuyo precio había permanecido estable entre 1960 y 1971 en 3 \$ el barril, subió en octubre de 1973 a 5 \$ y antes de final de año había triplicado su precio situándose en los 12 \$ (figura). Algunos indicadores de los países de la OCDE se dispararon. El paro pasó de un 5 % a más de un 10 %. La inflación que desde 1958 había permanecido en el entorno del 2 % y en el período comprendido entre 1969 y 1972 se situaba en el 5 % pasó a cifras de dos dígitos. La factura petrolífera pasó en las economías del Viejo Continente del 1.5 % del producto nacional al 5 %, aún cuando el volumen total del petróleo consumido había disminuido, con lo que el crecimiento económico disminuye.

Los cambios más arriba mencionados supusieron la alteración de la estabilidad al cambiar la dinámica del sistema. El período de adaptación fue en el ejemplo de la inflación relativamente largo (3 años) y a partir de ese momento el sistema volvió a su estabilidad dinámica, en el estado actual pueden considerarse dos períodos: uno que llega hasta 1990 y el segundo hasta la actualidad (figura: 4.4).

No obstante la realidad actual con el petróleo en el entorno de los 60 \$ cuando las previsiones más pesimistas eran de 40 \$ puede suponer una crisis de similar envergadura a la de entonces.

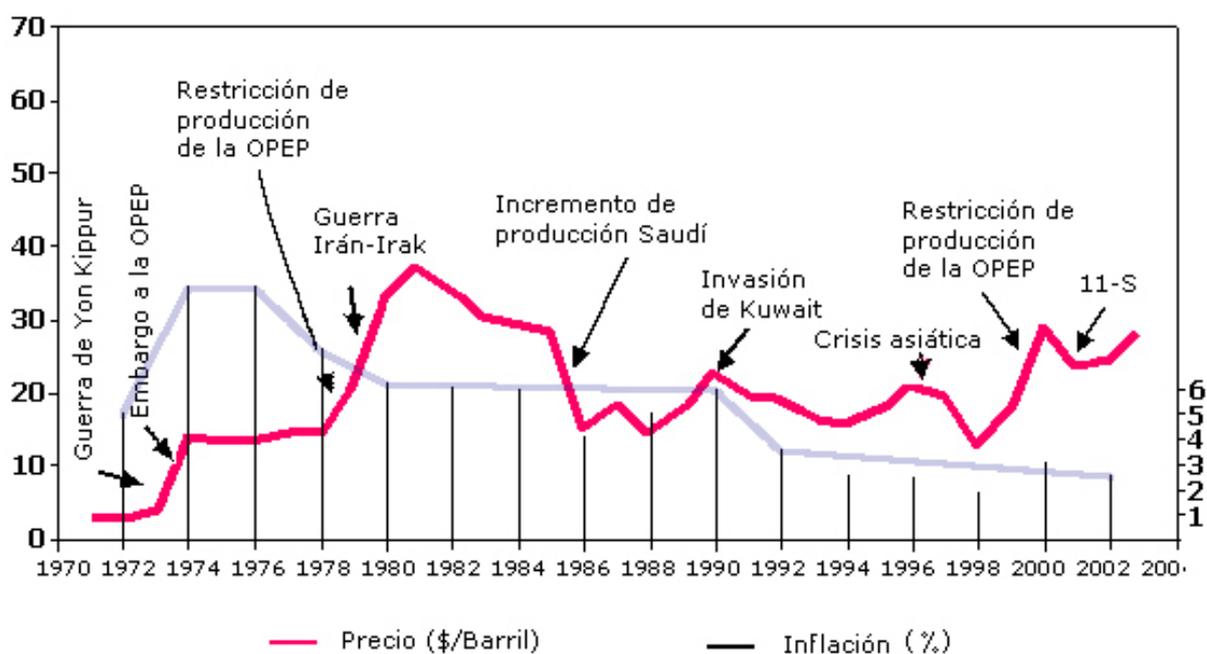


Figura 4.4: Evolución de la inflación relacionada con la evolución del precio del petróleo (Fuente: Agencia Internacional de la Energía, 2004)

Ya anteriormente como ejemplo concreto el precio del crudo subió una media de 15 dólares el barril entre 1998 y el año 2000. En Estados Unidos el crecimiento del PIB bajó del 4,4% en 1999 al 3,7% en el año 2000 y al 0,8% en 2001. La inflación se aceleró del 1,6% en 1998 al 2,2% en 1999 y el 3,4% en el 2000.

Desde el punto de vista de impacto medioambiental en el campo socioeconómico un ejemplo lo constituye el Tsunami que padeció el sureste asiático a finales de 2004. Buena parte de las instalaciones hoteleras en que se basaba el modelo turístico desaparecieron o quedaron dañadas, con lo que en la actualidad están inmersos en el proceso de adaptación, para volver a un cierto equilibrio dinámico.

Ambos son ejemplos de mecanismos impulsores de cambio. En este trabajo se propone que cualquier sistema con graduación continua se puede dividir en estados en equilibrio dinámico.

En esta tesis se caracteriza lo sostenible, desde el enfoque de la calidad de vida, a través de una doble óptica:

1. Desde el control de los elementos vulnerables del sistema, entendiendo éstos como aquellos que condicionan la actividad humana inicialmente aún cuando inmediatamente se ven directamente condicionados por la misma. Para un sistema litoral se consideran los siguientes elementos:
 - a) La limitación de la superficie. Las zonas costeras han visto incrementada su densidad demográfica en los últimos años sin planificación ni control. Algunas ventajas se han generado con este incremento (infraestructuras, dotaciones de todo tipo pero fundamentalmente comerciales o ligadas al ocio y al tiempo libre), pero innegable es que también ha acarreado efectos negativos como son la carencia creciente de la superficie urbana disponible o la degradación rápida de la calidad del medio (de las aguas interi-

ores, pureza del aire, tranquilidad, de las aguas costeras, espacios naturales, etc.). Así pues la dinámica de ocupación de la superficie, el crecimiento de los asentamientos, tanto intensivos como extensivos, paralela, masiva e ininterrumpidamente a la línea de costa (sin considerar la dimensión mar-montaña, la levedad, la discontinuidad), puede llegar a perturbar el medio en mayor medida que el posible beneficio que a corto plazo se produzca.

- b) El retroceso costero. Muy relacionado con el anterior es un elemento que merece consideración aparte. La playa y los acantilados son un recurso fundamental del sistema litoral. Vitales para el caso de uso turístico. Como consecuencia de la acción del hombre se generan diferentes problemas: fenómenos de acreción, en algunos casos, pero sobre todo y en negativo, fenómenos de erosión y retroceso costero, que implican un doble riesgo: para los asentamientos en general y para las propias playas y los acantilados, que pueden llegar a desaparecer, con el detrimento que supone en el sistema de relaciones y en la valoración general del medio litoral.
- c) La fragilidad del sistema hídrico. El tercer elemento vertebral es el constituido por el sistema hídrico que forman: las aguas continentales superficiales y subterráneas de la zona litoral, las lagunas costeras, los estuarios y las aguas marinas. La orografía y la climatología de las áreas costeras en estudio, no producen en general excedentes en recursos hídricos, máxime durante las estaciones secas. Si a ello se añade precisamente la componente estacional en cuanto al incremento de su consumo de una parte, y de los vertidos que soportan de otra, el mantenimiento de la calidad se torna insostenible en un corto período de tiempo.

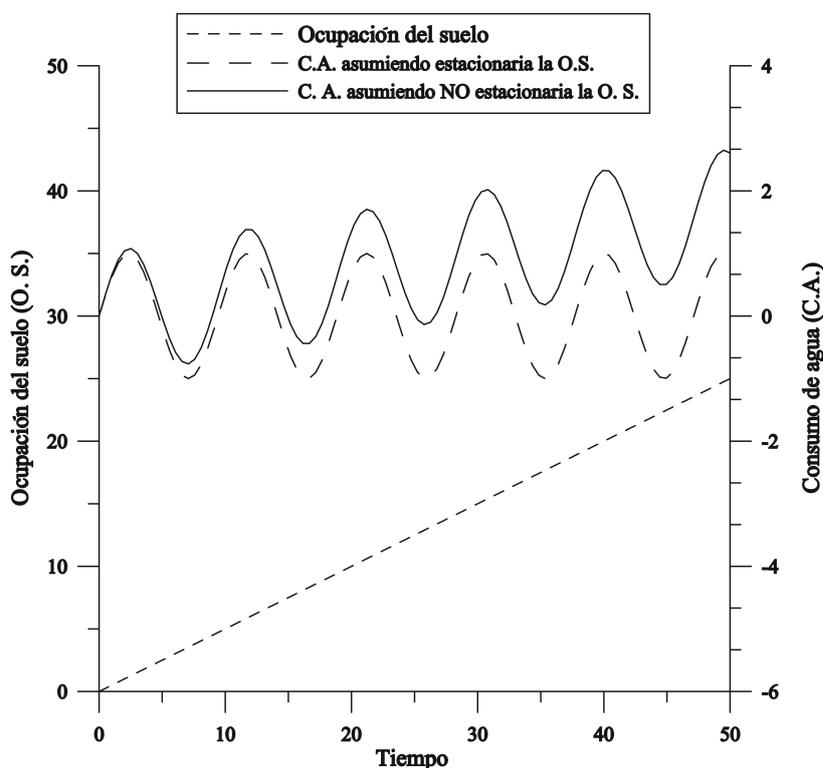


Figura 4.5: Modelo de crecimiento de la demanda de suelo en relación con la demanda de recursos hídricos

El desarrollo socio-económico de una región dada requiere de un suministro hídrico de calidad y asequible. Junto al recurso "suelo" es un elemento vulnerable, siendo ambos

objetos principales del planeamiento (figura: 4.5). La tendencia es hacia el aumento de la demanda (frecuentes máximos estivales asociados a la actividad turística) y a la disminución de la calidad de la misma, por salinidad de acuíferos cercanos a costa o por deterioro de los embalses situados en la zona continental. Los principales impactos negativos en el sistema acuífero están relacionados con: a) el descenso generalizado de los niveles piezométricos por extracción de los recursos por encima de las tasas de renovación, y b) la pérdida de calidad debido a procesos de intrusión marina y contaminación por fertilizantes. (Martínez Fernández et al. 2002). En este sentido se han de valorar las oportunidades que brindan las actuales tecnologías, de reutilización, control de avenidas, realimentación de acuíferos y desalación de agua del mar.

2. Desde el mantenimiento (entendiendo éste como conservación, pero eliminando el componente estático, esto es, respetando la evolución) de los elementos esenciales, esto es aquellos que resultan vitales para definir la especificidad, identidad o carácter del territorio. Para este caso se introduce el concepto de irreversibilidad, como gradiente de variación de cualquiera de los elementos que implique su agotamiento sin posibilidad de recuperación.

De entre la gran variedad de elementos que caracterizan el medio litoral se consideran esenciales:

- a) La identidad ambiental. Definida a través de los atributos del territorio que lo hacen único. En un medio tan alterable, y presionado, habrá que tener en cuenta el sentido de la alteración, considerándose positivas las que mejoran el atributo. Esta definición no debe llevar a confusión; positivo es el incremento de la “riqueza” consecuencia de la explotación de cualquier recurso, y mientras pueda continuar explotándose lo continuará siendo, pero esta explotación puede provocar efectos negativos en otros recursos relacionados. Para ello se recurre a los conceptos de condicionante y condicionado como cambios que producen en un elemento los distintos usos que se hagan de otro u otros con él relacionados. Se cita por último el concepto de equilibrio, en el sentido de que, existiendo relaciones y condicionamientos entre los recursos el análisis ha de ser dinámico; el territorio y sus componentes lo son, y se van a ver continuamente alterados. Excepcional sería la posibilidad de que se diese una situación óptima de equilibrio (coincidencia de todos los atributos principales y de valor positivo de los mismos), pero podría no ser posible sin embargo, su conjugación para que el gradiente resultante sea el más eficiente posible.
- b) Calidad del sistema costero: tierra - mar - aire. Durante los dos últimos siglos, es probable que por primera vez en la historia, la relación hombre - medio ambiente haya pasado de condicionado-condicionante a condicionante-condicionado. Si se piensa en la elección de las riberas de los ríos o las riberas marinas como emplazamiento de la industria, y la degradación inicial que se produjo en las principales ciudades industriales, la importancia de la empresa ha desplazado paulatinamente al medio, e incluso al hombre, como centro del sistema de referencia. Si el crecimiento tecnológico consigue un control unilateral del medio ambiente, el determinismo económico es inevitable, puesto que la tecnología se encargará de reparar las posibles alteraciones que se produzcan.

Esas ideas puede observarse que siguen marcando en gran medida las pautas de comportamiento actual. No obstante a partir de mediados del siglo XX se comenzaron a producir reacciones que, aún cuando en su cuantía fluctúan según el período de que se trate, se introducen en la “conciencia colectiva” y producen confrontaciones, a modo de voces críticas, o manifestaciones de que otras orientaciones son posibles.

El término “calidad de vida” comenzó a utilizarse entrados los años sesenta, pero principalmente a partir de los setenta como una reacción a los criterios “economicistas” y de cantidad que rigen en los llamados “informes sociales”, “contabilidad social”, o estudios de nivel de vida. De hecho la OCDE establece por primera vez en 1970, la necesidad de insistir en que el crecimiento económico no es una finalidad en sí mismo, sino un instrumento para crear mejores condiciones de vida, por lo que se han de enfatizar sus aspectos de calidad. Así la mayoría de autores han ido concibiendo la calidad de vida como una construcción compleja y multifactorial sobre la que pueden desarrollarse algunas formas de medida objetivas a través de una serie de indicadores, pero donde tiene un importante peso específico la vivencia que el sujeto pueda tener de sí mismo. (Rueda, S., 1996). A ello se añade que, más que indicadores, hay que hablar de tendencias hacia el parámetro, esto es a la percepción de cómo los sujetos entienden que evoluciona aún cuando no se pueda tener una medida exacta.

De entre los ámbitos de interés y preocupación por la calidad en este trabajo se destaca el bloque que está relacionado con la contribución que tiene el medio, la calidad ambiental, en la calidad de vida y que viene representada por la calidad del ambiente atmosférico, el ruido, la calidad del agua, etc. Y de entre ellos se ha de resaltar la evolución / dinámica natural de los ecosistemas e interfases tierra - mar, como sistemas relacionados y dependientes.

- c) Las capacidades Socio-Económicas. Las tendencias actuales indican un mundo en el que los espacios litorales se convierten en un gran “atractor” de personas y actividades, de modo tal que los elementos que los configuran y los factores y atributos que los definen, configuran una nueva estructura físico - natural, pero sobre todo socio - económica concreta y novedosa que merece ser estudiada con especial detalle. De ser áreas muy vulnerables a los ataques de flotas enemigas, y en algunas zonas (marismas) estimadas perjudiciales para la salud, esto es de ser consideradas hostiles al ser humano, han pasado a ser elegidas por los sectores económicos con mayor crecimiento actual y previsible (industria, turismo, acuicultura, etc.) para su ubicación (Arcila, M.L., 1999). En definitiva se ha convertido en uno de los espacios más codiciados para el desarrollo de usos y actividades económicas.

Los procesos que se daban en tales zonas, de convivir en armonía con el medio, de ser social y económicamente sostenibles, se han hecho más complejos, han producido situaciones nuevas, que los convierten en espacios - problema de difícil gestión y ordenación. Las capacidades y posibilidades del sistema litoral deben basarse sobre todo en la compatibilidad entre la población autóctona, y la cada vez mayor proporción de población foránea con residencia permanente, que serán a la vez receptora de “externalidades” y herramienta de desarrollo y articulación de las transformaciones que sobre la zona se vayan produciendo.

4.5.3. Análisis de interrelaciones en la zona costera

La caracterización del sistema sostenible, por medio del control de los elementos que se consideran vulnerables y el mantenimiento de los que se consideran esenciales, se produce a través del análisis de interrelaciones. Un buen elemento para la realización de este análisis es el incremento de la población como elemento que induce mayor presión. Existe como es sabido desde principios del siglo XX un fuerte desplazamiento de la población desde las zonas rurales hacia los núcleos urbanos. Éste trasvase toma nueva dirección a mediados de dicho siglo hacia aquellos núcleos que se encuentran más próximos al litoral. Al margen de esta tendencia general existe una segunda tendencia que se ha acentuado a partir de los años 70; el desplazamiento

estacional de la población. La mejora del nivel de vida como consecuencia del incremento de la economía y del poder adquisitivo en general se ha decantado hacia la relación entre tiempo de ocio y espacios litorales.

Dos modos de uso han sido tradicionalmente los que han provocado este éxodo, vinculados ambos a razones de buen clima y posibilidades de baño. En principio debido a los efectos beneficiosos para la salud, proliferaron los balnearios, y zonas residenciales próximas a éstos en las primeras décadas del siglo XX. Posteriormente la consecución de mejoras sociales, vacaciones y tiempo libre, potenciaron el turismo masivo de sol y playa en las últimas décadas de dicho siglo.

En el primero de los modelos el incremento de la demanda de suelo y de equipamientos se ligó a explotaciones residenciales de alojamiento temporal (casas, pensiones, residencias, balnearios, complejos residenciales, hoteles, etc.), lo que limitaba su impacto. Para el segundo, sigue existiendo la demanda anterior, y se ha desorbitado la de suelo para uso de segunda residencia, lo que provoca que dos de los elementos vulnerables, suelo y agua, sufran un incremento de demanda continuado, debilitándose el sistema, por la invasión que provoca el primero de zonas de servidumbre y protección, y la sobreexplotación de acuíferos, con respecto al segundo, precisamente en la época del año en que más pueden resentirse los recursos hídricos. A ello se añade el incremento estacional de residuos, para los que normalmente no suele haber infraestructuras, con la consiguiente pérdida general de calidad del medio.

Con el sistema económico pasa algo parecido al sistema físico. La estacionalidad, provoca que el sistema sea imperfecto, alternando períodos excesivamente largos de inactividad o actividad escasa, y períodos muy cortos pero muy intensos en los que el proceso se invierte, con aprovechamientos intensivos y uso de los recursos inadecuado.

4.6. Caracterización

La caracterización implica definir unidades de gestión específicas para cada uno de los medios: (1) medio Físico ambiental seleccionando unidades de gestión ambiental representativas de su “personalidad ambiental”; (2) medio Económico-Ambiental, unidades de gestión económica de los sectores económicos e infraestructuras; (3) medio Social, unidades de gestión social, relacionadas con la caracterización de las poblaciones tradicionales (Nativos) y de los elementos nuevos a incorporar.

Con motivos aclaratorios hay que especificar, que los tres medios anteriormente citados están muy relacionados y la clasificación ha de hacerse en función del punto de vista desde el que se enfocan. Sirvan como ejemplo, (a) las pesquerías consideradas como medio biológico marino de gran riqueza y diversidad, que serían una función ambiental, (b) los recursos pesqueros como aquella parte de dichas pesquerías que son extraídos para su comercialización y consumo, que serían una categoría económico-ambiental y (c) el sector de la población relacionado con la pesca en sus diversas facetas como unidad social, al margen del sentido económico de dicha actividad o de su influencia ambiental.

El sistema diseñado permite obtener información detallada de la zona en estudio, para facilitar la toma de decisiones en un ambiente de incertidumbre, con respecto a su influencia tanto en el marco de lo estrictamente físico por ser soporte de actividades, como en el económico y social.

Algunos modelos propuestos para la ordenación del litoral plantean métodos de selección de variables, mediante integraciones matemáticas y modelos multi-criterio. En unos casos se aplican a soluciones muy concretas, como pueda ser el turismo rural, o encuentran dificultades en lo relativo a su utilización para la toma de decisiones, siendo utilizados como herramientas

exploratorias (Santiago, J.M., 2004).

En la génesis del planteamiento que se propone está que tras la enumeración de la serie de indicadores (descriptores de estado) que caracterizan un territorio, se seleccionen un número de ellos que definan una base, en el sentido vectorial del término, de forma que cualquier elemento del sistema puede ser definido en función de los indicadores de la base, según relaciones simples, lo que puede realizarse p.e. mediante la técnica de las Funciones Empíricas Ortogonales. Dicha base debe cumplir dos requisitos: ser completa y ser exhaustiva.

4.6.1. Física

La información sobre el medio físico, comienza con la delimitación de la zona en estudio, la zona litoral. La definición: “franja de mar aledaña a la línea de costa y zona terrestre - no exactamente definida - hasta la cual las acciones e interrelaciones de ambos medios, el terrestre y el marítimo son notables” (Álvarez y Álvarez 1984), prima la componente natural y se puede complementar con la siguiente: “Área de intensa actividad, de intercambio dentro y entre procesos físicos, biológicos, sociales, culturales y económicos” (UNEP 1995), a través de las interrelaciones entre los distintos aspectos que se desenvuelven en dicho medio. En capítulos anteriores de esta tesis se han delimitado con mayor precisión la componente físico-natural y sus escalas espaciales y temporales.

Un aspecto crucial de la información del medio físico es el ofrecido por el conocimiento de la morfología Tierra - Océano, y desde un punto de vista dinámico por su morfodinámica, especialmente en la zona de contacto entre ambos medios, a través de modelos analíticos de evolución a medio y largo plazo, cual puedan ser los modelos de una línea. Las escalas temporales en las que operan los procesos morfodinámicos se pueden dividir en cuatro clases (Payo, 2004):

1. La escala instantánea asociada a la evolución debida a agentes tales como el oleaje y las mareas.
2. La escala asociada a eventos, como respuesta a procesos que van desde la ocurrencia de uno sencillo, como puede ser una tormenta, hasta variaciones estacionales de las condiciones ambientales.
3. La escala de interés de la ordenación del litoral y de la ingeniería, asociada a la composición de varios ciclos en las condiciones ambientales.
4. La escala geológica, superior al milenio donde las fluctuaciones de las condiciones ambientales son importantes.

En este sentido, el trabajo centra su atención en las escalas de interés para la ordenación del litoral suponiendo que la evolución de la línea de playa está controlada por la existencia de ciclos en la ocurrencia de eventos extremos en el medio físico y ciclos completos en el económico.

Vinculados a la evolución y mediatizados por ella, se consideran los usos que se establezcan en ambos medios, citando, de entre los que se dedica el medio marino por su especial importancia; el uso pesquero, máximo representativo dentro del modelo tradicional y, el uso recreativo, que está imponiéndose como actividad en los últimos años. Para el medio terrestre los usos del suelo son, si cabe, más determinantes en cuanto trazan el modelo de manera poco reversible. De los principales usos, el urbano, esto es el asociado a la vivienda, que tiene como fin el turismo (considerando como tal la residencia, una parte de la primera perteneciente a población permanente nacional o extranjera y sobre todo la segunda), y el recreativo son los de mayor impacto alterando la

configuración del territorio, y generando dependencia económica, de servicios e infraestructuras, lo que en definitiva lo torna irreversible. Los usos ligados al sector primario de la economía, agrícola y ganadero, alteran el medio de forma relativa y en su caso las tierras son recuperables a pesar de su uso cada vez más intensivo con los invernaderos (Matarán, A., 2005). Estos usos y el forestal son los que en mayor medida están sufriendo pérdida de superficies en beneficio del uso residencial urbano.

4.6.2. Económica

No obstante, la realidad física es hoy por hoy en demasiados casos, base o soporte de una realidad económica que en principio es condicionada por la primera, para pasar a continuación a ser su más poderoso condicionante. Hasta una época reciente las actividades humanas estaban muy determinadas por el medioambiente (Carter, R.W.G., 1999). Si se piensa en el transporte de mercancías o de personas a través del mar, la presencia de viento era un factor determinante para el arribo a buen puerto en un plazo razonable. La explotación de recursos y mecanización de la producción con el salto a la sociedad igualitaria, contribuyó a la disminución de los límites que imponían los medios físico y biológico. Por último la despiadada explotación durante la centuria y media que van de mediados del siglo XIX al XX, ha sido seguida en la actualidad por un crecimiento de la conciencia en materia medioambiental, y en la necesidad de preservar, conservar y sostener la calidad de vida, dado que la capacidad de alterar el medioambiente por parte del hombre se ha incrementado de manera tal que sus efectos pueden llegar a ser irreversibles, de ahí la creciente concienciación de la sostenibilidad.

4.6.3. Social

Muy ligado a la actividad económica, constituyendo casi un cuerpo con ella, está la realidad social. Los grupos sociales vinculados a las zonas litorales se han modificado y continúan haciéndolo muy rápidamente, desde los tradicionales, ligados a la pesca y sus derivados y en menor medida a la agricultura y la ganadería, a los actuales vinculados al turismo, dentro del sector terciario de la economía, incluyendo la vertiente inmobiliaria, y a la agricultura y ganadería intensivas, sobre todo en esta área la primera con la proliferación de cultivos de invernadero.

Serán los grupos sociales locales ligados al desarrollo litoral, los primeros beneficiarios de las mejoras que con el aumento de la riqueza se producen en estas zonas como puedan ser el incremento y mejora de las infraestructuras, pero también serán el sujeto pasivo de los efectos negativos que un desarrollo no controlado trae, del cual es claro ejemplo gran parte del litoral mediterráneo español, masificación, pérdida de calidad ambiental y de vida, uso inadecuado de los recursos naturales, sobreexplotación de los recursos, etc.

Relacionado con lo anterior debe enfatizarse que para las zonas costeras su utilización tiene que estar sometida a una transformación constante, con lo que habrán de preverse actividades diferentes. La playa como el principal de sus recursos perderá en un plazo no demasiado largo su consideración a los únicos efectos de "solarium". En un proceso similar al que se ha ido produciendo con las industrias tabaqueras, desde la consideración del fumar como hábito social muy extendido y aceptado al descubrimiento de sus facetas perjudiciales y su cada vez mayor limitación y consideración con adicción y enfermedad, con respecto al sol algunas veces se han levantado acerca de sus efectos perjudiciales y su relación con el cáncer de piel cada vez más extendido. Si el cáncer de pulmón ha sido una plaga desde los años 70, el de piel está avanzando inexorablemente y se convertirá en el reto de años venideros.

La playa como "solarium" dejará de tener esa función o se limitará grandemente, con lo que

no podrá tomarse el sol más de un determinado tiempo, al tener en cuenta además el efecto acumulativo sobre la piel. Por ello deberán pensarse nuevos usos para la línea de costa, lo que afectará al desarrollo económico y social del actual turismo de masas. ¿Qué pasará con la demanda social de la costa?

Tal vez su utilización aún incipiente como zona cultural y paisajística sea el futuro. La pérdida de la demanda, incidirá posiblemente en una demanda más ligada a las ciudades, a los ríos, a los embalses.

4.7. Identificación de datos con interés

La selección de los elementos que caracterizan el modelo, mediante la recopilación exhaustiva de información, configura una función de densidad de los elementos esenciales en la que desde la identidad ambiental a los recursos hídricos tendrán un peso que permitirá evaluar la variación de la función de acuerdo con las alteraciones que se produzcan como consecuencia de las actividades que se desarrollen sobre el territorio.

Esta identificación implica definir unidades distintas, dentro de cada uno de los medios: (1) para el medio Físico ambiental; Unidades de Gestión. (2) para el medio Económico-Ambiental; Unidades Económicas y (3) para el Medio Social; Unidades Sociales

En la elección de unidades físicas y naturales o sociales y económicas se ha tendido tradicionalmente a delimitar dichas unidades en función de sus características, así par el medio natural las unidades más estudiadas son las unidades fisiográficas o las unidades físicas, y en el medio social y económico los distintos grupos, o los distintos sectores que lo integran son los elegidos. En este trabajo se propone definir las unidades a través de los procesos que se desarrollan en cualquiera de ambos medios. Definido un proceso como el conjunto de fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial, por el transcurso del tiempo, son los procesos el elemento a delimitar, por ser estos los que consumen recursos, luego la evaluación se convierte en un balance de recursos. Los recursos son el único elemento que se puede optimizar para garantizar la sostenibilidad del sistema intentando: (1) eliminar o atemperar al menos en lo posible la influencia de las perturbaciones sobre el proceso, (2) asegurando su estabilidad y (3) Optimizando el proceso. Se pueden optimizar los recursos petrolíferos o los recursos de biomasa o los recursos energéticos como forma de garantizar la sostenibilidad.

La capacidad para llegar a cuantificar el comportamiento del proceso, se suele desarrollar mediante las técnicas de modelado, de las que en este trabajo se usan los conceptuales (teorías científicas) y los matemáticos, que se deducen de los anteriores.

Objetivos

La dinámica de intervención en el medio a través del avance de la agricultura intensiva y la edificación transforma el paisaje reemplazando extensiones naturales por un mosaico de cuadros destinados a agricultura o edificación en distintos estados. El proceso de fragmentación y reconversión de usos del territorio involucra la conversión de grandes áreas de espacios naturales en pequeñas unidades separadas por áreas de intensa actividad humana o bien parches de uso agrícola diferente a la original, con mayor predominio de los cultivos bajo plástico. A una escala regional, la fragmentación modifica la estructura del paisaje, pero también produce cambios a escalas más reducidas, ya que los fragmentos remanentes poseen características propias, diferentes a las de los elementos originarios: zonas forestales, lagunas pastos y bosques originales.

Todo ello presenta un paisaje de mosaicos con un alto dinamismo, formado por parches agrícolas y urbanos, y zonas no alteradas de diversos tamaños. La identificación de los patrones de fragmentación y las relaciones existentes con las actividades humanas son de vital importancia la planificación y gestión de la zona. De esta forma, se incorporarían conceptos y metodologías de trabajo reconocidas como necesarias e incorporadas en la planificación del uso de los recursos naturales, con los objetivos de:

1. Identificar las características de un fragmento que condicionan su permanencia como elemento del paisaje.
2. Caracterizar el cambio de la estructura del paisaje originado en el avance de la frontera agrícola y urbana.
3. Ajuste de un modelo para predecir la dinámica de fragmentos y la estructura del paisaje.

Los procesos recientes son en muchos casos contradictorios, ya que, junto a la despoblación de unas áreas, es cada vez más fuerte la urbanización de otras; se produce de forma selectiva el renacer de determinados municipios, en la mayoría de las ocasiones vinculados al turismo, en los que se incrementa la residencia secundaria, o de aquellos otros situados próximos a determinadas áreas urbanas y metropolitanas que se benefician de los procesos de exurbación y de descentralización de determinadas funciones.

Partiendo de la consideración de que cualquier elemento es alterable, la tasa de variabilidad debe relacionarse con las consecuencias que provoca la alteración introducida y el coste de las mismas. El enorme atractivo de la zona litoral y su consecuente uso masivo necesita de un estudio de la misma capaz de aportar conocimientos que faciliten su planificación - adaptación, e incidan en las tendencias de la demanda, o al menos la mediaten.

Las fuentes de información la constituyen la numerosa y distinta bibliografía y estudios que existen sobre la zona, y la información que generan los organismos oficiales. No obstante, para la obtención de información más específica se propone la elaboración de encuestas, dirigidas tanto a gestores locales, técnicos y políticos como a la población de la zona, residente y veraneante.

Para la elaboración de la información se utiliza como base metodológica la ficha propuesta por la Organización de Estados Americanos (OEA, 1978) y la Organización Mundial del Turismo (OMT, 2005), que se encuentra dividida en cuatro apartados fundamentales (Rubio, D., 2003):

1. Identificación del elemento o recurso: datos objetivos del elemento a analizar, con la finalidad de identificarlo, localizarlo y tipificarlo.
2. Características del recurso: descripción del recurso, de los agentes y actividades y datos de su explotación
3. Valoración del recurso: para conocer su potencial o su valor, su posible funcionalidad y sus relaciones dentro del sistema de la oferta que se pretende, así como los posibles conflictos que pueda haber debido a otros usos que dicho recurso pudiera tener.
4. Observaciones: apartado abierto a posibles comentarios, sugerencias y propuestas.

De cada una de las unidades mencionadas anteriormente se identifican los elementos más característicos.

4.7.1. Unidades de Gestión

En las unidades de gestión del elemento físico-ambiental se deben considerar los usos de suelo, por el impacto que ocasionan sobre la totalidad del conjunto.

El planteamiento del uso del territorio debe hacerse de forma que no se pierdan las características del mismo que le otorgan “identidad ambiental”. Un incremento de la cantidad de suelo destinada a uso residencial de segunda residencia dirigida a un turismo de masas provoca de forma inmediata tensiones en cuanto a su valoración económica, al margen de sus incidencias sobre el medio físico. Ello conlleva elementos positivos y negativos. Entre los primeros la aparición temporal de empleos ligados a la industria de la construcción y al sector servicios, en su mayoría estacionales, vinculados a la afluencia de visitantes en el período estival. Entre los segundos se contabilizan la pérdida de la calidad ambiental (cuantificable a través de: (1) incremento de las tasas de impermeabilización (2) disminución de la superficie de las áreas vegetales, (3) incremento de la temperatura media y (4) disminución de las precipitaciones) de que pueda disfrutar la zona, el incremento de la tensión especulativa en cuanto a la continuación de conversión de otras clases de suelos en residenciales, la presión sobre los lugares protegidos y la demanda estacional de productos, sobre todo de agua en período de escasez, lo que conlleva un proceso difícilmente sostenible y pérdida de la “identidad” de los valores ambientales.

Los grupos principales de usos que pueden analizarse son:

- Usos urbanos. Referidos a la extensión de las zonas urbanizadas con viales, servicios urbanos y edificación. Los usos urbanísticos de la zona litoral, han alcanzado un grado de importancia tal, que son predominantes. En el litoral español, su vinculación al turismo de masas ha implicado, en primer lugar, la conversión de extensas superficies de suelo vinculadas a otros sectores, sin que por otra parte las previsiones en cuanto a dotaciones e infraestructuras sean las que se tienen en cuenta para el caso de que la población tenga carácter permanente. En este sentido, menos afectado por la estacionalidad, no se puede obviar un segundo fenómeno que también incide en el crecimiento de los asentamientos cual es la avalancha de ciudadanos europeos que deciden vivir su jubilación en ambientes más cálidos.
- Usos no urbanos. Se ven mediatizados por los urbanos en tres aspectos: (1) Están continuamente sometidos a presión sobre la posibilidad de su transformación o cambio de uso y el consiguiente paso a uso urbano. (2) Aún no modificándose su uso, los ligados al sector primario de la economía, pueden alterarse mediante la implantación de actividades productivas de carácter intensivo, cual son los cultivos bajo plástico. La presión y el impacto que provocan se pueden equiparar a los que se ven sometidos los suelos urbanos (Matarán, A., 2005). (3) Los suelos con especial interés para el medio natural, también se verán presionados por el turismo que en gran medida fluye hacia el medio rural.

4.7.2. Unidades Económicas

A lo largo de la historia los sectores económicos con mayor desarrollo en el litoral han sido los correspondientes al sector primario de la economía: el pesquero y los vinculados a usos agrícolas y ganaderos. El minero completa el sistema productivo. Como puede verse la mayoría vinculados al dicho sector. No obstante en determinadas áreas también existe industria, (sirva de ejemplo la industria pesada ligada al transporte marítimo y los grandes puertos) y por supuesto en la actualidad se está desarrollando con fuerza, constituyendo el principal motor, el sector terciario en sus vertientes de servicios, comercio y transporte.

Sector Primario

En general la pesca es una de las actividades más características de las áreas litorales, y está presente, en mayor o menor medida, en todas las economías locales (Arcila, M.L., 1999). Se ha de prestar atención a los atributos que tiene relación con aspectos económicos, productivos y ambientales. Artesanal en sus orígenes, la evolución de medios ha sido tan acentuada que hoy día se han debido implantar restricciones que la hagan viable en un horizonte temporal a largo plazo. La actividad acuícola, como alternativa y complemento a la pesquera, aún siendo una de las potencialidades del medio marismero, no se ha llegado a consolidar, y su desarrollo futuro depende de la ordenación y mejora de nuevas tecnologías y ayudas públicas. La pesca en la zona Mediterránea y sus alrededores puede ser considerada paradigma de explotación sin planificación, lo que ha llevado a los caladeros a una situación límite para sus recursos naturales y la necesidad de adoptar medidas drásticas de protección, lo que ha tenido fuerte incidencia en la economía y el desarrollo de las zonas afectadas por la necesaria reconversión pesquera.

Para el segundo grupo, los cultivos bajo plástico son un foco de demanda de suelo, y generación de residuos. Especial atención merecen, independientemente del tipo de agricultura, los productos químicos y fitosanitarios utilizados en la mejora de los rendimientos. En la zona de estudio, costa gaditana, no se ha alcanzado en esta actividad el nivel de otras comarcas litorales.

El sector ganadero, aún teniendo una cierta extensión no afecta tan negativamente al medio, y mantiene su interés sobre todo en aquellas zonas en las que tradicionalmente se ha desarrollado.

El minero por fin, está orientado en los espacios litorales a la extracción de recursos naturales: áridos a los que hay que unir las arenas de fondos marinos, sales, corales y bolsas de gas e hidrocarburos localizados bajo el lecho marino.

Sector Secundario

La industria también tiene relevancia en las zonas litorales y destaca la variedad de sus tipologías en asentamientos destinados a tal efecto: desde la industria pesada tradicionalmente petroquímica a los polígonos industriales y las ligadas al transporte intermodal como son las Zonas de Actividad Logística. No obstante, es de resaltar la importancia estratégica del sector energético, por su vinculación al resto del sistema productivo. En cuanto a la generación de energía las centrales: térmicas y eólicas. En los litorales las condiciones de viento suelen ser mejores que tierra adentro.

Relacionado con este último elemento en la costa gaditana, la presencia del Anticiclón de las Azores, genera condiciones atmosféricas en las que el viento es un recurso dominante. De ahí que la generación de energía a través del uso de aerogeneradores se esté convirtiendo en una industria puntera. Es incuestionable que la energía eólica es una fuente renovable y limpia, con escaso nivel de contaminación y de afecciones ambientales a escala global, al no emitir contaminantes ni generar residuos tóxicos, aún cuando hay que tener en cuenta la incidencia en la avifauna, sobre el paisaje, y sobre el medio natural. En este sentido, por lo que a la zona de estudio de este trabajo se refiere, la Diputación Provincial de Cádiz ha aprobado un Plan Especial de Ordenación de Infraestructuras de los Recursos Eólicos en la comarca de la Janda.

Sector Terciario

El turismo ha ido paulatinamente convirtiéndose en el eje vertebral de la economía litoral, aún cuando su valoración no es misión fácil debido a la incidencia que tiene en otras actividades

y sectores.

El comercio está tendiendo a la concentración en las áreas metropolitanas, determinando cambios en los usos, costumbres y relaciones económicas de la población de estas áreas.

Transporte. Sus atributos serán diferentes dependiendo de si se atiende al transporte como uso o como actividad, debiendo usarse par el segundo de los casos aquellos que ofrezcan parámetro de la intensidad de las actividades (Arcila, M.L., 1999).

Curiosamente en la zona de estudio la afección de los terrenos al uso militar ha sido tradicionalmente, junto a la incidencia de los vientos de levante una de las principales limitaciones, para el resto de los usos, pero fundamentalmente para el uso urbano y turístico. Las expectativas futuras permiten oportunidades para determinado tipo de turismo como son el turismo natural mediante la desafección de los terrenos militares, y su conservación, o la implantación de una industria turística especializada en el viento.

Infraestructuras, Servicios y Equipamientos

Viarias. La intensificación del tráfico asociado a períodos vacacionales hace de éstas elementos muy sensibles (Grindlay, A., 1999). En ellas converge un volumen de vehículos, para el que no están preparadas, provocando retenciones en las redes de costeras, perennes en muchos casos, con una temporalidad semanal que se centra sobre todo en fin de semana, y anual con la llegada del buen tiempo, desde Semana Santa hasta finales del mes de septiembre.

De suministro y desarrollo de servicios. El aumento estacional de la población, asociado a los meses de verano y vacaciones, tiene repercusiones muy directas en la dotación de servicios y suministros y algo menos en la dotación de equipamiento público. A los primeros les afecta fundamentalmente en aspectos relacionados con la funcionalidad de la instalación. Así la mayoría de las infraestructuras de suministro se ven explotadas en exceso durante estos meses, con un consumo continuado por encima de sus posibilidades reales de abastecimiento de las redes, dado el carácter antieconómico de la ejecución de la infraestructura completa.

Una incidencia inmediata, que puede utilizarse como ejemplo en materia de servicios, se da en la prestación de asistencia sanitaria que se refuerza en los meses estivales con la ampliación de la plantilla de facultativos, sin que tenga una incidencia directa en la ampliación física de las instalaciones. Las necesidades de espacios libres y zonas de equipamiento si tienen, por el contrario, una repercusión directa en la reserva de suelo para este uso, que ha de estimarse en función del parque de viviendas (entre las que se incluyen las de ocupación estacional) más que en relación a la población existente. Otros equipamientos que pueden ver aumentada su demanda, aunque en menor medida que los anteriores, son el asistencial y el deportivo pero sin llegar a generar necesidades de ampliación de instalaciones.

4.7.3. Unidades Sociales

En la zona litoral se pueden identificar unidades sociales sometidas a tan alta variabilidad como a la puedan estar las unidades físicas, comenzando por las tradicionales, en proceso como se ha visto anteriormente de rápida transformación. Asimismo se ha de aclarar que tal y como se estableció anteriormente la determinación de estas unidades se hace con base en el componente de actividad económica que desempeñan.

Unidades tradicionales (Nativos)

Las zonas costeras no han sido tradicionalmente focos de atracción de población si no es hasta mediados del siglo XX. La estructura social se vertebraba en torno a la pesca como eje tradicional de la economía local. Normalmente artesanal, produce la simbiosis entre los medios social y natural de que aquella se abastece. La introducción de la mecanización derivó la tendencia hacia la depredación intensiva poniendo en riesgo el equilibrio existente por la posibilidad real de agotamiento de los caladeros. Las distintas crisis de los diferentes caladeros han provocado una situación de recesión generalizada y la pérdida, en estas unidades, de peso específico dentro de la economía general del sistema.

El segundo de los elementos integrantes, lo constituyen la agricultura tradicional y la ganadería. La primera ha ido ganando paulatinamente peso específico en el conjunto. La segunda de las actividades mantiene un crecimiento lento.

En la zona de estudio la pesca, y dentro de ella las Almadrabas han ocupado un lugar central en las actividades de la zona que no en la economía y las posibilidades sociales de la población. Por lo que a las primeras se refiere, la producción es exportada casi por completo a Japón, aún cuando en los últimos meses parece haber un proyecto regional para la explotación y comercialización en la zona. Para el resto la crisis del sector con la pérdida de productividad de los caladeros nacionales y la denuncia de los acuerdos pesqueros con el reino de Marruecos han supuesto un trauma desde el punto de vista social, abocando a un sector importante de la población al paro, o a la emigración. La proliferación de actividades relacionadas con el contrabando es una de sus consecuencias. En cuanto al segundo de los elementos integrantes destaca en la zona de estudio la presencia de explotaciones ganaderas propiedad del ejército.

Nuevas unidades

Unidades vinculadas al sector turístico. Según la Cuenta Satélite del Turismo del Instituto Nacional de Estadística, el turismo proporciona a España el 10'1 % de los empleos y supone el 12'1 % del PIB (en cifras de 1999). España es una de las primeras potencias turísticas mundiales. Es el segundo destino del mundo en cuanto a número de visitantes, por detrás de Francia, y el segundo de nuevo en cuanto a ingresos por turismo, por detrás de EEUU, con un crecimiento importante en ambos aspectos en los últimos años. Estas cifras, nos proporcionan una idea de la importancia de este sector en la economía del país y por ende de la presión que puede llegar a ejercer sobre los litorales, en forma de explotación de los recursos, amparado bajo el velo del "desarrollo económico", aún cuando estos efectos no se hayan cuantificado hasta el momento. Como fenómeno adicional un porcentaje creciente de ese turismo se transforma en segunda residencia y de él otro porcentaje en residencia permanente (pensionistas y jubilados españoles y extranjeros).

Para el turismo eventual, de estancias cortas y el estacional deberán diseñarse estrategias de adaptación tal y como se he mencionado anteriormente hacia un turismo de contacto con el entorno y la valoración de sus elementos ambientales, paisajísticos y culturales, lo que implicará un proceso de educación lento para su transformación.

Unidades vinculadas a la agricultura. La agricultura, en especial el sector de frutas y hortalizas bajo plástico, ha supuesto una revolución en cuanto a la consecución de "productividad". Socialmente provoca rápidos incrementos del nivel de vida de un sector de la población. Paradigmáticos son los crecimientos que se han producido en la provincia de Almería a lo largo de los últimos años, convirtiéndola en de mayor crecimiento de Andalucía y una de las primeras, si no la primera, de España. En sentido contrario, están las interferencias que provoca con el

medio, de entre las que pueden destacarse: (1) ocupación intensiva de grandes superficies de suelo: montañas, parques naturales o lugares de interés comunitario en las que se han construido superficies invernadas, (2) necesidad ingente de agua para una zona árida, (3) degradación del suelo mediante el uso de fertilizantes y pesticidas y (4) degradación general del medio debido a la producción de residuos. A ellas habría de sumarse una (5) constituida por la falta de sensibilidad inicial de agricultores y autoridades.

4.8. Análisis de la Información

La cultura ambiental es un concepto dinámico. Los criterios desde los que se analiza son: (1) objetivos; su evolución temporal está sometida a la realización de descubrimientos científicos o avances tecnológicos y (2) subjetivos (mayoría); la evolución de estos es debida a la aceptación e incorporación a la cultura social de los primeros.

4.8.1. El Medio Físico-Ambiental

Si algo caracteriza el medio físico de las zonas litorales es su alta variabilidad, tanto en cuanto a su desarrollo natural como, y en este caso lo que se produce es una acentuación geométrica, de la tasa de variabilidad, mediante las alteraciones producidas como consecuencia de la actividad humana. La pérdida de una playa puede ser un fenómeno muy rápido, y genera grandes impactos sobre el medio económico y social que la rodea.

Procediendo a acotar el tiempo en el que tales alteraciones se producen han de considerarse, ampliando la escala establecida por (French, P.W., 1997), la década o conjunto de décadas como techo temporal, en el análisis de los elementos que pueden verse alterados. La proyección temporal es el siglo. El suelo está constituido por los segundos.

Las formas de variación son:

- 1.500 años: Sistema actual
- Siglos: Oscilaciones de la zona templada
- Décadas: Formación y pérdida de hábitat - marismas, dunas, etc.
- Años: Gestión de planes: efectos de los trabajos de protección
- Meses: Impactos del turismo: Ajustes estacionales de los perfiles de la orilla
- Semanas: Impactos del turismo: emergencia costera, perfiles de la orilla, marea viva y ciclos mareales
- Días: Emergencia por inundaciones, oleaje de tormenta y defensas
- Horas: Aguas residuales y basura; ciclos de marea
- Minutos: Olas y corrientes
- Segundos: Movimiento de partículas de sedimento

Además de su alta variabilidad, se ha de tener en cuenta que el sistema es ternario: tierra - agua - aire y que ambos elementos están intrínsecamente relacionados, así el sistema hídrico

terrestre puede ser considerado como un mecanismo de transporte de los residuos que se generan en el interior dado que existe comunicación y transferencia. Una sobreexplotación de los acuíferos incide, en sentido contrario, en la salinización o intrusión del agua marina tierra adentro.

Para realizar un diagnóstico del medio físico ambiental se ha de definir la calidad ambiental de cada una de las zonas de estudio. Ello será factible a través de la definición de un Índice de Calidad Ambiental que determine la calidad de los principales factores ambientales: (1) calidad de los suelos, (2) calidad hidrológica y (3) calidad atmosférica, relacionados con los siguientes elementos ambientales ¿demasiado urbanos? que los definen:

1. Existencia de zonas verdes. Es un elemento funcional de primer orden asociado a uso del suelo y a las actividades que en él se desarrollan, ligadas a la naturaleza y al ocio. Es también un importante regulador bioclimático ayudando a regular la temperatura, disminuyéndola en verano y reteniéndola en invierno. Por último es un intenso colaborador en la fijación de los suelos evitando la erosión y aumentando la retención de agua del suelo y realimentando capas freáticas.
2. Áreas de cultivo y silvestres. Aporta asimismo calidad a los distintos factores en forma análoga al elemento anterior, si bien puede señalarse el incremento de efectos negativos cual son la extensión indiscriminada de cultivos bajo plástico y el consiguiente impacto paisajístico y la utilización de fertilizantes y pesticidas que terminan minorando la calidad de los suelos y del sistema hídrico en general.
3. Densidad de habitantes. Es un elemento importante por la sinergia que provoca su incremento en cuanto a la incidencia sobre cantidad de residuos y degradación de suelos y sistema hídrico, en cuanto a contaminación y, por último, en cuanto a ruidos como parámetro de calidad.
4. Densidad de viviendas. Incide sobre la calidad estética y ambiental de los suelos. Está relacionada y acentúa los impactos del elemento anterior.
5. Influencia de la industria. Asociada fundamentalmente al incremento de los ruidos como elemento perturbante y también a la calidad atmosférica a través de las emisiones, a la calidad de los suelos, a través del movimiento y tránsito de materiales y a la calidad de suelos y aguas por la producción de residuos sólidos y productos peligrosos.

4.8.2. Materia Económico - Ambiental

La segunda fase en el análisis de información la constituye la materia económico - ambiental. Los elementos que se pueden valorar en este sentido lo son fácilmente para el caso estrictamente económico y lo son menos cuando se aplica en su aspecto ambiental. El medioambiente si bien ha comenzado a incluirse como elemento sujeto a valoración dentro de la actividad de las empresas, lo es aún en un estado rudimentario, trasladándose en la mayoría de los casos como coste a través del controvertido principio “quien contamina paga” (OCDE, 1972).

Aunque discutida, la valoración económica de la calidad ambiental implica la inclusión de elementos ambientales: bienes y servicios dentro del mercado global mundial en la sostenibilidad de los recursos, renovables o no renovables. Las actividades productivas giran alrededor de postulados económicos, pese a lo cual la valoración económica de la calidad ambiental avanza lenta pero inexorablemente, para lo que se potencia la cuantificación del valor económico del medio natural por métodos directos o indirectos, como apoyo y mejora de las herramientas tradicionales: diagnóstico, planes de gestión, evaluación ambiental. . .

La valoración económica no es una respuesta absoluta frente a la degradación. En primer lugar por la dificultad de valorar todos los componentes que la integran o, más aún, aquellos elementos no renovables y su incidencia en el futuro. No obstante puede ser una herramienta complementaria. Al presentar posibilidades económicas, su explotación sostenible genera un nicho económico.

Para incorporar dicho valor la estructura contable de las cuentas económicas: empresariales, sectoriales, nacionales e internacionales debieran incorporar un sistema satélite de cuentas ambientales que incluyeran la información y el conocimiento ambiental y mantuvieran un saldo positivo en la contabilidad de los recursos. En un sistema de doble dirección los estados serían los encargados de realizar una valoración global inicial, pero complementada, si de integración de recursos naturales en la cuentas empresariales se trata, con su inclusión en las cuentas empresariales internalizando la previsible disminución de materias primas, e interiorizando el concepto de costo = no gratuidad de los recursos naturales.

Sin embargo en el valor del producto no deben tenerse en cuenta únicamente aspectos cuantitativos. Existen otra serie de aspectos cuyo conocimiento no está plenamente desarrollado lo que añade incertidumbre a hora de valorarlo. El valor por ejemplo de la playa no puede analizarse únicamente desde la óptica de su cuantificación monetaria. La playa es zona de amortiguamiento en la transmisión de energía mar tierra. Si se pierde una playa ha de pensarse en las zonas que protegía, en las pérdidas adicionales, a veces diferidas en el tiempo, que produce.

El relleno de las marismas hace 150 años, como media social, económica y sanitaria, tuvo valor ambiental cero. Ahora se sabe que se produjeron pérdidas incalculables relacionadas con el alevinaje de las distintas especies y el anidamiento y tránsito de otras. Formadas como consecuencia de la subida del nivel medio del mar durante el Holoceno, a veces combinada con la construcción de barreras costeras debida a la dinámica marina (Carvalho, G.S., et al., 1997), son la mayor parte de las veces altamente productivas y continúan siendo presionadas por procesos y actividades humanas.

En la actualidad, relacionado con las marismas y las lagunas litorales todavía se asiste a enfrentamientos entre aquellos que por desconocimiento (a veces intencionado) o por intereses continúan presionándolas y el cada vez mayor conocimiento de los sistemas naturales costeros y de las formas que se les asocian, en constante modificación, que cada vez más pugna por la recuperación de dichos espacios. Existen propuestas para invertir situaciones consideradas inaceptables desde el punto de vista del ordenamiento y de la calificación ambiental (Velo, 1996).

Luego el valor de un producto sólo se refiere al estado socio-económico en el ciclo correspondiente. La economía tiene una valoración de escala. La prevalencia de la primera de las posturas mantenidas en el párrafo anterior será un pesada carga para gestionar en un período de entre 20 y 50 años. El conocimiento y la inversión medioambiental están siendo aceptados con generalidad como un valor que incrementa la producción (figura: 4.6). A ello habría de añadirse la valoración también cualitativa que produce el bienestar humano.

Los espacios litorales deben protegerse de la degradación progresiva debida a su utilización, con políticas que promuevan su mantenimiento, frente a una visión excesivamente “economicista” de sus recursos fundamentales, pesca y turismo. En este sentido, (Hunter, C., 1997) señala que un desarrollo turístico sostenible es “el único capaz de generar actividad económica viable en el presente y en el futuro, puesto que asegura un desarrollo integrado, armónico, compatible, equilibrado y sinérgico en sus relaciones con los recursos medioambientales, al mismo tiempo que satisface las necesidades sociales, económicas y estéticas de la zona”.

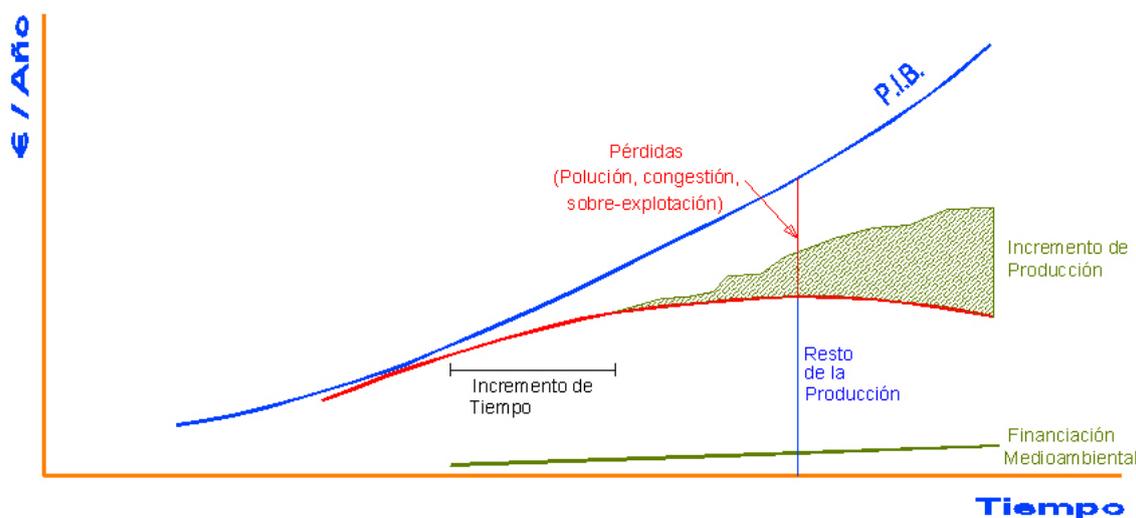


Figura 4.6: Esquema del incremento de la productividad relacionada con la inversión medioambiental

Productividad

Está determinada por las capacidades del sistema. Ha de enfatizarse que las relaciones son problemáticas entre los múltiples usos en la zona litoral, pero también que algunas interacciones entre los mismos puede dar lugar a beneficios y apoyos mutuos. Este constituye uno de los principales desafíos para los gestores.

No obstante, la productividad no depende sólo de los factores intrínsecos al medio, sino que también estará determinada por la mejora de los mecanismos que permiten que el medio se desarrolle esto es: (1) de las infraestructuras, (2) del aprovechamiento de las nuevas tecnologías y (3) de la capacidad de generar y atraer inversiones, hacia un producto diferenciado y de calidad.

Biodiversidad

Desde el punto de vista económico, enfocada hacia la actividad turística, la conservación del medio ambiente ha dejado de ser un elemento limitante del desarrollo, para ser un elemento que puede y debe ser utilizado como ventaja competitiva. Los recursos naturales constituyen uno de los principales motivos de atracción turística en el espacio litoral. En el medioambiente litoral es especialmente significativa la biodiversidad asociada a los medios terrestre y marítimo. En la zona de estudio en concreto, la asociada a sistemas boscosos, de montaña y de pastos, tierra adentro y la asociada a la cría de alevines de especies marinas en las zonas de laguna litoral y marismas, así como al propio medio marino.

4.8.3. Medio Social (Valoración Humana)

El último componente del análisis de la información está constituido por el medio social. En definitiva el sistema de gestión integrada lo que pretende es la armonización de los diferentes elementos, incluido el humano, que coexisten en una misma zona. Sus objetivos son:

1. Diseñar estrategias para la planificación y desarrollo de las actividades, con base en el

análisis de sus impactos y problemáticas específicas.

2. Asegurar un desarrollo compatible con los valores naturales e
3. Incrementar la satisfacción de los usuarios, nativos o visitantes, dando respuesta a la mayor sensibilidad por el medio ambiente, mediante la inclusión de los factores humano - ambientales en la gestión.

La necesidad de valorar y evaluar en orden al mantenimiento de la calidad debe ser considerada junto con la necesidad de invertir y desarrollar. De entre los conceptos macroeconómicos, los que pertenecen al entorno de los recursos naturales son los más importantes. El objetivo básico es mantener la calidad con crecimiento.

En relación con la valoración y percepción que tiene cada grupo social ha de hacerse mención a que el tipo de población asentada en las zonas costeras, desde el punto de vista socioeconómico, es decir relacionado con su actividad principal, debe tener un importante papel en el desarrollo de la involucración de la comunidad en su mantenimiento (Wells S. y White, A.T., 1995).

Claramente un único conjunto de directrices no puede cubrir todas las situaciones que involucran a los distintos componentes sociales. La naturaleza y extensión del interés depende de las metas, propósitos y características y estructura social de la comunidad.

En la valoración del medio social debe considerarse la estructura de propiedad. Para el medio marino no cabe duda de su carácter público, exclusivo hasta las 12 millas y de influencia hasta las 200. Con respecto al terrestre tiene asimismo carácter público el dominio marítimo terrestre, si bien en muchos casos adolece de falta de delimitación y como consecuencia los conflictos de intereses son muchos. Tierra adentro predominan los intereses particulares y la propiedad privada, aún cuando grandes extensiones sean de propiedad pública.

En concreto en la franja en estudio por lo que se refiere a la zona de dominio público marítimo terrestre (Ley de Costas, 1988) los grandes números con respecto a los deslindes son los siguientes:

- Aprobados LC 22/88: 318.132
- Ratificados: 69.368
- Aprobados actualmente: 387.500
- En tramitación: 28.044
- Sin incoar: 80.281
- DPMT: 495.825

El porcentaje deslindado de la costa es de alrededor del 78 % quedando aún 108 Km por deslindar (DGC, 2005). Las previsiones del Ministerio de Medio Ambiente son que se espera acabar con los deslindes en 2007.

Tierra adentro una buena parte pertenece al Ministerio de Defensa. Las necesidades defensivas han motivado la preservación de grandes extensiones, que hoy día pueden ser revertidas al uso público en inmejorables condiciones de mantenimiento y conservación.

Por lo que a la distribución general de la tierra por aprovechamientos se refiere, en la provincia de Cádiz, la primacía es agrícola, pues de un total provincial de 737.211 Ha, un 44'8 % son tierras de cultivo, distribuidas entre herbáceos, (77'30 %), leñosos (10'89 %) y barbechos y otras tierras

(11'81 %). Los prados naturales y pastizales ocupan un 11'81 %, el terreno forestal es del 30'19 %. El 11'45 % restante son eriales, terrenos improductivos, etc.

La estructura de la propiedad es fuertemente latifundista, el 3'4 % de las explotaciones agrarias, tienen un 66'4 % de las tierras. En extensión, las fincas de más de mil hectáreas son 102, un 0'5 % del total de explotaciones, pero abarcan 189.982 Ha; esto es el 28 % de la superficie total de la provincia.

4.9. Conflictos de Intereses

Muchas son las actividades que pueden radicarse en el medio litoral y cada vez mayores los impactos que estas actividades ocasionan en el medio. Desde hace unos años el desarrollo de estas zonas viene siendo motivo de controversia en el sentido de enfrentarse teorías meramente “economicistas” según las cuales el desarrollo, aún a cualquier precio del medio, produce riqueza e incrementa el nivel de vida de un gran parte de la población, frente a aquellas que consideran que un gasto excesivo de recursos provoca un efecto sobre la riqueza inmediato pero no sostenible, con lo cual a medio plazo termina dándose la paradoja de que la riqueza disminuye y los medios que podían producirla se han agotado, aún cuando se contabilice un mayor valor (especulativo) de lo realizado.

El enfrentamiento entre ambas teorías da lugar al incremento de los conflictos de intereses. Dos son los tipos más comunes de conflictos marinos y costeros (Cicin-Sain y Knecht, 1998): conflictos entre usuarios y conflictos entre órganos gubernamentales que administran programas marinos y costeros. La tabla que presentan sobre tipos de conflictos puede considerarse totalmente vigente, en función del grado de desarrollo del país:

PAÍSES DESARROLLADOS	PAÍSES DE TIPO MEDIO	PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO
Calidad de las aguas	Calidad de las aguas	Calidad de las aguas
Erosión	Acuicultura	Desarrollo de puertos
Turismo	Erosión	Pesquerías
Pesquerías	Desarrollo costero	Acuicultura

Cuadro 4.1: Principales problemas relacionados con las zonas litorales en función del desarrollo del país. (Fuente: Sain and Knecht, 1998)

España está incluida dentro de este estudio entre los países desarrollados.

Los conflictos entre usuarios se producirían por distintas razones:

1. **Competencia por el espacio** (a) marino como puede ocurrir entre pescadores y acuicultores o (b) terrestre como puede ocurrir entre promotores inmobiliarios y agricultores de cultivos intensivos.
2. **Competencia por el mismo recurso** (a) marino como podría darse entre pescadores y pescadores deportivos, y (b) terrestre como la que se da entre la industria y la agricultura por el uso del agua.
3. **Efectos negativos** de algunos usos en el ecosistema que inciden sobre otros usos.

Los conflictos entre entes administrativos suelen producirse más por cuestiones relacionadas con las distintas competencias de que disfruta cada una y los intereses: más relacionados con el

corto plazo en el caso de la administración local (pequeña escala espacial) y los relacionados con los plazos medio y largo para el de las administraciones regional y estatal o internacional (escalas intermedia y gran escala).

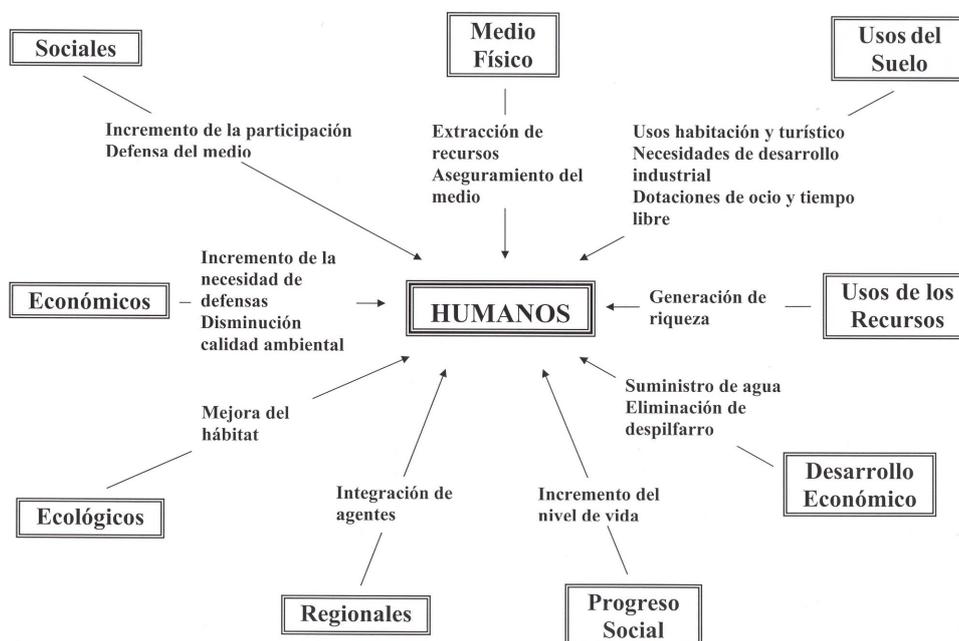


Figura 4.7: Aplicación de criterios centrados en el ser humano

Siguiendo la metodología de analizar los posibles conflictos desde la óptica de aplicación de los criterios definidos en el capítulo anterior centrados en el ser humano o centrados en el medio ambiente (figuras: 4.7 y 4.8) se obtienen resultados en muchos casos contrapuestos que ayudan a definir posibles estrategias de solución.

El mayor dilema de la actividad humana es conocer que cualquier beneficio puede, de forma directa o diferida provocar un perjuicio y ser consciente de ello. Como especie el ser humano cada vez conoce en mayor detalle el grado de afección que provoca en el resto de la biodiversidad y en el medio físico natural, conocimiento que jamás parece haber tenido ninguna otra especie que, libre de depredadores tiende a extenderse exponencialmente hasta el infinito independientemente de las interacciones que provoque.

Lo que hay que buscar pues es la optimización de forma que con el máximo beneficio se provoquen los menores efectos negativos posibles, en un proceso continuado de adecuación permanente, esto es el continuo dilema entre alternativas posibles.

4.9.1. Resolución de Conflictos

La resolución de conflictos de intereses es una de las funciones centrales de la Gestión Integrada. El enfoque que se da al tema persigue un doble objetivo: por un lado la protección del medio en sentido amplio, y por otra la promoción del desarrollo económico. Para conseguirlo se han definido previamente los atributos del territorio que lo hacen único. De entre estos atributos, los principales en el sentido de atributos definidos por la geografía física, tienen asignado un gradiente de alteración. El gradiente de alteración, que es dinámico, se define como la cuantificación de los cambios que se producirán en el territorio como consecuencia de la implantación de usos

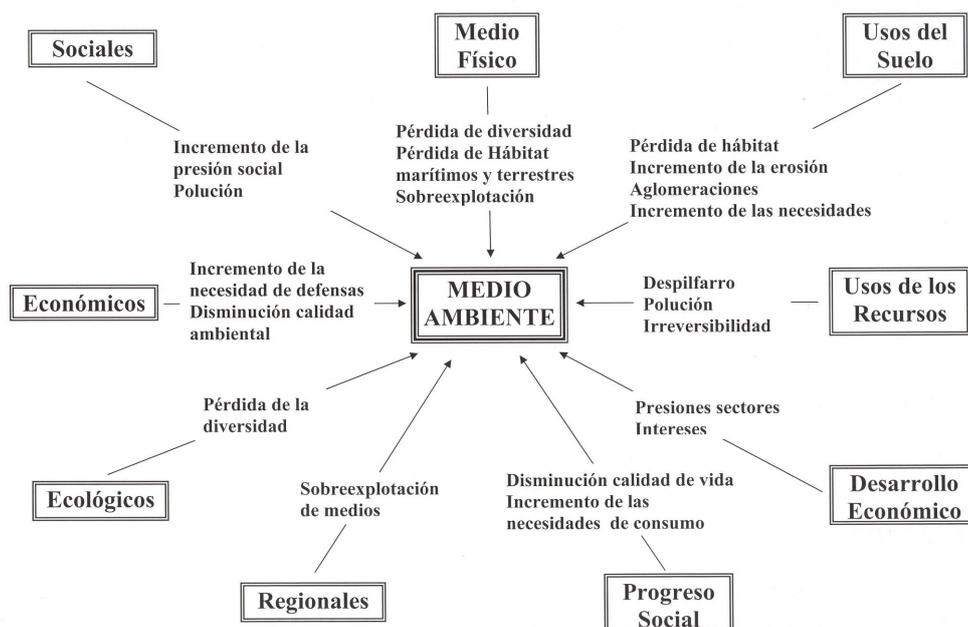


Figura 4.8: Aplicación de criterios centrados en el medio ambiente

distintos o alternativos.

Los atributos y su gradiente de alteración proporcionan elementos de análisis objetivos para la resolución de conflictos. En algunos casos la dinámica del gradiente implicará que los cambios que se han producido sean de tal envergadura que hagan imposible la recuperación de las condiciones iniciales de los atributos, esto es producirán alteraciones irreversibles. Se les considerará estados críticos de los atributos, marcando el estado límite último (ROM 0.0, 2001), que da lugar a la resolución del conflicto a favor del medio natural. Para no llegar a este estado se puede delimitar una banda de protección, de sección variable, que defina un límite último de seguridad.

La protección del medio se conseguirá a través de la conjugación de dos herramientas convencionales (Wells S. y White, A.T., 1995) cuales son:

Regulación. Se deriva de la objetivación mencionada anteriormente para la resolución de conflictos, que se incorpora a las herramientas de planeamiento y gestión, como normas de actuación.

Educación. No sólo de la normativa podrán obtenerse soluciones al problema planteado. Es más, la experiencia demuestra que cuando la población que se ve afectada no participa de la filosofía de la normativa, ésta es muy difícil de aplicar. La concienciación a través de la educación e implicación de la comunidad puede reducir conflictos.

Hay que tener en cuenta que el objetivo inmediato es contribuir a la reducción de la vulnerabilidad.

Por otro lado se ha mencionado como segundo objetivo la promoción del desarrollo económico, para lo que habrán de implementarse políticas de uso racional de los recursos.

Su objetivo será el mantenimiento general de la calidad del sistema.

Modelos de ordenación y de modos de uso

El modelo de gestión debe tener en cuenta que el desarrollo territorial lleva asociado dos actividades distintas pero correlacionadas: la ordenación y el uso o modo de utilización territorial.

La ordenación del litoral permite decidir los usos del suelo que tienen garantizada una continuidad espacio-temporal indefinida, y las actividades, que no agotando los recursos, permiten mantener o incrementar la calidad de vida. El uso del espacio se concreta en los modos y formas de ocupación y específicamente el destinado a la actividad turística. Éstos deben considerar las características ambientales, los impactos que causan y la viabilidad económica en una vida útil.

La forma de ocupación es un factor determinante en la evolución del medio ya que, p.ej. la ocupación para uso residencial, genera impactos cualquiera que sea la zona en que se produzca. En las áreas litorales el problema se agrava, debido a su dinamismo evolutivo, a su alterabilidad y a su interrelación, a no depender sólo de las actividades que se producen a escala local, puesto que sus condiciones ambientales y paisajísticas son motores de la demanda y del crecimiento.

Las formas usuales de ocupación atentan directamente contra estas condiciones. La explotación intensiva degrada la calidad en todas sus facetas. El caso extremo de pérdida de una playa priva a los usuarios de un recurso turístico, en terminología de la Organización Mundial del Turismo, uno de los principales, si no el principal, con la consiguiente pérdida de valor generalizada, natural y económica.

Mediante la especificación de la ordenación territorial y de los modos de uso se trata de definir métodos y establecer criterios, factores, variables y parámetros que permitan cuantificar la capacidad de un territorio en cuanto a su ocupación (elemento fijo) y en cuanto a la absorción de población (elemento variable y estacional), de forma sostenible, esto es de manera que los impactos que se causan en el territorio puedan ser absorbidos por el mismo.

4.10. Formulación de la Función Objetivo

El problema consiste en optimizar la función objetivo, aquella que se define a través de las distintas actividades que se van a implantar en el territorio, sometiénola a dos tipos de restricciones:

Restricciones Económicas. Aquellas que vienen impuestas por el mercado y definen un dominio económico en el que el medio natural tiene una importancia relativa. Piénsese en el desarrollo de un medio urbano. Máxime en la época actual el componente económico será el que lo determine. Para este caso la influencia del medio natural se puede considerar despreciable. Se tiene en cuenta a través de lo que son por ejemplo las dotaciones, cuantificadas a través de “ratios” como son los estándares urbanísticos. Las zonas verdes son la representación del medio natural (siquiera sea como expresión mínima) dentro del medio urbano.

Restricciones del Medio Natural. Las que se establecen a través de los agentes que lo definen. Delimitan asimismo un dominio del medio natural, en el que las restricciones económicas apenas se perciben, ya que la importancia de aquel es dominante. Imagínese para este caso un parque natural, como pudiera ser el de Doñana. La sociedad exige el mantenimiento del parque al margen de cualquier otra ponderación, como lo demuestra el conflicto y la crisis que produjo el desmoronamiento del muro de contención de la balsa de residuos tóxicos de la explotación minera de Aznalcollar. Sin embargo también se da un cierto dominio económico, cual son las explotaciones vinculadas a medios agrícolas y ganaderos, aún cuando es cierto que son explotaciones que han evolucionado junto con el parque, que en muchos casos son anteriores al mismo

y que han demostrado su compatibilidad con el medio a lo largo de siglos.

Entre ambos extremos de predominio casi absoluto de uno u otro dominio, puede considerarse que el dominio económico se ve mediatizado, condiciona y es condicionado, por el dominio del medio natural y a la inversa, esto es intersecan, definiendo una zona en la que es posible el cumplimiento de las restricciones Económicas simultáneamente con las del Medio Natural. De esa zona se obtiene un campo de soluciones para las que se cumplen las restricciones de ambos tipos. De aquí se toman los elementos necesarios para la ordenación de actividades, en el espacio, pero sobre todo en el tiempo.

Cabe hacer en esta fase especial hincapié en que los dominios, y las restricciones que los definen, son variables en el sentido espacial pero sobre todo en sentido temporal. Muchas de las grandes obras de infraestructuras que se hicieron a partir de la revolución industrial, a lo largo del siglo XIX, y primera mitad del XX, encontrarían hoy día resistencias ambientales tales que las harían inviables y con seguridad actividades que se están realizando actualmente, serán limitadas en tiempos futuros. De ahí la mutabilidad del sistema de gestión integrada y de sus elementos.

El análisis desde un punto de vista tradicional es estático y puede dar lugar a apreciaciones erróneas. Si se analiza un modelo en el tiempo puede encontrarse una situación en la que se considere que la solución que ofrece en ese punto es estable. Considerado desde la óptica de la gestión integrada, desde un punto de vista dinámico, el campo de visión se amplía y la solución se vuelve, fuera del entorno, inestable.

4.11. Simulaciones

Una vez establecida la función objetivo definida a través de las actividades, corregida por las restricciones económicas y medioambientales, se procede a la ordenación espacio - temporal de actividades y a la generación de simulaciones que permitan validarlas.

Para ello se utilizan modelos que expliquen la evolución de los distintos sistemas:

4.11.1. Físico - Ambiental

Los modelos a utilizar son los morfodinámicos. En cuanto a los modelos de tendencia y playas de equilibrio, se dispone actualmente de dos fuentes de conocimiento de la dinámica costera, uno basado en los principios físicos de los procesos, asociados principalmente a los procesos de corto y medio plazo, y otra basada en las observaciones en la naturaleza, que incluyen las tendencias de evolución a largo plazo (Payo, Baquerizo y Losada, 2004).

Durante mucho tiempo estas dos fuentes de información han estado separadas; el estudio de la dinámica costera era llevado a cabo mediante modelos basados en los principios físicos o en modelos puramente empíricos. En ambos casos, se ignoraban fuentes de conocimiento importantes, lo cual no es recomendable en el área de ingeniería costera (Terwindt, J.H.J., et al., 1990).

En etapas más avanzadas se procedió a la primera integración de ambas fuentes de conocimiento. Los modelos físicos eran empleados para evaluar y explicar el comportamiento pasado de los sistemas costeros. Combinados con datos empíricos de casos similares, podían utilizar estos modelos para predecir la evolución futura (Vriend, H.J., et al., 1989).

Recientemente ha surgido una nueva línea de pensamiento que integra las dos fuentes de conocimiento. Son los llamados modelos de tendencia de evolución, caracterizados porque parten

del concepto de estados morfodinámicos de equilibrio. Cuando las fuerzas que afectan al equilibrio del sistema costero cambian, este responde, tratando de restaurar el equilibrio. En general, estos modelos establecen una relación entre un elemento cinemático, por ejemplo el volumen total de sedimentos en un tramo de costa, y el agente dinámico perturbador del equilibrio, por ejemplo un ascenso del nivel medio del mar. Estos modelos son “cajas negras” donde se relacionan los agentes cinemático y dinámico sin descifrar o valorar los mecanismos actuantes. Son, por tanto modelos simplificados que permiten conocer tendencias de evolución.

En las aplicaciones de ingeniería, son dos los modelos de tendencias que mejores resultados han producido, los modelos de una línea y los modelos de evolución del perfil de playa.

4.11.2. Económico - Social

Se utilizan en este análisis modelos econométricos y modelos de valoración social. Un modelo es una representación simplificada de la realidad con dos características: (1) simplifica la cosa que quiere representar y (2) recoge sin embargo los principales elementos de esa realidad.

En Economía y el resto de ciencias sociales se comprueba “a posteriori” que un modelo, dependiente de una serie de variables, sometidas a restricciones tiene una solución que optimiza los beneficios y los inconvenientes, minimizando los desequilibrios. La población en general parece percibir y compartir la certeza de dicha afirmación.

Sin embargo, en sentido contrario, afirmar a “priori” que un modelo con sus variables y restricciones ofrece un único resultado no parece una afirmación tan certera. Si quiere establecerse la incertidumbre del modelo habrá de recurrirse al análisis probabilista como forma de medida.

Para ello debe considerarse además que la posible solución va a evolucionar en el tiempo y termina convirtiéndose en parte del problema. Se construye un paseo marítimo y el problema es ahora de una playa con paseo marítimo.

De entre los modelos que en Economía utilizan la estadística como herramienta de trabajo, los modelos económicos son modelos genéricos aplicados por los economistas a diversas situaciones concretas que se representan mediante una función matemática.

Los modelos econométricos son abstracciones de la realidad, que enfatizan en las variables, (incluyendo en la mayoría de los casos el tiempo), y las relaciones entre ellas, que se consideran relevantes para comprender/explicar la realidad.

Ambos modelos difieren en múltiples apartados: (1) El modelo econométrico es mucho más particular que el modelo económico. (2) El modelo econométrico necesita mayor especificación, debiendo concretar en mayor detalle las variables y sus unidades. (3) En el modelo econométrico se exige una forma funcional que ligue a las variables. (4) El modelo econométrico suele tener más variables, aún cuando en algunos casos el modelo económico incluya el tiempo. Por último, (5) en los modelos económicos la relación entre las variables suelen ser determinadas, mientras que en los modelos econométricos la relación entre variables se considera estocástica.

Los componentes que pueden distinguirse en un modelo econométrico son:

- **Variables.** Son cada uno de los elementos representativos del fenómeno y pueden clasificarse en función de la capacidad para su observación, de su causalidad: endógenas y predeterminadas y en función de su variabilidad: flujos y “stocks”.
- **Parámetros.** Son fijos mientras que los estimadores son variables. Sin embargo los parámetros son desconocidos.

- **Datos.** Están normalmente referidos al tiempo. No obstante en su análisis pueden considerarse referidos a distintas unidades en un momento determinado (estáticos o de corte transversal) o para distintas unidades en distintos momentos del tiempo (dinámico o datos de panel).
- **Forma Funcional** que relaciona las variables endógenas y predeterminadas y que puede determinar relaciones de comportamiento (entre agentes económicos) relaciones técnicas (aquellas bajo las cuales se da un determinado comportamiento), institucionales o legales (p.e. renta e impuestos) y relaciones contables, que establecen la identidad entre variables endógenas y predeterminadas.

4.11.3. Análisis de Componentes Principales

En los modelos descritos anteriormente el Análisis de Componentes Principales permite el tratamiento de los sistemas como una combinación lineal de variables aleatorias cuya función de densidad conjunta puede ser inferida desde los ejemplos conteniendo los valores de las variables.

La técnica de Análisis de Componentes Principales provee un conjunto de vectores denominado Funciones Empíricas Ortogonales que son combinaciones lineales de las variables originales. La primera componente principal explica tanto de la varianza de las variables originales como sea posible. La segunda explica la mayor parte de la varianza restante y así sucesivamente.

Por lo tanto, conservando las primeras componentes es posible explicar la variación de las variables originales de un modo tal que la función puede ser estimada como una combinación de vectores.

En el Capítulo VI se desarrolla una metodología de cálculo que permite estudiar la incertidumbre de la predicción para el modelo elegido en función del Análisis de Componentes Principales.

Cada una de las soluciones que se obtiene debe ser cuestionado en orden a responder si contribuye a la sostenibilidad del sistema y a mantener o incrementar la calidad de vida. De ser positiva la respuesta el conjunto de soluciones coincidiría con la función estimada, y las restricciones introducidas a la función serían válidas, constituyendo un conjunto de restricciones que pueden ser extrapoladas a lugares diferentes. De no ser positiva, la simulación obliga en primer lugar a la revisión de las restricciones, tanto de las económicas como de las relativas al medio natural y, en su caso, a la propuesta de cambio del conjunto de actividades que caracterizan la función objetivo.

Validadas tanto la función objetivo, como las restricciones, se puede proceder a la toma de decisiones a través del establecimiento de opciones estratégicas.

4.12. Conclusiones: Estrategias y Medidas, y Actividades a Término

Una vez concluidas las fases de caracterización y simulación, se pasa al diseño de las estrategias básicas, que en definitiva pretenden aglutinar los diferentes elementos que intervienen en la visión integradora de la gestión, relacionándolas con los medios: físico - ambiental, económico - ambiental y social. Posteriormente los métodos de gestión, control y retroalimentación, analizarán la satisfacción de la demanda a través de: métodos de investigación social, paneles de expertos y atención a las sugerencias y reclamaciones.

Las medidas que definen estrategias se especifican por medio de los elementos vulnerables

y esenciales para así llevar a efecto el “sostenimiento” de la calidad, en un horizonte espacio - temporal, adoptando decisiones y ejecutando las acciones, en el marco de la planificación, derivada para los elementos vulnerables hacia el planeamiento, y hacia la promoción para el caso de los esenciales.

Para los elementos vulnerables las medidas a adoptar podrán ser de control. Las que se proponen en relación con los elementos vulnerables estudiados son: (1) Limitación de superficies, (2) Protección del sistema hídrico y (3) Establecimiento de zonas de protección.

Para los elementos esenciales las medidas podrán ser de mantenimiento y conservación. Las medidas que se proponen en relación con los elementos esenciales estudiados son: (1) Establecimiento de atributos, (2) Definición de “ratios” y (3) Promoción.

Las opciones estratégicas se relacionan con los medios en los que se ha dividido el sistema, a saber: físico - ambiental, económico - ambiental y social. Las líneas estratégicas que de ellas se derivan son:

1. Opciones estratégicas para el medio físico-ambiental

- a) Estrategia relacionada con la evolución de la población. El ser humano interactúa con su medio, siendo el uso residencial su principal manifestación: determina y condiciona al resto de los usos. Su implantación no debe responder a razones de estricta oportunidad o impulso político o económico.
- b) Estrategia de estructuración de los espacios litorales. Ha de tener en cuenta aquellos elementos que integran el sistema, cual puedan ser: infraestructuras, equipamientos y servicios, dotaciones para actividades, etc., su vida útil y la obligación de “revertir” al medio ambiente sus características, originarias o evolucionadas, una vez que el elemento ha agotado su ciclo vital.
- c) Estrategia de cuantificación de los recursos. El medio físico-natural ofrece una serie de recursos que pueden ser utilizados por el conjunto poblacional que se establece en un territorio. Su cuantificación permite asegurar la capacidad de suministro y prever su evolución, así como determinar los previsibles déficits que puedan producirse, y prevenir su agotamiento.
- d) Estrategia de evaluación a través del balance ambiental y económico de los recursos. Permite conocer no sólo su valoración “económica” sino también el resto de costes sociales que provocan las “externalidades”.

2. Opciones estratégicas para el medio económico-ambiental

- a) Estrategias relativas al turismo. Mejorar el turismo en general a través de la potenciación del turismo de calidad, y el turismo rural. También el turismo deportivo vinculado al viento. Establecer un Plan de Futuro que garantice su viabilidad y mantenimiento al margen de previsibles variaciones estacionales y cíclicas, potenciando los aspectos más perdurables espacial y temporalmente.
- b) Estrategias relativas a la pesca. Racionalización del uso de los recursos, en cuanto a explotación y potenciación de la acuicultura como alternativa a la pesca tradicional.
- c) Estrategias relativas a la agricultura. En una zona donde el agua es un bien escaso, conseguir que las agriculturas existentes tiendan a ser simbióticas con el medio en el que se desarrollan, o favorecer el desarrollo de tecnologías que minimicen el gasto de agua.

- d)* Estrategias relativas a la industria. Explotación de la industria de producción de electricidad, utilizando la energía proporcionada por el viento, a través de los aerogeneradores.
3. Opciones estratégicas para el medio social
- a)* Estrategias de planificación. Deberán basarse en la realización de proyectos y estudios que tengan en cuenta la evolución global del sistema litoral y la interrelación entre sus elementos. Los informes y opiniones técnicas en que se fundamenten han de tener una base objetiva. Los análisis políticos y de oportunidad han de responder a esta estrategia, potenciando por último que el nivel de expectativas y deseos de los usuarios del litoral se vinculen al mantenimiento de sus capacidades en el tiempo.
 - b)* Estrategias de participación. O de involucrar a la comunidad (Wells S. y White, A.T., 1995). Claramente no es una cuestión simplemente de establecimiento de un conjunto de líneas maestras, ya que el espectro que se abarca, su naturaleza y extensión dependerá de sus metas, propósitos y características de la zona, la historia del asentamiento, los recursos que contiene y su valor, y de la estructura de la comunidad local.
 - c)* Estrategias relativas a tasas de crecimiento. Programadas y diseñadas para proveer un marco en el que pueda desarrollarse la población local. El concepto de tasa pretende establecer los límites en los que se combinan las funciones de preservación de la diversidad, investigación, desarrollo y educación, a través de un sistema de zonificación o de delimitación de usos y potencialidades.

Conclusión: Actividades a término

Cualquier actividad de uso de la zona litoral debe llevar el tiempo de utilización o vida útil, por tanto debe ser analizada como “actividad a término”. Finalizada la vida útil, la zona litoral debe recuperarse como zona pública y por tanto disponible para su utilización sostenible con otras actividades.

Capítulo 5

Planteamiento de un Modelo Socio-Económico

5.1. Resumen del Capítulo V

Con amplia generalidad, se puede aceptar que la evolución de la zona costera es el resultado de la interferencia de los sistemas natural y humano que se manifiesta por la alteración del entorno y la actividad socio económica. Esta interacción se regula mediante la actividad jurídico-administrativa (Barragán, 2002). Tradicionalmente la Gestión Integral de Zonas Costeras (GIZC) se ha definido y aplicado a partir de análisis deterministas, donde los valores de las distintas variables que modelan cada sistema y su interacción se suponen conocidos e invariables en el tiempo, es decir permanentes, y en el espacio, es decir uniformes.

Sin embargo, esta aproximación no se ha demostrado suficientemente adecuada por lo que parece razonable aceptar que la GIZC entraña incertidumbre procedente de la propia aleatoriedad de los fenómenos naturales, de las fuentes de datos y del tratamiento estadístico de los modelos matemáticos y de la conducta humana, lo que la convierte en la principal traba para la formulación de modelos que traten de explicar su dinámica y por tanto de conseguir encontrar una posible solución a su funcionamiento conjunto, duradero y sostenible. Además esta incertidumbre afecta tanto al valor de las distintas variables como a su variabilidad temporal y espacial, por lo que la predicción de la evolución del sistema costero, en la que se debe apoyar la GIZC, es una tarea compleja.

Considerados los usos del territorio como la mayor manifestación de la interferencia que supone la actividad humana, tres elementos naturales enunciados en el Capítulo IV pueden ofrecer condiciones de contorno para la formulación de cualquier modelo y por tanto convertirse en elementos limitativos y vinculantes para la variabilidad del sistema formulada desde la óptica de evolución de la población; (1) la capacidad del territorio para absorber actividades y transformaciones sin sufrir evoluciones irreversibles, a través de la demanda y usos del suelo (2) la presencia de agua, como condicionante para el desarrollo de la vida y (3) la evolución de la línea de costa y su incidencia en los asentamientos y actividades litorales, especialmente a través de la evolución de las zonas de playa.

5.1.1. Escalas Espaciales y Temporales

Formulación: dado un tramo de territorio en el espacio litoral, acotado espacialmente de acuerdo con lo establecido en el Capítulo III de esta tesis, se trata de analizar en las diferentes escalas temporales el desarrollo socioeconómico y ambiental valorando la calidad de vida, la sostenibilidad, los costes totales, los fallos y pérdidas de servicio (socioeconómica y ambiental) y el riesgo que se derivan de una determinada ordenación territorial y gestión de la misma teniendo en cuenta los recursos disponibles, tanto litorales como de servicio (agua y energía).

Es este un problema de optimización Coste/beneficio con restricciones.

5.1.2. Elementos del modelo

Programa de Ordenación Territorial

El planteamiento de un Plan de Ordenación Territorial es una apuesta concreta por la determinación de los usos del suelo, que pueden implicar tanto la transformación de una parte del suelo, como la conservación, el mantenimiento o la protección del mismo. La estrategia de dimensionamiento “a priori” se plantea como una transformación del territorio para el establecimiento de una población, con unas demandas concretas de recursos generales o litorales y el análisis de costes que el establecimiento y la demanda ocasionan.

La ordenación del litoral, establece las condiciones iniciales o de contorno mediante la caracterización socioeconómica y ambiental del tramo por medio de unidades funcionales: (1) Se considera en primer lugar la demanda de suelo a transformar directamente en vivienda y edificación, o la pérdida de suelo natural que conlleva y aquellos terrenos que pueden ser transformados para el resto de usos relacionados con la misma; infraestructuras y servicios y (2) Aquello otros terrenos destinados a usos como el Agrícola y los relacionados con los procesos Industriales, aún cuando ambos no se estudien en este trabajo, que también incluyen los Espacios Ambientales, esto es, los que contienen los suelos susceptibles de protección y los Recursos Litorales.

El método de evaluación de dicho programa de ordenación el de análisis de la evolución de la población humana y otras en función de la capacidad que la ordenación territorial es capaz de satisfacer las necesidades socioeconómicas y ambientales y sus costes.

Las unidades funcionales

Las unidades funcionales sirven para caracterizar el desarrollo socioeconómico y ambiental del tramo en estudio, a través de un conjunto de indicadores que debe ser completo y exhaustivo. Dicho conjunto comprende las variables de tramo, o de municipio o de región y son variables derivadas y funcionalmente dependientes de la población y su evolución:

1. Indicadores Socio-Económicos. Existe un conjunto de elementos de carácter social o económico que actúan como atractores-repulsivos de la población hacia un determinado territorio. Dichos elementos pueden ser sistematizados, cuantificados y representados en forma de series de indicadores. El número de indicadores puede ser tan amplio como se desee, pero habrá de tenerse en cuenta el coste de su obtención y la complementariedad entre ellos, para evitar un cúmulo excesivo de información, en ocasiones repetitiva, y para la que a veces no es fácil obtener una idea intuitiva de la información que ofrecen.
2. Indicadores Ambientales. Las condiciones ambientales actúan asimismo en un sentido de atracción o repulsión, tanto sobre los agentes, como sobre las actividades económicas. El

entorno del litoral se manifiesta como un lugar propicio para la instalación de actividades, y sus condiciones climáticas son un incentivo al asentamiento de poblaciones. Ello explica la tendencia centrífuga que se está produciendo hacia las costas.

Las condiciones ambientales también pueden sistematizarse a través de series de indicadores y les es de aplicación la consideración sobre el número máximo de indicadores que componen la base.

Recursos

La costa es una zona de especial atractivo por sus condiciones climáticas y ambientales y por las potencialidad de las actividades económicas, vinculadas unas y otra especialmente con el turismo. Por ello en las zonas litorales, han de tener especial consideración, por su importancia, los recursos ambientales y turísticos. El modelo de ordenación territorial ha de ensayar y desarrollar directrices y criterios para el análisis ambiental, la conservación del medio rural y la gestión sostenible de los Recursos Ambientales y Turísticos, en especial:

- La Gestión, el Control y la Conservación de las aguas y de sus biotopos asociados, en especial los humedales
- El desarrollo de un el turismo sostenible, preservando los recursos y potenciando los usos turísticos y recreativos armónicos con el medio. Para ello han de indentificarse los problemas ambientales generados y las oportunidades o fortalezas relativas al turismo en sus diferentes modalidades.
- Gestión y control del resto de hábitats litorales y estrategias de protección y recuperación de la flora y la fauna amenazada.

De entre el conjunto de recursos que utiliza la población para su densenvolvimiento en un territorio, en este Capítulo, los recursos considerados en el capítulo III como elementos vulnerables o esenciales, se agrupan en dos tipos: Recursos generales (locales, regionales o globales) entre los que se incluyen el suelo, el agua y la energía y Recursos litorales como son la evolución de la línea de costa, las playas, los puertos deportivos, pesqueros... y el resto de actividades litorales. En cuanto a su caracterización cabe señalar:

1. Recursos de Sostenibilidad

- El suelo, en su manifestación más concreta de usos “urbanos”, se somete a procesos de ordenación en periodos que coinciden con hemiciclos económicos (de 4 a 8 años) por lo que está sujeto a procesos de ordenación.
- El agua es un elemento de “distribución” aleatoria, por lo que tiene un carácter limitante, lo que implica la necesidad de someterla a regulación.
- La energía, en tercer lugar, es un recurso limitado que sin embargo ha de tener garantizado el suministro en todo momento.

2. Recursos Litorales

- La evolución de la línea de costa es un proceso dinámico influenciado por la variación media del nivel medio del mar en cuanto a su tendencia a largo plazo y por las actuaciones humanas en sus manifestaciones a corto, afectando al resto de los recursos.

- La playa seca es un recurso limitado sometido a la aleatoriedad climática cuya estabilidad necesita estar asegurada siquiera sea estacionalmente.
- Los puertos son elementos de impulso. Dependen de la población a la que surten y son a su vez un atractor importante de la misma a través del desarrollo de actividades: económicas, deportivas....

La importancia los recursos y de los indicadores que los representan se manifiestan directamente a través de su uso en la ecuación de balance del recurso e indirectamente en la valoración de la sostenibilidad y de la calidad de vida de los espacios costeros.

5.1.3. La Población. Evolución Temporal y Espacial

El ser humano, como el resto de los seres vivos, interactúa con el medio en el que se desenvuelve. La evolución ambiental y socioeconómica de las zonas costeras ha de ser analizada y modelada considerando para su formulación como variable principal del problema la población, dado que de ella se van a derivar todos los impactos y presiones sobre el resto de las actividades sean económicas o ambientales.

Espacialmente, la población, en cualquiera de las escalas (global, regional o local) ha tendido, en el último siglo, a distribuirse en un entorno que difícilmente dista unos kilómetros de la línea de la orilla de mares y océanos. Las posibilidades y potencialidades del medio han hecho de esta zona un elemento de especial atractivo. La distribución espacial está además sometida a fluctuaciones temporales, asociadas a periodos estacionales que incrementan su interacción con el medio.

Asentada en un territorio, la población demanda recursos y produce residuos con lo que la capacidad de un territorio de producir los primeros y absorber los segundos es una capacidad limitada y sometida a evaluación en forma de balance.

5.1.4. Balance Ambiental

El modelo que se propone en esta tesis formula ecuaciones de balance desde una óptica global que incide sobre dos aspectos concretos:

1. La relación entre Demanda y Recursos Disponibles, intentando establecer un balance que permita determinar la posibilidad o no de acoger a una población determinada
2. El balance global entre suministro y demanda, su análisis temporal y la determinación del número de fallos en el servicio posibilita, a través de sus ecuaciones, determinar los estados límite del sistema:
 - estados límite de fallo, que provocan desabastecimiento o quiebras en el suministro o alteraciones temporales en el entorno y
 - estados límite últimos, que son los que provocan el fallo permanente del recurso o alteraciones irreversibles en el medio.

Ambos son determinantes para el establecimiento de umbrales objetivos de Calidad de Vida y Bienestar Social en un medio Sostenible.

5.1.5. Costes

Todos los recursos pueden ser sometidos a evaluación económica, lo que implica capacidad de discernir el coste de la potencia instalada, asociado a instalación y mantenimiento de infraestructuras, frente a los beneficios que provoca. Ello permite evaluar costes directos e indirectos. Estos últimos se asocian con la producción de residuos y la alteración del medio físico natural. El modelo de evaluación económica se fundamenta en las siguientes premisas:

1. En un horizonte temporal determinado, la atención de la demanda lleva aparejado el dimensionamiento de sus elementos a los que se suman como variables: (1) estática, los costes de primer establecimiento y (2) dinámica, los costes de suministro, mantenimiento y conservación, a los que han de añadirse las “deseconomías”. Su desequilibrio suele llevar aparejada la necesidad e subvenciones o transferencias de diferentes escalas.
2. El balance entre consumo y recaudación indica el nivel de sostenimiento económico del sistema.
3. Su consecuencia es una ecuación de ocupación y uso del territorio, su consumo y la pérdida de suelo natural.

Estos tres ítem constituyen lo que puede denominarse un análisis económico de lo que suponen los costes de todo tipo asociados al establecimiento de una población en un territorio.

Para el caso del análisis de costes los estados se definen en relación con la capacidad de recuperación o el balance entre gastos e ingresos:

- $\text{Balance} \geq 0 \implies \text{No Capacidad de Recuperación} \implies \text{Estado de Fallo}$
- $\text{Balance} > 0 \implies \text{Capacidad de recuperación} \implies \text{Estado de No Fallo}$

5.1.6. El Modelo de Evolución Poblacional

En este trabajo se propone un modelado de actividades socioeconómicas, tomando como variable principal del problema la población.

El modelo se formula por la evolución temporal en el tramo de las poblaciones humanas, o del resto de especies que compiten por el territorio. Entre las poblaciones humanas en este trabajo se distingue entre las poblaciones económicas, que desarrollan su actividad, permanente o no en el territorio y las poblaciones ambientales, habituales u ocasionales, que son las atraídas por las condiciones del mismo, aún cuando incidan en la actividad económica.

La población es la variable independiente que evoluciona en el tiempo, y está correlacionada con los indicadores de cada función.

El problema conlleva la realización de simulaciones experimentales con secuencias semanales, para las poblaciones no estables, que se agregan estacionalmente y que definen una tendencia anual. La secuencia de años que se prevé ha de ser de al menos un ciclo económico y ambiental, aunque el óptimo sería la secuencia de tres ciclos consecutivos.

Teniendo en cuenta indicadores y recursos, la población puede ser modelada mediante una Ecuación Diferencial Ordinaria (EDO) para la que se definen: (1) términos relacionados con el crecimiento de la misma, (2) términos reductores por condiciones socioeconómicas y ambientales y términos relacionados con la dinámica de interacción entre grupos de población.

Para el ajuste de los términos se propone un modelo simple, para el que se realizarán simulaciones de Monte Carlo, con objeto de analizar su evolución y modelos de bases de datos a obtener, con vistas al futuro de manera que se disponga de datos reales que permitan el ajuste.

El resultado de la implementación del modelo implica la posibilidad de predecir:

1. La previsible evolución de la población
2. Los estados del sistema y las posibilidades de “fallo” (1) ambiental, como déficits en el balance de suministro de recursos y (2) socioeconómico como imposibilidad de recuperación de la inversión y
3. La consecuencias de los fallos que se asocian con situaciones de riesgo. El riesgo se define como la probabilidad de fallo por las consecuencias:

$$R = P(f) * C$$

5.2. Introducción

Los fenómenos relacionados con el ser humano son gobernados por leyes no convenientemente formuladas, que pueden ser incluso contradictorias, y de las que por supuesto se desconocen, en mayor medida, las variables que intervienen. Algunos autores definen irónicamente la Economía como la ciencia que explica perfectamente el funcionamiento de los fenómenos sociales y su evolución “a posteriori”. Resulta sin embargo evidente que algunas variables son cada vez mejor conocidas y su evolución puede ser modelada con alto grado de certidumbre. Las políticas económicas y monetarias son medidas, de las cuales, los efectos que va a producir su aplicación son cada día mejor conocidos.

El estudio del comportamiento social y económico ha experimentado a lo largo del siglo XX una fuerte progresión, desde sus inicios en los que parecían evolucionar a su albur hasta la finalización de la Segunda Guerra Mundial tras la que los incipientes desarrollos en Investigación Operativa fueron aplicados a la industria civil tras desarrollarse en la industria militar y consiguieron un desarrollo vertiginoso.

Pese a conocer la posible evolución de un fenómeno social o económico y sus variables, la voluntad política o la presión colectiva pueden en muchos casos, y de hecho la experiencia diaria demuestra que lo hacen, relegar el conocimiento y la información que pueda tener sobre las consecuencias de determinadas actuaciones y someterlas o mediatizarlas e incluso ignorarlas o contradecirlas, en función de intereses a corto y medio plazo.

Sin embargo, aceptada la máxima aleatoriedad posible en el comportamiento humano, incluso la irresponsabilidad o la toma de decisiones contrarias al interés general, no es menos cierto que los modelos que se aplican en los mundos social y económico han evolucionado en los últimos años de forma que las actuaciones de las autoridades políticas o económicas van acompañadas de previsiones sobre la dirección y el sentido de la evolución del sistema.

Los ciclos económicos, que a lo largo del siglo XX tuvieron periodicidades de entre 10 y 15 años, y parecían evolucionar ajenos a cualquier acción humana o con leyes desconocidas, en la última etapa de desarrollo de los países primer mundo, han tenido una etapa expansiva controlada, desconocida a nivel global. Tal vez Japón sea la excepción con una crisis económica a lo largo de la década de los 90 que, en su momento, fue previsible aún cuando no se tomaran las medidas oportunas para atajarla. Los modelos económicos explican ahora con mayor detalle los

procesos que los constituyen y sus escalas, espaciales y temporales, si bien se encuentran todavía en estado larvario comparados con la modelización y explicación de los fenómenos físicos.

Por todo ello aceptando el altísimo grado de incertidumbre que la actividad humana comporta y la posibilidad de que un mismo fenómeno esté sometido a interpretaciones opuestas, e incluso el que no se tenga en cuenta el conocimiento o la información que sobre el proceso se tiene, no se puede dejar de intentar establecer explicaciones racionalizadas a través del pensamiento científico a los procesos socioeconómicos “a posteriori” y, como consecuencia del mejor conocimiento que ello implica, formular hipótesis y modelos que intenten predecir situaciones futuras.

En definitiva, tanto los procesos naturales como los procesos socioeconómicos están sometidos a interpretaciones. Estas tendrán un grado de variación que podrá hacerlas incluso antagónicas cuanto mayor sea incertidumbre asociada a su evolución o, en sentido negativo, cuanto peor conocidas sean las leyes que los gobiernan o menor sea la capacidad de los modelos de explicar la evolución previsible. No obstante el incremento del conocimiento acorta la amplitud del abanico de variabilidad y genera una tendencia a seguir pautas de acuerdo con lo que se podría denominar “ortodoxia”.

El objetivo de este capítulo es la formulación de un modelo que proporcione una Herramienta de diagnóstico y pronóstico del desarrollo socioeconómico y ambiental, simultáneo y compatible de las zonas litorales, de manera que se faciliten las estrategias de gestión, inversión y protección, en las escalas temporales de evolución socioeconómica y ambiental, mediante el análisis de la evolución de la población y su consumo de recursos. Con ello se puede establecer un criterio de valoración que tenga en cuenta los estados de fallo del sistema, cuantificados a través de los déficit de abastecimiento en los recursos generales y litorales o imposibilidad de recuperación de los costes, y la valoración de sus consecuencias: situaciones de Riesgo.

El avance en el conocimiento de los procesos litorales y la evolución de las costas, la creciente demanda social por la sostenibilidad y la calidad de vida están propiciando nuevas actitudes y conductas en la ocupación del litoral. La síntesis de esta nueva realidad es la aproximación estocástica y el desarrollo de modelos de gestión integral de las zonas costeras (GIZC), que se fundamentan en el carácter estocástico de los fenómenos naturales y en el carácter evolutivo de los comportamientos sociales e individuales de la sociedad humana.

Cualquier modelo de gestión de un sistema natural se obtiene como una abstracción de los procesos naturales que guían su evolución relacionados con los procesos que vienen fijados por la acción humana.

Aplicado dicho planteamiento al sistema litoral, poder modelarlo implica la necesidad de realizar un diagnóstico del sistema que incluye la necesidad de:

1. Comprender los procesos litorales y la evolución natural de la línea de costa, sus escalas espaciales y temporales y la variabilidad general del sistema.
2. Analizar los procesos históricos de uso y ocupación del litoral y la alteración gradual producida en la configuración del sistema y que es causada por la actividad humana, las escalas especiales y temporales de estos procesos y su variabilidad e
3. Identificar los agentes que tienen efectos más importantes sobre el litoral de forma que permita establecer restricciones que limiten la interacción entre los medios anteriores.

En este trabajo, de entre los modelos que tratan de explicar la evolución del medio natural se considera la evolución de la línea de costa, que será la que en definitiva permita prever la

superficie de playa como elemento de especial valor para la actividad socio-económica, determinada por el volumen circulante de sedimentos y la dinámica marina. Para el planteamiento de modelos de evolución del medio socio económico se utilizará a la población como variable independiente relacionada con la demanda de usos y transformaciones del suelo que provoca y las actividades económicas que genera y, la demanda de agua y la capacidad de absorción de residuos del territorio, como elementos reguladores y limitantes de dichos usos y actividades.

El comportamiento del primero de los sistemas en el tiempo está siendo simulado por el método de Monte Carlo (Baquerizo et al., 2004). Para ello es preciso conocer la distribución conjunta de las funciones aleatorias que fuerzan las variables envueltas en dicho proceso: (1) el caso de la evolución de la línea de costa es modelado por medio de los parámetros de oleaje durante un estado del mar (número de tormentas por año, duración de cada una, tiempo entre tormentas. . .) Para el segundo de los sistemas es una propuesta de este trabajo su utilización. (2) para la evolución del medio socioeconómico, entre los parámetros elegidos estarán la renta media de la población de la zona, la evolución del índice de ocupación de suelo y su manifestación más común, el número de viviendas y la evolución de su precio, así como el número de turismos.

El parámetro a utilizar para el análisis de la evolución del medio socioeconómico y la previsible incidencia de sus actividades sobre el medio natural será el incremento de la población y la posible perspectiva en cuanto a su evolución. El método más básico para calcular el cambio numérico de una población a través del tiempo ha sido la ecuación compensadora (Haupt, A. y Kane, T, 1991) y (Vinuesa, 1997) donde una población se incrementa de una parte por la diferencia entre nacimientos y defunciones y de otra por la diferencia entre inmigración y emigración. La escala temporal para su medición es como mínimo anual. Sin embargo cada vez son mayores los desplazamientos, que, utilizando como eje de difusión los distintos medios de transporte, provocan grandes movimientos de población en escalas temporales menores que el año. Las demandas asociadas a dichos movimientos tienen carácter permanente en lo que se refiere a ocupación de suelo e incidencia sobre la línea de costa y carácter estacional negativo en su incidencia sobre la demanda de agua.

Aún cuando no asociado a los movimientos poblacionales, los procesos relacionados con la segunda residencia inciden sobre las actividades y el medio natural de las zonas receptoras, provocando unas demandas que no se ven recompensadas con las aportaciones que produce. En ese sentido cabría plantearse la posibilidad de que se produzcan transferencias desde las zonas emisoras a las receptoras.

Del análisis y diagnóstico de la evolución de los parámetros hasta el momento actual se pueden establecer umbrales que definan cambios que puedan ser valorados: (1) para el caso del medio natural el nivel de umbral que define la ocurrencia de una tormenta es elegido como el valor mínimo de la altura de ola significativa para la cual los cambios morfológicos son evaluables. (2) para el caso del medio socioeconómico se pueden elegir como niveles umbral los que determinan los parámetros medios a nivel comarcal en relación con la provincia y la región en la que se encuadra.

La profusión de variables en un modelo tiene la ventaja de aportar mayor información a la hora de plantearlo, pero también el inconveniente de que puede provocar confusión y solapamiento de información. Ante un banco de datos con muchas variables, el objetivo será reducirlas a un menor número perdiendo la menor cantidad de información posible. El Análisis de Componentes Principales (ACP) es una técnica estadística de síntesis de información, o reducción de la dimensión (número de variables). Los nuevos componentes principales o factores serán una combinación lineal de las variables originales, y además serán independientes entre sí.

La elección de los factores se realiza de tal forma que el primero recoja la mayor proporción

posible de la variabilidad original; el segundo factor debe recoger la máxima variabilidad posible no recogida por el primero, y así sucesivamente. Del total de factores se elegirán aquéllos que recojan el porcentaje de variabilidad que se considere suficiente. A éstos se les denominará componentes principales.

5.3. Escalas Espaciales y Temporales

5.4. Elementos del Modelo

5.4.1. Introducción

Los desplazamientos y movimientos poblacionales puestos de manifiesto en este trabajo, respondan o no a motivaciones económicas, generan economías y “deseconomías”, promueven cambios fundamentales en el uso y provocan la transformación del suelo y, la alteración de los elementos, tanto vulnerables como esenciales, de un territorio. Las zonas litorales son atractivo y generación de asentamientos y, localización en la que se crean y desarrollan actividades.

La principal manifestación que produce la ocupación y alteración en el uso del suelo son los hechos económicos. Estos han sido habitualmente incorporados como parte esencial a las caracterizaciones de un territorio, inicialmente geográficas, desde las más antiguas descripciones de las que se tiene noticia (Sánchez, J-E., 1996). El conocimiento de los recursos, la producción, el comercio y el intercambio, de y entre territorios, así como la localización de actividades, la dedicación de la población y las explotaciones económicas (tanto en el interior de una sociedad como entre sociedades), son aspectos de la vida económica presentes en todo momento y cuyo conocimiento y control se sitúan en el centro de interés del conocimiento económico-territorial.

El problema de la localización de los distintos agentes y factores en un territorio, ha sido el objetivo primordial de estudio a partir fundamentalmente de la segunda mitad del siglo XX. En la Ordenación del Territorio un brevísimo análisis por sectores económicos nos ofrece la siguiente evolución:

1. Por lo que a las actividades del **sector primario** se refiere, las distancias a los lugares de mercado, determinaban, en un espacio homogéneo la localización de las actividades agrícolas, y como consecuencia la configuración del paisaje a través de las que podrían denominarse localizaciones óptimas (Von Thünen, J., 1826). El suelo agrario y el modelo de Von Thunen relacionan la renta por unidad de área y el beneficio máximo con costes de transporte mínimos. (Harvy Vivas, P. 2004)

Thünen utilizó modelos matemáticos en sus estudios sobre la distancia de las explotaciones y las ciudades, sobre los costes de transporte y la formación de los salarios. Así construyó un modelo donde definía la mejor localización para que cada cultura tuviera el mejor beneficio monetario de su explotación.

En la actualidad la distancia y los costes del transporte han devenido pequeños en relación, por ejemplo, con los costos relacionados con la mano de obra. La pervivencia de la agricultura en la Unión Europea y en España, ya no es un problema de localización. En la actualidad depende más de las subvenciones establecidas en la Política Agraria Común, para su mantenimiento, con lo que han pasado a ser un problema socioeconómico relacionado con el mantenimiento de la actividad en zonas rurales. Ello ha provocado tensiones con los países del tercer mundo, que lo perciben como una limitación a su desarrollo y, en los últimos tiempos, con Estados Unidos, donde se está produciendo un fenómeno de

deslocalización de la agricultura, invirtiendo sus empresas en la producción de los países menos desarrollados.

2. En la **localización industrial** interesa la localización óptima respecto de distintas condiciones. Se puede admitir en primer lugar que la minimización de los costos de transporte puede decidir la elección del emplazamiento. La concreción y optimización de dicho emplazamiento estará además condicionado por otras consideraciones de entre las que cabe destacar la accesibilidad y el precio de los terrenos como factores iniciales predominantes.

No obstante la localización Industrial se corresponde con una decisión a largo plazo más compleja que lo expuesto anteriormente e influida por variables como: medio y costos de transporte, disponibilidad y coste de la mano de obra, distancia a la fuentes de materias primas y mercados, factores ambientales, costos y disponibilidad de terrenos, topografía, estructura legal e impositiva, disposición de recursos hídricos energía, etc. comunicaciones evacuación de deshechos industriales, factores sociales, estabilidad, violencia, etc. (Chain, N. and R., 1989).

Un proceso parecido al mencionado anteriormente para la agricultura ocurre con respecto a la industria, que pese a las ayudas y subvenciones que recibe, tiende, en el caso de la industria a gran escala, a desplazarse hacia países en vías de desarrollo, en los que los *costes ambientales* y de *mano de obra* son mucho menores.

3. En la localización de **actividades terciarias** Brian Berry (1971) analizó los comercios y los servicios que deben abastecer a los sistemas de centros poblados de una región. La aplicación de la teoría de sistemas a las ciudades, planteando desarrollos conceptuales específicos para los sistemas urbanos, recopilando los modelos gravitacionales y sus aplicaciones a distintas actividades, como por ejemplo la actividad residencial, comercial, industrial, etc. incluyendo y planteando modelos integrados de localización fue desarrollada en 1978 por Benjamín Reif.

La distribución y jerarquización de los las actividades terciarias en el espacio, la determinación de sus umbrales, y el modelo geométrico de los lugares centrales (Christaller, 1933), se cumple en la realidad con mayor frecuencia de lo que se podría esperar dada la irregularidad del espacio real, pese a su teórica isotropía.

Su mayor problema es que no resuelve la influencia que la *densidad de población*, parámetro netamente definido a través de la ocupación de suelo para uso residencial, tiene sobre el alcance de los servicios y su umbral. Pese a ello, las actividades terciarias se suelen caracterizar por ser actividades altamente productivas, con lo que su demanda de suelo es menor que la del resto de actividades. Por ello compiten en una posición ventajosa con ellas, logrando desplazar a todo tipo de funciones, incluida la residencial.

El sector servicios, tiempo ha, pasó a constituir el capítulo principal de la producción, que contribuye a la generación de riqueza, de los países desarrollados. Muchas son las actividades que en él se desarrollan, sin embargo puede considerarse que las principales son:

- a) Transporte,
- b) Comercio, con sus tipologías básicas
 - comercial,
 - exterior y
 - consumo
- c) Finanzas,

- d) Ocio y Turismo y
- e) Administración Pública.

No existen sin embargo grandes desarrollos teóricos en el tema de localización en los últimos años. Es por esto que la realidad que puede observarse tanto a nivel de ciudad como a nivel de territorio surge como algo necesario de analizar para identificar posibles patrones de localización reales, que tengan en cuenta la evolución del medio sobre el que se asientan, relacionando las actividades en el espacio, con los consumos de todo tipo que producen y, sobre su base, inducir la teoría que hay tras cada decisión o condición.

Las zonas costeras constituyen un enclave privilegiado y frágil para la localización de actividades y servicios.

Existen otra serie de factores que pueden considerarse subjetivos, pero que sin embargo tienen una influencia vital sobre la demanda de suelo para uso residencial que es en definitiva el origen y motor del resto de usos. Dichos factores son: clima, paisaje, vivienda y educación.

Dependencia Espacial

Relacionadas con la localización están las interacciones de todo tipo que se producen entre los distintos usos y actividades que se desarrollan en un territorio. Una declaración de parque natural, por ejemplo, provoca limitaciones hacia determinadas actividades, aún cuando pueda mejorar otras. La urbanización de la costa puede interferir procesos naturales aún cuando “mejore” su economía en el corto plazo. Ambas situaciones en las que puede haber pugnas por un mismo territorio han quedado anteriormente definidas. Sin embargo existen usos y actividades que están intrínsecamente relacionados y en los que, el desarrollo de uno de alguna forma demanda el desarrollo del resto, temporal pero, sobre todo, espacialmente.

La dependencia espacial es más conocida bajo el nombre de autocorrelación espacial y surge como consecuencia de la relación existente entre lo que ocurre en unos lugares y en otros, sea esta relación una respuesta a la evolución espacial y temporal del medio como consecuencia de los procesos naturales, o responda a su evolución a través del desarrollo de actividades, o procesos humanos. “Todo tiene relación con todo, pero las cosas cercanas están más relacionadas que las lejanas” (Tobler, W., 1979). En este sentido la dependencia espacial viene determinada, pero no sólo, por una noción de localización relativa, en la que se enfatiza el efecto de la distancia. También lo está por los balances y transferencias que deben producirse en las diversas escalas de relación.

Las escalas, como se ha visto en el capítulo I de esta tesis, son de diferentes magnitudes. No obstante, en relación con la distribución espacial, las escalas regional o local en cuanto a espacio y las escalas estacional, anual o de ciclo económico son las más adecuadas.

En la ordenación del territorio la noción de espacio se amplía más allá del sentido estricto del espacio “euclídeo”, e incluye otros espacios como:

1. el espacio social,
2. el espacio económico,
3. el espacio político, o
4. el espacio jurídico-administrativo.

La dependencia espacial ha de manifestarse, ha de ser posible medirla y ha de ser posible la sistematización y análisis de estas medidas.

En relación con la capacidad de generar modelos ha de tenerse en cuenta que la interrelación espacial suele ser originada por dos fuentes: (1) En primer lugar, por los datos espaciales con sus particulares características y (2) en segundo lugar, por la organización espacial de los fenómenos a estudiar. Con respecto a la utilización de datos espaciales nos encontramos con que, en muchas ocasiones, los datos son recogidos en una escala agregada y por tanto, puede que haya poca relación entre la esfera espacial del fenómeno a estudiar y la delimitación de las unidades espaciales de observación.

Por otra parte, en los datos espaciales nos encontramos con que existe una delimitación arbitraria de las unidades de observación. Al ser dichos límites artificiales, las observaciones cercanas a la frontera estarán incompletas, ya que sufren influencias de factores que están más allá de la línea fronteriza que separa las regiones, no estando recogidos dichos factores en la unidad primaria de observación.

No obstante, aunque los límites fronterizos fueran naturales serían distintos para cada uno de los fenómenos a observar, por lo que es imposible lograr una división óptima del espacio cuando la variable a estudiar depende de numerosos factores, ya que presumiblemente habría tantas divisiones óptimas como factores. En este trabajo se propone (capítulo IV), una delimitación de las unidades en función de los procesos, físicos o socioeconómicos que en ellas se desarrollan.

Con respecto a la organización espacial de los fenómenos, ésta tiende a generar patrones complejos de interacción y de dependencia que son importantes por sí mismos (Troncoso, J.C. et al., 2003). Así se acepta la existencia de procesos espaciales donde los cambios de estado son debidos a propiedades espaciales de los atributos. Algunos de estos procesos son los siguientes:

- En las disciplinas sociales el proceso de “difusión” es un término general que clasifica procesos en los que algún atributo es conocido por un número fijo de personas. Un bien nuevo, el desarrollo tecnológico, son ejemplos de procesos de difusión.
- Un segundo tipo de fenómenos son los denominados de “intercambio y transferencia”. Las economías urbanas y regionales se relacionan mediante el intercambio de bienes y mediante transferencias de renta.
- Un tercer tipo de procesos son los que denominamos de “interacción”, a través de los cuales los hechos que ocurren en un lugar determinado tienen influencia y están influenciados por hechos que ocurren en otros lugares.

Como hemos visto, por un lado la utilización de datos espaciales y por otro la organización espacial de los fenómenos, aconsejan la utilización de modelos formales para estructurar la dependencia entre los fenómenos en diferentes localizaciones. Como resultado, lo que se observa en un punto viene determinado en parte por lo que ocurre en cualquier otro punto del sistema. En su tratamiento estadístico, a primera vista, la dependencia espacial puede considerarse parecida a la dependencia en serie de los modelos de series temporales, pero no puede ser tratada de la misma forma debido a que en el espacio la dependencia es multidireccional, mientras que en series temporales, ésta es unidireccional y por tanto, la metodología a aplicar ha de ser distinta.

Cabe señalar la existencia de dos enfoques distintos para modelizar la dependencia espacial.

1. El primero, parte de la teoría y fija a priori una estructura para la dependencia espacial. Esta estructura se incorpora en la especificación formal del modelo y se empieza el análisis estadístico.

2. El segundo enfoque, parte de los datos e intenta inferir una forma apropiada para la dependencia utilizando una serie de indicadores, sobre los que se analiza la correlación o dependencia y los estadísticos de correlación cruzada.

En este trabajo se utilizan ambos métodos generando a priori una estructura para la dependencia espacial y ajustando dicha estructura a través del análisis de indicadores económicos y ambientales, generando simulaciones sucesivas en períodos temporales mínimos de 15 años y estudiando las probabilidades de fallo del sistema.

5.4.2. Programa de Ordenación Territorial

Usos Urbanos en la Ordenación Territorial

La localización espacial se inicia con el establecimiento del uso residencial. Su consolidación en el espacio va configurando una estructura de demanda potencial (desde necesidades básicas hasta servicios específicos) con características territoriales, es decir, estas demandas potenciales se distribuyen en el espacio con algún patrón específico. Esta estructura de demanda espacial es el primer elemento de lo que posteriormente conformará un “mercado territorial”.

En la medida que esta concentración residencial aumenta, aumenta también la concentración de poder adquisitivo, elemento que en definitiva justifica desde un punto de vista económico, el surgimiento de una serie de actividades orientadas a la satisfacción de necesidades (actividades terciarias) (Troncoso, J.C. et al., 2003).

Las hipótesis específicas de los modelos de uso y transformación del suelo han de basarse en las siguientes premisas:

- La actividad residencial es la que primero se localiza en un territorio de expansión
- Las actividades de comercio y servicios se localizan en aquellas zonas donde la actividad residencial ya está consolidada.
- La actividad industrial y la residencial se repelen, en el sentido de que no conviven en proporciones similares en una zona.

Su demostración pasa, en la práctica, por la construcción de modelos que representen las relaciones que existen entre las actividades urbanas en el espacio, es decir, cuáles dependen de cuales y en qué forma lo hacen al localizarse.

No obstante, el punto de partida está en considerar desde una óptima dual el suelo natural en primer lugar, y en segundo el suelo no natural como aquel en el que se produce una transformación en su uso. Las transformaciones globales que se consideran son: (1) suelo destinado a edificación, dentro del que se incluye en primer lugar el uso residencial y de forma derivada el resto de usos dependientes del mismo, y (2) suelo destinado a infraestructuras, como el conjunto de servicios que posibilitan el desarrollo de los usos anteriores.

Esto difiere del enfoque teórico que sólo define a priori las variables explicativas (por ejemplo valor del suelo, poder adquisitivo, políticas gubernamentales, etc.), aún cuando considera la necesidad de tenerlas en cuenta. En definitiva se busca aprender de la realidad locacional de las actividades en la ciudad, y trata de establecer modelos de crecimiento que tengan en cuenta la incidencia entre actividades económicas y los recursos medioambientales necesarios para que

estas se desarrollen, proyectando en el largo plazo su evolución, previendo la posibilidad de que se produzcan estados de fallo del sistema (ROM,0.0) y estableciendo limitaciones que los prevengan.

Aún cuando en el planeamiento urbanístico la zonificación estableció estándares lineales para los distintos usos, por lo que se refiere a los usos dependientes del residencial se pueden considerar las siguientes relaciones funcionales:

1. La localización de la residencia no depende, en principio, de la existencia de otras actividades urbanas, sólo de ella misma. No obstante en el medio litoral han de considerarse como componentes de la demanda, las variables mencionadas anteriormente como son: clima, paisaje, vivienda y educación.

$$RES = f(R); \quad R = f^{-1}(RES) = \varphi(RES)$$

2. La localización de la industria depende inversamente de la existencia de residencia.

$$IND = f\left(\frac{1}{R}\right) = f\left(\frac{1}{\varphi(RES)}\right) = g(RES)$$

3. La localización del comercio en una zona depende de la residencia, de los servicios y del comercio ya existente

$$COM = f(C, R, S)$$

4. La localización de los servicios en una zona depende del comercio, la industria y los servicios ya existentes

$$SER = f(S, C, I)$$

5. La localización de establecimientos educativos de una zona depende únicamente de la cantidad de residencia implantada en esa zona

$$EDU = f(R)$$

6. La localización de establecimientos sanitarios en una zona depende únicamente de la cantidad de residencia implantada en esa zona.

$$SAL = f(R)$$

El uso residencial se convierte en la variable pivote del resto de las variables, pero en el modelo no se explica de qué depende la variable de uso residencial. En este trabajo se propone que la variable residencial va a ser una variable dependiente en primer lugar de la población, pero la población ha de explicarse con base en otras variables que pueden clasificarse en: (1) variables económicas, que explican parcialmente la capacidad de atracción de la población y (2) variables ambientales, que complementan a las anteriores, siempre que las primeras superen un mínimo percibido como suficiente.

En la evolución en las zonas litorales del uso residencial y sus usos asociados prima inicialmente, el crecimiento por volumen, para aprovechar las economías de escala, que reduce los costes globales asociados a su implantación. El producto resultante no tiene en cuenta una planificación

de larga escala, que evite la densificación desmesurada, su “urbanización” y superación de la capacidad de carga del territorio y, como consecuencia, la pérdida global de aquellos aspectos que inicialmente fueron su principal atractivo.

Un ejemplo lo constituye en la escala regional el que más del 26 % del litoral andaluz esté edificado en su primer kilómetro, o más del 30 % en el nivel local de la zona de estudio, como se analiza con más detalle, en el anejo de Vivienda.

Identificación de un nivel “social” óptimo de espacio para infraestructuras

Las infraestructuras son un elemento inherente al desarrollo de la edificación en un territorio, y su influencia se considera positiva en el desarrollo de sus capacidades económicas, en la escala de la propia infraestructura, sea ésta, local, regional o superior. En el “debe” de dicho elementos ha de considerarse, desde el punto de vista de la mera valoración económica, la ingente cantidad e recursos que absorbe su construcción, como inversión fija, y su mantenimiento en el tiempo como inversión variable. Desde el punto de vista ambiental ha de estudiarse el impacto que puede producir sobre el medio, cuantificarlo convenientemente y adoptar las medidas necesarias para atemperarlo y, en su caso, evitarlo.

La ecuación para su planificación y desarrollo es una ecuación de balance entre las inversión económica y ambiental, y los sucesivos periodos de amortización, de los costes directos y de los costes externos generados, asociados al concepto de vida útil (ROM 0.0). En dicha amortización pueden considerarse incluidos, en primer lugar la tarificación del servicio y el pago ambiental, y en segundo, la cuantificación de los beneficios que provoca en el desarrollo económico en las tres escalas espaciales a lo largo de su vida útil.

La oferta de infraestructuras debe examinarse en 2 contextos; el corto plazo y el largo plazo.

- En el *corto plazo* se considera que la oferta es constante. Sin embargo, cuando no hay congestión, se considera suficiente para absorber sin dificultad la demanda, existe una capacidad libre. En los momentos de congestión, es decir en periodos de máxima demanda, hay presiones, sobre estos elementos fijos. Se alcanza la oferta máxima en cualquier infraestructura en el momento en que hay una demanda máxima sobre ella. La cuestión de asignación es una cuestión de uso óptimo. Es una cuestión de consumo más que de oferta, con lo que la atención de los modelos debe enfocarse hacia el usuario, intentando modificar sus hábitos de consumo, más que a la provisión de nuevas infraestructuras.
- A *largo plazo*, la oferta de espacio para infraestructuras no es fija, por lo que se debe valorar qué nuevos planes para su fijación se deben adoptar, lo que supone utilizar algún tipo de sistema multicriterio para evaluar el coste-beneficio. En la ortodoxia de dicho análisis (ACB) no sólo se han de tener en cuenta los CB “monetarios privados”, sino también los CB “no monetarios” privados (beneficios que obtienen las personas por encima de lo que pagan realmente) y también las “externalidades”. Estas últimas se pueden valorar en términos “monetarios” y se pueden definir como costes monetarios externos o pérdida de beneficios y en términos “no monetarios”, que son los más difíciles de valorar.

Para la valoración de estos últimos normalmente se han tomado bases subjetivas, con lo que la variabilidad de las soluciones a adoptar es máxima. Para objetivar esta valoración se opta por índices relacionados y se analiza su evolución. Simultáneamente se definen límites en la evolución de estos índices. La simulación estadística de situaciones futuras y la incorporación de los resultados anuales reales, ayudarán en el afinamiento y la definición de las formulaciones propuestas.

“Externalidades” Ejemplo de conflicto por el uso de un recurso

La ordenación del territorio se ha basado, usualmente, en dar respuesta a los problemas que plantean su ocupación y uso. Hasta la actualidad, el comportamiento en la ordenación ha considerado el consumo como una variable, que puede ser cubierta sin más que incrementar la producción, esto es, considerando que el conjunto de recursos demandados es ilimitado. El suministro de agua puede ser un buen ejemplo. Si se proyecta un nuevo asentamiento, el problema puede ser planteado como una ecuación en la que sólo hay que tener en cuenta el número de personas que previsiblemente va a habitar dicho asentamiento. Calculando un consumo medio, por habitante y día, se procede a dimensionar y proyectar las infraestructuras necesarias de suministro. Claro que el suministro depende de las posibilidades de abastecimiento. Para ese caso ha de acudirse a la cuenca y constatar la existencia o no de recursos. Se está produciendo pues un cambio de escala, de la local a la regional. Dado que los recursos no son ilimitados, máxime en un país con regímenes hídricos alternantes de sequedad y humedad, habrá una competencia de intereses. El destino del agua para consumo humano en urbanizaciones, disminuye las posibilidades de otros desarrollos, como son los agrícolas. En sentido contrario, la excesiva proliferación de invernaderos en determinadas zonas del Mediterráneo, resta posibilidades para otros usos y genera conflictos en las escalas: local, regional e incluso nacional. A estas situaciones se les puede considerar estados de fallo del sistema. Conclusión: su mantenimiento en el tiempo es insostenible.

De ser deficitaria la cuenca en superficie, se puede recurrir a la solución “técnica” de explotar los acuíferos, lo cual, de sobrepasarse algunos límites, provocará otras interacciones con el medio, como puede ser, fundamentalmente en áreas litorales, la intrusión salina o, el agotamiento de los mismos, situaciones asimismo de fallo. No obstante, cabe pensar en más soluciones técnicas como son los trasvases entre cuencas ampliando, aún más, la escala del problema. Otra solución son las plantas desaladoras cuyos efectos secundarios todavía no han sido bien estudiados, si bien se conoce su efecto inmediato en el consumo de energía con lo que para resolver el problema relacionado con el consumo de un recurso se incrementa de forma importante el consumo de otro. Conclusión: su mantenimiento en el tiempo es insostenible.

En el planteamiento del problema, se han tenido en cuenta los costes directos de la inversión en urbanización y, previsiblemente, los beneficios que se podrán obtener de la misma. Sin embargo no se han analizado suficientemente los costes directos que se producen sobre otros usos (local o regionalmente), ni los costes directos en infraestructuras ni, por supuesto, las externalidades a que dicha urbanización da lugar.

Tal vez el conjunto de recursos consumidos y la producción que se detrae de otros posibles usos, más las mencionadas externalidades, supongan un consumo muy superior a los previsibles beneficios de la misma. El número de los beneficiarios ha de compararse con el de posibles “perjudicados”. Para el caso de estos últimos, sirva de ejemplo una instalación de suministro que deba abastecer a una población estacional varias veces superior a la población estable. Es evidente que la dimensión de infraestructuras se realiza para dar suministro a esas demandas punta. Pero, no lo es menos, que el resto del año está infrutilizada y resta capacidad a la optimización de los recursos. Del pago de dichas infraestructuras la compañía suministradora cobra por instalación y por consumo. Con ello se debe hacer frente al coste de ejecución y mantenimiento. Para la población no estable sólo se produce el pago de instalación, con lo que no absorbe su parte de coste. Normalmente deberá ser asumido por la población estable, a través de incrementos de tarifas o de tasas e impuestos municipales. Se está produciendo una disminución en la calidad de vida de los habitantes de la zona o ha de recurrirse a la subvención como forma de amortiguar dicha pérdida, con la consiguiente necesidad de transferencias entre distintas zonas. Un ejemplo relacionado es el de la agricultura de invernadero; sus requerimientos de agua son externalidades

que no se repercuten en el precio final de los productos, precio ya de por sí subvencionado, con lo que en este caso la subvención se multiplica, así como la demanda que del recurso ejerce sobre otras zonas. Ambos cálculos requieren de un balance detallado, ya que su mantenimiento en el tiempo es insostenible.

La experiencia y la capacidad de realizar modelos, así como el superior conocimiento de los recursos de los que se abastece a esa demanda, conducen a la consideración de los recursos como limitados, bien sea en términos absolutos o en competencia con otros usos posibles o demandas futuras, de manera que el sistema pueda sostenerse en el tiempo.

5.4.3. Unidades Funcionales

Las unidades funcionales sirven para caracterizar el desarrollo socioeconómico y ambiental del tramo en estudio. La población, en sus escalas local y regional, se relaciona funcionalmente con indicadores socioeconómicos y ambientales locales y regionales. Estas relaciones se obtienen a partir de datos recogidos para las zonas a estudiar. La escala temporal de la serie ha de ser la de al menos un ciclo económico y ambiental. Dada la dispersión y escasez de datos, así como su sectorialidad, es una propuesta de este trabajo para implementar con datos reales el modelo integral de gestión, la monitorización continuada para poder aplicar correcciones bayesianas de los procesos. Con objeto, por otra parte, de reducir el número de indicadores representativos dependientes de la población, se aplican las Funciones Empíricas Ortogonales. De forma análoga se procede con los indicadores ambientales que inciden directamente en la sostenibilidad del sistema y en la calidad de vida.

Se ha optado un conjunto de indicadores socioeconómicos y ambientales directamente relacionados, con la población, espacialmente distribuida en la escala local o regional, esto es con la densidad poblacional. Se puede observar que se ha seleccionado un conjunto local aún cuando algunos indicadores puedan trascender dicha escala. Estos conjuntos deben ser completos y exhaustivos; es decir, que cada uno de ellos sea capaz de valorar un aspecto de la dinámica socioeconómica o ambiental del sistema y que con todos ellos el sistema quede totalmente descrito. Para facilitar el desarrollo de este primer modelo, además se supone que cada los procesos principales medidos por los indicadores son estadísticamente independientes entre sí, es decir que sus valores no influyen en el otro.

Es obvio que esta hipótesis no es correcta puesto que todos los indicadores están relacionados con la dinámica poblacional por lo que de forma indirecta están relacionados entre sí. Por tanto, la hipótesis debe entenderse como una hipótesis de trabajo que proporciona las tendencias generales del sistema como entidades independientes es decir con relaciones lineales, despreciando interacciones no lineales más complejas que deben incluirse en otros modelos más complejos fuera del alcance de esta tesis.

Tanto en la escala local como a nivel regional pueden distinguirse dos conjuntos de indicadores intrínsecamente relacionados como son:

1. los **Indicadores Socioeconómicos** que son aquellos con una relación no determinada, con el lugar en el que se produce. La base que se considera en este trabajo son:
 - a) El *nivel de renta*. Se estudia en la escala local, aunque ha de considerarse la influencia de la regional. Las diferencias acusadas entre niveles deben ser resueltas mediante la generación de transferencias. A ello puede añadirse como elemento perturbador las rentas “deslocalizadas”, dentro de las que cabe incluir las de ámbito nacional e internacional

- b) El *mercado de trabajo*. La capacidad productiva del sistema, y sobre todo, su evolución temporal a escala anual es otro de los principales indicadores socioeconómicos. Su “desestacionalización” aumenta la sostenibilidad.
 - c) El *turismo*. La afluencia de turistas incide en el nivel general de renta, en la estacionalidad del mercado de trabajo y en la demanda de recursos a través de una ecuación de balance. La superación de unos límites, como por ejemplo el porcentaje de incidencia o participación dentro del sistema económico general, o la multiplicación, aún cuando se estacional, de la demanda de recursos, provoca desequilibrios a medio y largo plazo.
 - d) *Superficie edificada*. Supone la transformación a lo largo del tiempo de los solares en edificaciones y, por tanto, la pérdida paulatina de suelo “natural”. Está constituido en su mayor parte por edificios residenciales, pero incluye asimismo los edificios de servicios y los dotacionales que se establecen por módulos a través de los instrumentos de planeamiento, así como el resto de usos relacionados con la edificación. Su delimitación incluye los terrenos necesarios para la realización de infraestructuras que les presten servicio.
2. los **Indicadores Ambientales**, que se definen como aquellos que tienen una incidencia directa sobre el medio en el que se desenvuelven. De entre ellos, haciendo especial hincapié en los relativos a costas y medio marino, cabe citar:
- a) La *erosión costera*. consecuencia como se ha visto a lo largo de este trabajo tanto de la evolución de la línea de costa en el plazo intermedio, como de las actuaciones humanas en el corto.
 - b) El *número de turistas* tanto ocasionales como habituales, así como el resto de población, en relación con el uso de agua, los vertidos residuales y su depuración. En relación con el uso del agua, la posible sobreexplotación de los acuíferos y, para el caso costero la intrusión salina, es un problema añadido, para el que el establecimiento de umbrales de recursos hídricos por habitante y el análisis de la intensidad de su uso, son medidas a establecer con carácter preventivo.
 - c) El *deslinde* de la zona costera y el establecimiento de *espacios protegidos* y de interés, alejados de la presión socioeconómica.

La relación de indicadores socioeconómicos y ambientales en sus escalas local o agregada, no es una relación cerrada. De hecho la Administración en España tiene series monográficas dedicadas a los mismos en las que se reconoce su carácter dinámico (MMA, DGCyEAS , 1998) y (MMA, DGCyEAS , 2001). En este trabajo se ha optado por un grupo que sea significativo. El sistema permite recoger información detallada, para facilitar el conocimiento de la zona y reducir la incertidumbre. No obstante, muchos de estos indicadores poseen una alta correlación, con lo que para su uso y estudio, en este trabajo se considera la utilización de la técnica de Análisis de Componentes Principales, para sintetizar la información facilitada por las distintas variables, reduciendo, en la medida de lo posible el número de las mismas, a la vez que, se pierde la menor cantidad posible de información.

Los nuevos componentes principales o factores serán una combinación lineal de las variables originales y, además, serán independientes entre sí.

El turismo turismo como unidad de especial interés

El turismo se ha convertido en los últimos años en uno de los pilares fundamentales de la economía española en todas las escalas. Según los datos del Instituto de Estudios Turísticos, el turismo aporta al Producto Interior Bruto el 13%. Quizás por ello, mediatizada la actividad política y de la Administración por el corto plazo, no se ha realizado un estudio en profundidad de los costes ambientales asociados con dicha actividad económica. En la actualidad, empieza a aceptarse cada vez con más fuerza que existen situaciones en las que la creación de la riqueza va acompañada de una destrucción simultánea de la misma en aspectos no cuantificables o de difícil cuantificación, con lo que se ofrece una idea de falso crecimiento.

Hasta el momento no se ha considerado la necesidad de realizar un estudio acerca de los recursos que el turismo consume en relación con las aportaciones que ofrece para determinar un balance real sobre la aportación real a la economía que dicha actividad comporta. Si, analizados todos los componentes del turismo resulta que es deficitario, dicha conclusión no puede tener un efecto inmediato en su abandono o supresión a plazo corto, pero sí que habrá de reconducirse, ya que su mantenimiento en el tiempo puede resultar insostenible.

Sirva en este caso una relación de indicadores que cabría plantear para su estudio.

1. Consumos del turismo:

- a) Consumo de Suelo. El fenómeno turístico relacionado con la segunda residencia, o con servicios como pueden ser los parques acuáticos, consumen suelo con valores absolutos análogos a los de la residencia permanente, y sin embargo una utilización máxima que se cifra en alrededor de 12 semanas al año.
- b) Consumo de Recursos Naturales. El balance entre el medio natural y el medio socio-económico o transformado, tiende a desequilibrarse, en favor del segundo, a través de una demanda no directamente relacionada con el incremento de las necesidades y de población.
- c) Consumo de Carreteras. La dotación de infraestructuras capaces de absorber la demanda máxima, provoca necesidades de transferencias económicas entre zonas o regiones. A modo de ejemplo, existen zonas interiores, con un alto porcentaje de población estable que, sin embargo, normalmente sufren déficits de infraestructuras en relación con las zonas litorales.
- d) Consumo de Agua. El turista habitual asume temporalmente parte de los costes, tanto ambientales como económicos que produce el suministro estable. El turista ocasional, con un consumo superior al de la población estable o al turista habitual no absorbe ninguno de los costes anteriormente mencionados.
- e) Consumo de Playa. La playa es el principal recurso consumido por el turismo litoral. Los principales costes están relacionados con su estabilización, como pueden ser las grandes infraestructuras y las obras de protección, pasando por la regeneración mediante aportes de arena, la depuración de vertidos para garantizar la calidad del agua y, por último, el mantenimiento de sus condiciones de uso y disfrute.
- f) Consumo Sanitario. Transferencias que se producen entre países del entorno en los que el sistema público de salud no incluye determinadas prestaciones y que el turista, sea ocasional o sea permanente o incluso pertenezca al grupo de población no activa permanente, consume del sistema general.

2. Aportaciones del Turismo

- a) Demanda relacionada con la Construcción. Genera empleo, en el sector de la construcción para la dotación de viviendas e infraestructuras. Tiene, sin embargo, dimensiones de escala pequeña e intermedia. No se garantiza en ningún caso su continuidad a largo plazo.
- b) Demanda de Servicios. La demanda relacionada con el sector terciario de la economía, y su contribución por tanto a la economía general tiene máximos anuales asociados a periodos vacacionales.

3. Efectos localizados del Turismo

- a) Disminución general de la riqueza de los habitantes de las zonas en las que el turismo se instala, al producirse un incremento de precio de los productos de consumo habitual. En el mismo sentido se produce una disminución de su renta al contribuir en mayor medida al mantenimiento y reposición de servicios e infraestructuras cuyos costes están basados en el consumo.
- b) El carácter estacional de los Empleos derivados del turismo provoca que la población activa estable, que se dedica a ello, tenga empleos precarios durante el resto del año, e incluso deban sobrevivir el resto del año con ayudas públicas como son los subsidios de desempleo, con lo que su calidad de vida es inferior al resto de los empleados estables, sin contar por otro lado la transferencia de recursos económicos que deben producirse de otras zonas para su mantenimiento. Dicho coste es un coste adicional que produce el turismo.
- c) Interrelación entre la población turista habitual y turista ocasional por un lado y la población no activa estable. El incremento hasta un determinado nivel de los primeros afecta negativamente a los segundos, de manera que terminan abandonando el lugar de residencia. Dicha población no activa estable aún cuando no contribuye directamente en el sistema económico, si que aporta mensualmente una cuantía que en definitiva ayuda a activar la economía. Además dicha población no activa estable, contribuye al pago de la instalación y mantenimiento de los servicios de una manera continuada, mientras que el otro grupo, que sólo contribuye ocasionalmente, consume recursos que han de estar operativos en periodos punta, con lo que su dimensión ha de ser tal que pueda abastecerlos y el resto del año estarán sobredimensionados y deberán ser costeados y mantenidos por la población estable.

5.4.4. Recursos

Recursos de Sostenibilidad

Vivienda. Demanda de Suelo

Como se ha visto anteriormente, la transformación más importante que se produce a través de la Ordenación Territorial, es la de suelo destinado a vivienda y edificación y los usos relacionados con las mismas como pueden ser infraestructuras, dotaciones y servicios, en cuantías relacionadas con la superficie de suelo de aquellas. La población será la variable independiente que genere dicha transformación.

Se define el input del parque de viviendas V_i como el número de viviendas “nuevas” Δv_n que se incorporan de forma estable por unidad de población I en un determinado territorio por unidad de tiempo Δt durante un intervalo determinado,

En el caso de la zona de estudio prácticamente no hay viviendas que vayan a ser demolidas para dar paso a nueva vivienda por lo que no se define un término relacionado con el output de vivienda.

Estas tasas se relacionan directamente con las tasas de ocupación del territorio con infraestructuras viarias, edificación y organización espacial urbana y periurbana y por otra parte con la pérdida de territorio “natural”, entendiéndose por tal aquél que esencialmente no tiene una ocupación urbana.

De esta manera se puede formular una ecuación que relaciona las tasas de evolución poblacional con las tasas de evolución viaria e infraestructuras y de suelo por viviendas y ordenación territorial en la forma siguiente

$$\begin{aligned}\frac{dv_{in,n}}{dt} &\sim \alpha_v \frac{dI}{dt} + v * I - \frac{dv_{ou,n}}{dt} \\ \frac{dInf}{dt} &\sim \alpha_{inf} \frac{d(v_{in,n} - v_{ou,n})}{dt} \\ \frac{dEdif}{dt} &\sim \alpha_{ed} \frac{dI}{dt} + edificación * I - \dots\end{aligned}$$

con lo que la ecuación de tasa de ocupación de suelo y transformación en suelo urbano y periurbano es,

$$\frac{dS_u}{dt} \sim \frac{dInf}{dt} + \frac{dEdif}{dt}$$

y la tasa de pérdida de suelo “natural” se puede formular mediante la siguiente ecuación diferencial,

$$\frac{dS_n}{dt} \sim -\frac{dS_u}{dt} \approx -\left(\frac{dInf}{dt} + \frac{dEdif}{dt}\right)$$

Determinada la tasa disminución del suelo natural, la posibilidad de producir viviendas será una función del tiempo y de la población que las demande.

$$S_V(t, X)$$

Agua

El ciclo hidrológico es aquel que describe la circulación del agua en la atmósfera, suelo y subsuelo en sus distintas fases. Los recursos hídricos dependen fundamentalmente de las precipitaciones.

A escala global las cantidades de agua involucradas en cada una de las fases del ciclo hidrológico son relativamente constantes, pero vistas en términos de un área limitada, como por ejemplo una cuenca hidrográfica, las cantidades involucradas en cada parte del ciclo varían entre amplios límites (Nanía, L.S. et al., , 2004.). Por ejemplo, un desequilibrio temporal del ciclo en el cual un gran volumen de agua se concentra en un río, da por resultado una avenida. Por el contrario, pequeñas o despreciables cantidades de agua en la fase de precipitación conducen a una sequía.

La precipitación tiene una gran variabilidad en el espacio y en el tiempo debido al patrón general de circulación atmosférica y a factores locales. La precipitación anual es pues una variable aleatoria, cuya distribución, calculada como la suma de los efectos de muchos eventos independientes, tiende a seguir una distribución normal (Chow, V.T. et al., , 1994.).

El mejor conocimiento de los ciclos anteriores, de sus mecanismos de actuación y periodicidades, permitirá una planificación en el largo plazo. A corto, dentro del año meteorológico el límite de la oferta estará determinado por las características y la capacidad de la cuenca hidrográfica.

Considerando el límite máximo determinado por los periodos hidrometeorológicos, la posibilidad de disponer del recurso dependerá de las condiciones de suministro:

$$S_A(t, X) = S_{A_{Sup}}(t, X) + S_{A_{Sub}}(t, X) + S_{A_{Fb}}(t, X)$$

Las posibilidades de almacenamiento y dotación están constituidas por:

1. Aguas Superficiales $S_{A_{Sup}}$. Son una variable que depende: (1) de la periodicidad de los ciclos lluviosos y (2) de la capacidad de almacenamiento de la cuenca.
2. Aguas Subterráneas $S_{A_{Sub}}$. Aún cuando existen amplias zonas normalmente abastecidas por su explotación, la necesidad de su uso indica un cierto estado límite, al no ser posible el abastecimiento superficial. Su utilización, sobre todo en zonas litorales da lugar a procesos de intrusión de agua marina y salinización de los acuíferos.
3. Flujo Base $S_{A_{Fb}}$

El suministro podrá también completarse a través de procesos de desalación o mediante trasvases de otras cuencas.

Energía

Definida la energía como la capacidad de un sistema físico de realizar un trabajo mecánico, emitir luz, generar calor, etc... de entre sus formas posibles: luminosa, química, térmica, hidráulica, mecánica, eléctrica, y nuclear, en este trabajo se van a considerar como energías fundamentales de consumo la energía de los hidrocarburos y sus derivados y la energía eléctrica.

La energía de los hidrocarburos tiene un carácter global, aún cuando su producción a nivel mundial sea regional. Es suficientemente conocido el conjunto de países productores de petróleo y su capacidad de incidir sobre la economía global.

La energía eléctrica, aún cuando su producción sea localizada, tiene un carácter regional o nacional. Incluso internacional cuando se producen saldos exportadores o importadores.

La capacidad de suministro de este recurso vendrá determinada por:

$$S_{E_E}(t, X) = S_{E_{EOrd}}(t, X) + S_{E_{E Esp}}(t, X)$$

En cuanto a su origen, es una variable compuesta por dos regímenes de producción:

1. Régimen Ordinario (E_{EOrd}), que es el producido por la suma de energías:

- a) Hidroeléctrica. Ambientalmente depende de los ciclos meteorológicos, variando, en función de los mismos, su capacidad de aportación.
 - b) Nuclear. Al margen de la controversia sobre su generación de residuos altamente contaminantes, puede considerarse de producción estabilizada.
 - c) Grupos de Carbón. Su utilización genera gases de efecto invernadero, cuyo uso debe ser limitado de acuerdo con lo establecido en el protocolo de Kioto.
 - d) Grupos de Fuel/Gas y
 - e) Grupos de Flujo Combinado.
2. Régimen Especial (E_{EEsp}), que es el compuesto por la suma de producciones:
- a) Hidráulica, con los mismos condicionantes que para la producción ordinaria.
 - b) Eólica. Dependiente de las condiciones atmosféricas, de los lugares en los que se emplaza. En las inmediaciones del mar, e incluso en plataformas marinas las condiciones son favorables a su producción.
 - c) Otras: Renovables y No Renovables.

Recursos Litorales

Playa

La posibilidad de atender a la demanda dependerá de la superficie de playa seca:

$$S_{Pl_s} = S_0 \pm \frac{\sum \frac{\delta Q_s}{\delta y} \Delta t}{\delta V_{tco}}$$

siendo S_0 la superficie inicial y $\sum \frac{\delta Q_s}{\delta y} \Delta t$ la variación del volumen de arena en relación con el volumen teórico necesario para mantener la playa δV_{tco} .

A su vez $Q_s = f(H_s, T_z, \vartheta, t)$ que se corresponde con el modelo de una línea en el que:

H_s es la altura significativa de ola, T_z es el periodo, ϑ es el ángulo de incidencia y t el tiempo.

En la evolución a gran escala de la línea de costa participan procesos con escalas diferentes de trabajo, debidas a la interacción entre la morfología costera y los distintos procesos físicos que tienen lugar en la zona costera, y asimismo producen cambios en las formas costeras con una amplio rango de escalas espacio-temporales: (1) instantánea, (2) asociada a eventos, (3) hiper-cíclica y (4) mayores.

En la evolución a corto y medio plazo de la superficie de playa seca puede considerarse que influyen variables tales como:

1. Variables dependientes del medio terrestre. Son aquellas que se originan o desarrollan tierra adentro, y pueden ser:
 - a) Déficit en el aporte de sedimentos al sistema costero, como consecuencia de la alteración de las fuentes de aporte que alimentan este medio, especialmente aquellas actuaciones que modifican las tasas de aportación sedimentaria procedentes de las cuencas vertientes. Entre ellas pueden citarse:
 - 1) Construcción de presas en tanto que interrumpen los flujos de materiales.

- 2) Repoblaciones forestales, encauzamientos y métodos de laminación de aguas, aún cuando su incidencia sea beneficiosa en el medio en el que se desarrolla.
 - 3) Extracción de áridos en los cauces fluviales.
- b)* La urbanización del espacio costero constituye una de las principales causas que han desencadenado los procesos de erosión. La expansión de los núcleos preexistentes como consecuencia del crecimiento demográfico, al que se ha añadido el desarrollo turístico-residencial han desencadenado la urbanización, y por tanto, la transformación de amplios sectores de la franja costera, creando pantallas arquitectónicas que interfieren los procesos sedimentarios de intercambio
2. Variables dependientes del medio marítimo-terrestre. Son aquellas que se producen en la zona de contacto de ambos medios. Se pueden considerar:
 - a)* Actuaciones que provocan la modificación o anulación de los movimientos longitudinales de sedimentos, como puede ser la inserción de estructuras y elementos en la línea de costa que alteran la deriva litoral y por tanto el citado transporte longitudinal.
 - b)* Descompensación en el nivel de equilibrio que mantienen los medios terrestre y marino. La variación del nivel medio del mar constituye un proceso generalizado. El actual incremento de nivel, en el corto plazo, ocasiona un lento, pero sostenido, retroceso de las costas de acumulación.
 - c)* La acción de la variación del nivel medio del mar en los plazos medio y largo, de acuerdo, como se ha visto en el Capítulo II de las escalas del forzamiento T_s (variación) y de relajación T_s (respuesta de la línea de costa)
 3. Variables dependientes del medio marino, que son aquellas que se originan o desarrollan en dicho medio.
 - a)* Intervenciones que supongan la destrucción directa de los medios de sedimentación litoral como pueda ser la extracción de arenas con destino a la construcción o la agricultura o con destino a la regeneración de otras playas.
 - b)* Degradación de las praderas de fanerógamas, que incide en la dinámica litoral, concretamente en la hidrodinámica en aguas someras y en los procesos de sedimentación.
 4. Variables climatológicas y oceanográficas
 - a)* Número de tormentas por año
 - b)* Altura de ola umbral y máxima y duración de la tormenta.
 - c)* Marea astronómica y
 - d)* Marea meteorológica.

La línea de costa. Evolución

Para la línea de la orilla de mares y océanos, la incertidumbre acerca de su evolución a largo plazo (de años a décadas y proyección al siglo) de la extensión superficial de grandes tramos de playa (decenas de kilómetros), juega un papel determinante para la Gestión Integral de Zonas Costeras durante la fase de planificación. La ingeniería costera ha ideado procedimientos que permiten no sólo simular la evolución de la línea de playa a gran escala, sino también estimar la incertidumbre asociada a la predicción (Payo, Baquerizo y Losada, 2004).

En la evolución a gran escala de la línea de costa participan procesos con escalas diferentes de trabajo, debidas a la interacción entre la morfología costera y los distintos procesos físicos que tienen lugar en la zona costera, y asimismo producen cambios en las formas costeras con una amplio rango de escalas espacio-temporales: (1) instantánea, (2) asociada a eventos, (3) hipercíclica y (4) mayores.

Este trabajo centra su atención en el estudio de los modelos de predicción en las escalas media y larga suponiendo que las manifestaciones de las alteraciones en la línea de costa se producen en la primera de las escalas y la tendencia sólo puede analizarse en la segunda.

El retroceso del litoral y la erosión costera son una manifestación de que cuando las fuerzas que afectan al equilibrio del sistema costero cambian, éste responde, tratando de restaurar el equilibrio.

En general los modelos morfodinámicos tienen en cuenta relaciones cinemáticas entre por ejemplo el volumen total de sedimentos que se mueve en un tramo de costa y el agente dinámico perturbador del equilibrio; para el caso de evolución natural por ejemplo un ascenso en el nivel medio del mar y para el relacionado con las actividades humanas la construcción de una presa que retiene el aporte de sedimentos o la construcción de estructuras que alteren la dinámica litoral.

La playa como recurso tiene un valor inestimable dentro de las zonas costeras. El gasto federal en los Estados Unidos para la preservación de la línea de costa y los ingresos para el Gobierno, así como los beneficios para la economía nacional han sido comparados por King, P. (1999).

En la evaluación del comportamiento de muchas playas, el establecimiento de ratios de erosión, o el predecir las necesidades de regeneración se están invirtiendo fuertes cantidades, tanto para el seguimiento mediante la monitorización, como para la regeneración. Una recopilación de episodios de regeneración de playas ocurrida en la costa este de los Estados Unidos entre Nueva York y Florida fue presentada por Valverde, et al. (1999). En la costa de Cádiz ha sido analizado por Muñoz Pérez, J.J. et al. (2001).

Se acepta, en relación con el proceso de obtención de modelos que expliquen la evolución del medio físico que el estado del arte presenta tres posibilidades: (1) en determinados fenómenos se han llegado a conocer la leyes que gobiernan su comportamiento, con lo que se pueden simular matemáticamente y realizar experimentos. (2) para otros no se conocen las leyes que lo gobiernan, pero es posible realizar aproximaciones. (3) por último en otras no se alcanza ni a describir las leyes que los gobiernan, ni aproximarlas a partir de estudios experimentales ni siquiera a simular el fenómeno en si de forma matemática o experimental. En definitiva, en algunos casos se desconocen todas las variables que intervienen o no existe una formulación adecuada de las leyes.

Si se piensa por ejemplo en los modelos meteorológicos, en los últimos 30 años han tenido una progresión muy rápida, siendo sus predicciones totalmente certeras consideradas en el corto plazo (hasta una semana) y a pequeña escala, pero ampliable ésta espacialmente a grandes superficies, escalas mediana y gran escala. Para el medio plazo la probabilidad es considerablemente menor temporal y espacialmente. Para el largo la probabilidad es reducida, aún cuando se van conociendo cada vez mejor los distintos ciclos que componen su evolución.

Como puede observarse en la exposición anterior las escalas van de lo local a lo regional y de ésta a lo nacional e internacional. Cuando se trata de recursos como el consumo de agua o la necesidad de energía, rápidamente trascienden a los niveles más altos (necesidad de realizar trasvases o consumo de petróleo)

5.5. La variable Población en el modelado de las actividades socioeconómicas

La formulación del modelo debe plantearse como un problema de evolución de la población, en un intervalo i , de Tiempo, y en un espacio e , o Región.

La evolución de la población implica la evolución de dos aspectos relacionados con la misma como son:

1. Evolución de las Actividades Socio-Económicas, que, como manifestación más directa de toda actividad humana incluye:
 - a) Evolución de la Economía. Es una agente motor del movimiento de la población.
 - b) Evolución de la Calidad de Vida y
 - c) Evolución del Bienestar SocialEstos últimos son parámetros de medida en la consecución de la optimización de actividades socioeconómicas.
2. Sostenibilidad ambiental, como limitación, mediante el establecimiento de restricciones, de las interferencias que puedan producirse entre dichas actividades y el medio en el que se producen, asegurando su pervivencia en el tiempo.

El análisis de ambos aspectos debe tener en cuenta: (1) los niveles de satisfacción obtenidos por la población a través de (2) las restricciones de uso que hagan posible su disfrute en el tiempo. Ambos deben ser considerados como balances en una doble vertiente: Ambiental y Económica.

En esta sección se analiza y se modela la evolución temporal de las actividades socioeconómicas en el litoral a partir de la formulación de la variable principal del problema que, en este caso, es la población. De ella se derivan los impactos o presiones sobre las otras actividades socioeconómicas y ambientales. El problema se formula de la forma más simple mediante modelos tipo Lotka-Volterra con términos input-output poblacional en función de los desarrollos, favorables y desfavorables socioeconómico y ambiental, con dos escalas espaciales, local y regional. El dominio temporal se acota, globalmente, por razones de evolución ambiental teniendo en cuenta las escalas de los procesos evolutivos costeros, en el entorno de los 50 años, y de los procesos socioeconómicos y sus ciclos económicos del orden de 15 años. En cada uno de los años se analiza la tendencia temporal, teniendo en cuenta la estacionalidad de los procesos poblacionales relacionados, principalmente, con la actividad turística.

Esta formulación se completa con: (1) las relaciones funcionales entre la evolución de la población y los principales indicadores de desarrollo socioeconómico, principalmente vivienda y servicios, (2) ecuaciones de balance de los recursos hídricos, energéticos y de servicios incluidas las infraestructuras necesarias para atender la evolución de la población y, finalmente, (3) evaluación de los costes de primera instalación y de prestación de los servicios hídricos, energéticos y otras infraestructuras para diferentes años horizonte. En relación con los recursos hídricos ha de hacerse especial hincapié en su carácter aleatorio en cuanto a la generación del recurso y su carácter limitante en el sentido de establecer un límite superior de su uso.

Con este planteamiento, además de analizar la eficiencia de la organización territorial y la probabilidad de fallo en la prestación de servicios básicos, se puede evaluar las presiones y los impactos que la evolución de la población puede ocasionar en el medio ambiente y evaluar sus consecuencias. Como ejemplo estrategias de gestión pueden considerarse la construcción de

una desaladora en una zona deficitaria de agua, o la construcción de una autovía con objeto de revitalizar una zona mejorando las comunicaciones y el transporte. No obstante dichas estrategias no pueden considerarse como elementos aislados del entorno en que se proyectan ni de la población a la que dan servicio y han de evaluarse en relación con los desequilibrios de todo tipo que puedan provocar.

Es necesario resaltar que en este modelo no se considera la actividad individualizada de los seres humanos sino la del colectivo social con unas actitudes y unos patrones de conducta representativos. En consecuencia, con en este modelo se puede analizar tendencias o gradientes generales de los “comportamientos medios” sociales pero no las consecuencias de acciones de individuos aunque éstas pudieran tener consecuencias relevantes para el entorno, p.ej. un incendio provocado. Estos casos se pueden incorporar como sucesos excepcionales o accidentales.

5.5.1. Conceptos y definiciones

Este trabajo toma como base de partida los instrumentos demográficos suficientemente desarrollados por la Geografía Humana en cuanto a población, su ecuación de equilibrio (Haupt, A. y Kane, T, 1991), (Vinuesa, 1997) y los elementos que la componen. No obstante con objeto de concretar los objetivos planteados por aquel, se propone otra clasificación dinámica que tenga en cuenta a los grupos poblacionales claramente diferenciados en función del consumo de los recursos que provocan y del uso del territorio que suscitan.

Así se define como **población** al colectivo humano que comparte una parte del territorio, utilizando sus infraestructuras y servicios, energía y otros recursos. La duración del intervalo de tiempo y, en consecuencia su relación temporal y espacial con el territorio y sus recursos y servicios, permite identificar diferentes colectivos o subconjuntos humanos o poblaciones.

Población activa estable es un subconjunto de la población asentada de forma estable en un determinado territorio, siendo parte de su organización socioeconómica, administrativa y de la gestión y utilización de sus recursos ambientales, influyendo con sus actos vitales a satisfacer, o no, los objetivos de sostenibilidad y la calidad de vida del entorno.

Población no activa estable es un subconjunto de la población asentada de forma estable en un determinado territorio, utilizando sus recursos socioeconómicos y ambientales, influyendo con sus actos vitales a satisfacer, o no, los objetivos de sostenibilidad y la calidad de vida del entorno.

En este trabajo se considera que la duración mínima del intervalo de tiempo para ser parte de la población estable es de seis meses, si bien, por razones de información disponible, el análisis de la evolución temporal de la población estable se realiza por años naturales.

Población turista habitual es un subconjunto de la población que de forma habitual reside temporalmente en un determinado territorio, participando en sus actividades socioeconómicas o utilizando sus recursos socioeconómicos y ambientales, influyendo con sus actos vitales a satisfacer, o no, los objetivos de sostenibilidad y la calidad de vida del entorno. En este trabajo se considera que el periodo mínimo para formar parte de esta población es del orden del mes y se incluye en ella al colectivo que se traslada y reside en el territorio para atender el incremento de demanda del sector de servicios.

Población turista ocasional es un subconjunto de la población que aparece ocasionalmente en un determinado territorio, utilizando sus recursos socioeconómicos y ambientales, influyendo con sus actos vitales a satisfacer, o no, los objetivos de sostenibilidad y la calidad de vida del entorno. En este trabajo se considera que el periodo mínimo para formar parte de esta población es del orden de la semana.

Evidentemente, es posible subdividir los colectivos poblacionales, pero a los efectos de desarrollo de un modelo de ordenación y gestión territorial estos colectivos pueden representar, en general, más del 90 % de la población del territorio litoral y su presencia es la que define la demanda de recursos y servicios.

Densidad poblacional

La población se puede medir por su densidad definida como el tamaño de la misma en relación con el territorio disponible. Teniendo en cuenta las escalas espaciales de este estudio se puede definir la densidad local, en su ámbito de área de residencia y municipal y la densidad regional, en su ámbito litoral.

Teniendo en cuenta la temporalidad de la población se puede definir las densidades poblacionales siguientes: activa estable, no activa estable, turista habitual y turista transitoria.

La densidad poblacional se modifica por las entradas y salidas poblacionales del territorio, la dispersión en él y las causas y formas del crecimiento de cada subconjunto poblacional. En este sentido, es necesario que el modelo tenga en cuenta las escalas temporales de estas entradas y salidas de cada uno de los colectivos o subconjuntos poblacionales y su relación con el grado de evolución anual.

Es importante incorporar en el análisis la estacionalidad que modifica, significativamente, p.ej. en el periodo veraniego la densidad poblacional turista, habitual y ocasional. En estos colectivos, en general, las entradas y salidas tienen un comportamiento análogo al paso de una borrasca, es decir, la magnitud, intensidad y distribución tiene una variabilidad que se puede analizar estadísticamente y depende de diversos factores de oportunidad, nivel de desarrollo, etc. Por el contrario las entradas y salidas de la población activa estable está determinada principalmente por el desarrollo socioeconómico local y regional, mientras que las de la población no activa estable responde a condiciones climáticas, nivel de servicios, principalmente de salud, confort y tranquilidad y coste de la vida.

Input y output poblacional

Se define el input poblacional B_s como el número de personas “nuevas” ΔI_n que se incorporan de forma estable por unidad de población I en un determinado territorio por unidad de tiempo Δt durante un intervalo de tiempo determinado,

$$B_s = \frac{1}{I} \frac{\Delta I_n}{\Delta t}$$

Análogamente, el output poblacional M_s es el número de personas ΔO_m que por unidad de población I abandonan definitivamente un determinado territorio por unidad de tiempo Δt durante un intervalo de tiempo determinado,

$$M_s = \frac{1}{I} \frac{\Delta O_m}{\Delta t}$$

En las definiciones anteriores se acota el ámbito espacial y temporal considerado, lo que permite formular el problema con la escalas adecuadas. En general, el ámbito espacial, son el local de un determinado lugar de residencia o pueblo y el regional, área litoral; el ámbito temporal es el año discretizado en cuatro estaciones cuando sea necesario y el dominio temporal del estudio

es de 50 años discretizado en grupos de 15 años en los que se supone que cambian los patrones socioeconómicos y en consecuencia la dinámica de las poblaciones.

Input-output por colectivos poblacionales De acuerdo con la discretización de la población en la zona litoral propuesta, se puede definir cuatro inputs y cuatro outputs poblacionales aplicando las definiciones anteriores

Input-output de población activa estable:

$$B_{s,a} = \frac{1}{I_a} \frac{\Delta I_{a,n}}{\Delta t}$$

$$M_{s,a} = \frac{1}{I_a} \frac{\Delta O_{a,m}}{\Delta t}$$

Input-output de población no activa estable:

$$B_{s,na} = \frac{1}{I_{na}} \frac{\Delta I_{na,n}}{\Delta t}$$

$$M_{s,na} = \frac{1}{I_{na}} \frac{\Delta O_{na,m}}{\Delta t}$$

Input-output de población turista habitual:

$$B_{s,th} = \frac{1}{I_{th}} \frac{\Delta I_{th,n}}{\Delta t}$$

$$M_{s,th} = \frac{1}{I_{th}} \frac{\Delta O_{th,m}}{\Delta t}$$

Input-output de población turista ocasional:

$$B_{s,to} = \frac{1}{I_{to}} \frac{\Delta I_{to,n}}{\Delta t}$$

$$M_{s,to} = \frac{1}{I_{to}} \frac{\Delta O_{to,m}}{\Delta t}$$

Densidad máxima poblacional Por otra parte, la densidad poblacional en un dominio espacial como en el regional debe estar acotada, es decir, hay una densidad poblacional máxima que es capaz de soportar un territorio es limitada. De esta forma se obtienen unas restricciones al desarrollo poblacional que se imponen al conjunto y a cada uno de los subconjuntos poblacionales:

Máxima densidad del conjunto poblacional local del tramo i : $k_{T,i}$

Máxima densidad del conjunto poblacional regional: $K_T \leq \sum_i k_{T,i} E$

Esta densidad máxima se puede distribuir de diferentes maneras en cada uno de los subconjuntos poblacionales tanto a escala local como regional,

Población activa estable: $k_{a,i}, K_a$

Población no activa estable: $k_{na,i}, K_{na}$

Población turista habitual: $k_{th,i}, K_{th}$

Población turista ocasional: $k_{to,i}, K_{to}$

de tal forma que en el ámbito regional se debe cumplir,

$$K_T \leq K_a + K_{na} + K_{th} + K_{to}$$

El requisito a satisfacer en cada uno de los i ámbitos locales depende de los criterios de ordenación territorial. No obstante, la suma de cada uno de los conjuntos poblacionales en los i tramos no debe superar la densidad total de ese colectivo.

$$K_a \leq \sum_i k_{a,i}, \quad K_{na} \leq \sum_i k_{na,i}, \quad K_{th} \leq \sum_i k_{th,i}, \quad K_{to} \leq \sum_i k_{to,i}$$

con lo que se debe satisfacer que,

$$K_T \leq \sum_i (k_{a,i} + k_{na,i} + k_{th,i} + k_{to,i})$$

Queda por tanto claro que durante la fase de ordenación territorial es necesario especificar criterios que limiten la densidad poblacional de cada colectivo en el ámbito regional y en el local, en cada tramo en función de las peculiaridades del tramo, tanto socioeconómicas como ambientales. Estas limitaciones se deben reflejar así mismo en los usos posibles del tramo y los servicios disponibles. Se debe evitar la “sobre especificación” dado que las desigualdades arriba indicadas relacionan los posibles valores de la densidad de cada uno de los subconjuntos.

Desde el punto de vista de la población en este trabajo se persigue la gestión y búsqueda de la optimización de la calidad de vida de aquella con el requisito de sostenibilidad. Los procesos migratorios indican en la escalas regional, nacional e internacional una falta de optimización.

Bases de un modelo de evolución poblacional

El modelo de evolución poblacional se desarrolla a partir de los modelos ecológicos de “crecimiento logístico” de poblaciones que relaciona la tasa de variación de la densidad de población con los input-output de la población y las posibles interacciones con otras poblaciones y los recursos del territorio, en forma de ecuación diferencial ordinaria, EDO. En este caso, el problema es algo más complejo puesto que, además de los factores anteriores, el sistema tiene regulaciones socioeconómicas, administrativas y legales y ambientales, directas sobre la población e indirectas sobre el medio ambiente.

Cada uno de los subconjuntos poblacionales tiene una EDO por lo que con la formulación propuesta el sistema está formado por cuatro EDO. Además, para resolver el problema adecuadamente es necesario formular balances de los recursos disponibles o a disponer, principalmente agua, energía y servicios y de recursos socioeconómicos: educación, salud, vivienda y ocio.

La evolución poblacional lleva asociada una serie de consecuencias en la demanda de propiedad que en la sociedad actual se refleja en el acceso a una vivienda y el coche. Por tanto el crecimiento poblacional produce un incremento de ocupación de superficie por infraestructuras viarias,

edificación y áreas urbanas y periurbanas. Estas relaciones dependen notablemente de la actitud social y de la política de desarrollo territorial. A partir de datos de los últimos diez años, se han obtenido en la zona de trabajo relaciones funcionales entre la tasa de variación de la densidad de población en cada una de los pueblos (ámbito local) y en el conjunto de la zona (ámbito regional) con la tasa de variación del número de vehículos y número de viviendas construidas,

Se define el input del parque de vehículos V_s como el número de vehículos “nuevos” Δv_n que se incorporan de forma estable por unidad de población I en un determinado territorio por unidad de tiempo Δt durante un intervalo de tiempo determinado,

$$V_{s,in} = \frac{1}{I} \frac{\Delta v_{in,n}}{\Delta t}$$

El output del parque de vehículos $V_{s,ou}$ se define análogamente, *por* el número de vehículos $\Delta v_{ou,m}$ que por unidad de población I abandonan definitivamente un determinado territorio por unidad de tiempo Δt durante un intervalo de tiempo determinado,

$$V_{s,ou} = \frac{1}{I} \frac{\Delta v_{ou,m}}{\Delta t}$$

5.6. Balance Ambiental

La variación de la población asentada en un lugar a lo largo del tiempo:

$$P(t, X)$$

identificada, en este capítulo, a través de sus componentes y variaciones de carácter estacional o permanente:

$$P(t, X) = I_a(t) + I_{na}(t) + I_{th}(t_s) + I_{to}(t_d)$$

como población estable, activa (I_a) o no (I_{na}), y población no estable o turista, habitual (I_{th}) u ocasional (I_a), incluye como las principales demandas a lo largo del tiempo:

5.6.1. Balance de Recursos de Sostenibilidad

Vivienda (Demanda de Suelo)

El establecimiento de niveles máximos, que limiten el desarrollo de la edificación, vendrá definido para un territorio por sus capacidades físico-naturales y socio-económicas. En los espacios litorales, estas últimas tendrán una fuerte dependencia de la actividad turística.

1. **Capacidad físico-ecológica.** Es un nivel que afecta inicialmente a las presiones que sobre los recursos naturales ejercen las actividades económicas, pero que termina afectando al grado de satisfacción, tanto de la población permanente como de la población turista. Los parámetros a tener en cuenta en el establecimiento de dicho límite son:
 - a) Nivel de congestión y densidad edificatoria.
 - b) Máxima pérdida de recursos naturales con especial atención al suelo natural

- c) Intensidad de uso y dotación de infraestructuras y servicios.
 - d) Niveles de uso y congestión de suministros: Agua, Electricidad y Residuos
 - e) Otros servicios relacionados: Salud y Educación.
2. **Sociedad y demografía.** Es la relación que debe mantenerse entre las dos poblaciones anteriores de forma que las interrelaciones entre las mismas no supongan una relación de interferencia de la segunda con respecto a la primera que pueda alterar la idiosincrasia, esto es, el conjunto de rasgos propios distintivos culturales o de modelo de vida. Los parámetros a tener en cuenta son:
- a) Número máximo de turistas que pueden ser absorbidos sin alterar significativamente la composición de la sociedad receptora
 - b) Número máximo de turistas que no interfieran con el desarrollo de la cultura local.
 - c) Número máximo de turistas que no afecten al uso de los servicios fundamentales.
 - d) Número máximo de turistas que no afecten a las expectativas de los visitantes.
3. **Socio-Económicos**, como la relación que debe haber entre el sector económico, directa o indirectamente relacionado con el turismo y, el resto del sistema económico, de forma que no se produzca una relación de dependencia que pueda volver inestable el sistema, en caso de mantenerse estable la tendencia en el futuro o, volverse ésta decreciente. Los parámetros a tener en cuenta son:
- a) Nivel de especialización en turismo
 - b) Nivel de empleo directamente relacionado con el turismo
 - c) Pérdida de puestos de trabajo en otros sectores
 - d) Ingresos por turismo a nivel local.

La densidad de edificación puede ser directamente relacionada con la pérdida de suelo natural y se mide en función del número de edificios (o viviendas) por hectárea de suelo no natural, aunque también debiera medirse en relación con dicho suelo. El indicador no tiene en cuenta en principio el volumen de población al que debe dar uso y servicio.

En este trabajo, se propone que dicha densidad sea, además, una variable dependiente de la población que vaya a hacer uso de dicha edificación. Tal y como se ha mencionado anteriormente los componentes de esa población pueden ser encuadrados en dos grupos:

1. **Población permanente**, constituida por la población activa estable y la población no activa estable y
2. **Población estacional** constituida por la población turista habitual y la población turista ocasional.

En función de dicha clasificación el conjunto de edificios residenciales tiene tres componentes principales:

1. Alojamiento Residencial, que es el que da servicio a la población permanente
2. Alojamiento Ocasional, como aquel que da servicio a la población turista habitual y en él pueden considerarse incluidas las viviendas vacías y

3. Alojamiento Turístico Reglado, constituido por los diferentes tipos de establecimientos turísticos.

Los dos últimos han de estar directamente relacionados con el primero, esto es, han de considerarse como una variable dependiente del mismo.

La demanda de vivienda variará en el tiempo en relación con la población a la que abastece:

$$D_V(t, X)$$

No obstante dicha demanda puede descomponerse a través del grupo de población a que da servicio:

$$D_V(t, X) = D_{v_1}(t, X_{ae}) + D_{v_2}(t, X_{nae}) + D_{v_3}(t, X_{th}) + D_{v_4}(t, X_{to})$$

Los dos primeros apartados están constituidos por la vivienda directamente relacionada con la evolución de la población, que se corresponde con el **Alojamiento Residencial**, esto es, la vivienda principal, permanente y estable a lo largo del año, con variaciones estacionales asociadas a periodos vacacionales. El apartado tercero se corresponde con el **Alojamiento Ocasional** o vivienda secundaria, dentro de las que se incluyen las segundas residencias y las viviendas vacías. Las segundas residencias tienen un ciclo anual opuesto a las principales, con una ocupación que se cifra en un máximo de 12 semanas al año. Para su cómputo, por tanto, se debe acudir a la escala semanal o mensual, aún cuando anualmente se considere en forma de agregado. Las viviendas vacías no superan ni siquiera el límite mínimo anterior.

Ambos apartados deben ser una función del conjunto de viviendas principales:

$$D_{v_2}(t, X_{nae}) = \lim f(D_{v_1}(t, X_{ae}) + D_{v_2}(t, X_{nae}))$$

El apartado cuarto **Alojamiento Turístico Reglado** que incluye los establecimientos hoteleros o análogos y campings, caravanas, etc., debe también limitarse en función del número de viviendas principales, o si se prefiere, dado que esta es una función directamente derivada de la población estable, limitarla en función de la misma.

$$D_{v_4}(t, X_{to}) = \lim f P(t, X_e)$$

El Balance del recurso estará determinado por la capacidad de suministro en relación con la demanda que se produzca y vendrá determinada habitualmente por las inversiones de grandes empresas de promoción inmobiliaria, con especial incidencia en el segmento de viviendas vacacionales:

$$B_V(t, X) = S_V(t, X) - D_V(t, X)$$

que variarán a lo largo del tiempo, como una función de la población.

La capacidad de construir nuevas viviendas dependerá de la planificación urbana y de la capacidad de transformar suelo natural en suelo edificable. Como se ha visto anteriormente la tasa de pérdida de suelo natural seguía una ecuación diferencial:

$$\frac{dS_n}{dt} \sim -\frac{dS_u}{dt} \approx -\left(\frac{dInf}{dt} + \frac{dEdif}{dt}\right)$$

que permite asimismo realizar un balance del recurso suelo: la solución de la ecuación anterior es inmediata teniendo en cuenta la condición inicial $t = 0$ de superficie de territorio regional $S_{n,r}$, disponible

$$S_{n,r}(t) = S_{n,r}(t = 0) - \int_t \left(\frac{dInf_r}{dt} + \frac{dEdif_r}{dt} \right) dt$$

y de territorio local $S_{n,i}$ disponible,

$$S_{n,i}(t) = S_{n,i}(t = 0) - \int_t \left(\frac{dInf_i}{dt} + \frac{dEdif_i}{dt} \right) dt$$

donde se debe cumplir las restricciones de máxima pérdida de suelo natural local y regional, es decir,

$$S_{n,i}(t) \leq S_{n,i,\text{máx}}, \forall t$$

$$S_r(t) \leq S_{r,\text{máx}} \leq \sum_i S_{n,i}(t) \leq \sum_i S_{n,i,\text{máx}}, \forall t$$

Este resultado se puede considerar como una inecuación de balance de suelo disponible.

Análogamente se pueden formular las ecuaciones de balance de agua, energía y servicios que deben satisfacer los requisitos locales y regionales.

De esta forma queda explícita la importancia de la coordinación regional puesto que el crecimiento de un ámbito local con respecto a otro, puede provocar el agotamiento de los recursos disponibles por uno o unos pocos ámbitos locales.

Agua

El balance global del Agua, será un balance de la Evolución de la Población, analizado inicialmente a escala local. No obstante afecta a nivel de cuenca a la escala regional, lo que implica la utilización de criterios de ordenación del territorio, que tengan en cuenta por el lado de la oferta el año meteorológico y por el lado de la demanda los eventos de uso. En la escala temporal habrá de tener en cuenta desde un punto de vista económico el ciclo del mismo nombre de duración entre 10 y 15 años y desde el punto de vista ambiental los ciclos hidrológicos, de duración análoga a la anterior, todo ello proyectado hacia los ciclos territoriales que incluyen del orden de tres de los ciclos anteriores (alrededor de 50 años).

El balance global debe considerar la capacidad de la cuenca como límite superior, por debajo del que la evolución es una función del año meteorológico. La demanda, estará representada por las funciones de consumo de los distintos usos a que el agua se destina. Dentro del uso residencial la demanda se descompone en función de los tipos de población a los que abastece, se estudia anualmente como agregado y, se descompone estacionalmente, en los consumos que produce la población no estable; turistas habituales y sobre todo, turistas ocasionales con consumos muy superiores a la media, en períodos en los que la curva de la oferta suele presentar valores mínimos absolutos en la escala anual.

La demanda de agua variará en el tiempo en relación con la población a la que abastece:

$$D_A(t, X)$$

Dicha demanda puede desagregarse en función del tipo de población a la que surte, con ratios de consumo y estacionalidad diferentes:

$$D_A(t, X) = D_A(t, I_a) + D_A(t, I_{na}) + D_A(t_{(i)}, I_{th}) + D_A(t_{(j)}, I_{to})$$

La demanda de las poblaciones estables, es fluctuante con secuencias de estación, con lo que, su consumo puede considerarse como una curva de comportamiento periódico en ciclos de duración anual. El crecimiento de la curva tiene relación directa con el incremento de estos tipos de población permanente. A lo largo del año puede considerarse que la demanda disminuye e incluso se anula en periodos vacacionales.

La demanda de la población turista habitual, cifrada en consumos diario o semanal, es mayor que la de la población estable. También tiene un comportamiento periódico estacional relacionado con vacaciones y tiempo libre. En dicho periodo el comportamiento de la curva de consumo tiene un desfase con respecto a la de las poblaciones anteriores.

La demanda de la población turista ocasional, cifrada asimismo en consumos diario o semanal, es considerablemente mayor a la del resto de poblaciones, entre otras cosas, porque el consumo es totalmente independiente del coste del servicio. Su comportamiento agregado a escala semanal es de igual tendencia, pero mayor pendiente que el del turista habitual.

El caso más representativo se producen en aquellos asentamientos de pequeña población estable en los cuales el tamaño de la población turista ocasional es de varios órdenes de magnitud de la población turista habitual siendo ésta múltiplo de la población estable.

La cantidad global de agua para los diversos tipos de consumo, será una variable dependiente de la tendencia a largo plazo de los ciclos climáticos. En España, regionalmente se distinguen las denominadas: España Húmeda y España Seca. No obstante, ambas sufren, en el medio plazo, ciclos de alternancia de entre 10 y 15 años. A escala local: el litoral de la zona sur y en el ciclo anual, las variaciones son estacionales, produciéndose las precipitaciones normalmente en los equinoccios de primavera y otoño y periodos secos en los solsticios de verano e invierno.

El Balance del recurso estará determinado por la capacidad de suministro en relación con la demanda que se produzca:

$$B_A(t, X) = S_{A_{Sup}}(t, X) + S_{A_{Sub}}(t, X) + S_{A_{Fb}}(t, X) - D_A(t, X)$$

que variarán a lo largo del tiempo, como una función de la población y que dará como resultado los siguientes estados:

$$B_A(t, X) \leq 0 \text{ Estado de Fallo}$$

$$B_A(t, X) > 0 \text{ Estado de No Fallo}$$

La Demanda estará determinada por los usos alternativos que compiten entre sí por el recurso. Entre los principales están: (1) el uso urbano-industrial, (2) el uso industrial singular, (3) el uso para regadío, con destino fundamental a la agricultura, (4) el uso ambiental, de cauces y embalses y (5) el uso de resguardo ante avenidas.

Dentro de los usos hídricos, la proliferación durante los últimos años de los campos de golf, es un uso especialmente subvencionado en el sentido de que no hay una producción directa de ese agua.

Energía Eléctrica

En el balance general de la Energía Eléctrica, la primera característica a resaltar es que la

producción es generalmente local, mientras que el suministro normalmente es de escala regional y nacional. Eventualmente internacional. Para la zona de estudio la energía es importada casi en su totalidad, aún cuando en sus proximidades existe una central térmica funcionando y otra en construcción y programada (REE, 2005). También existen en las proximidades, parques eólicos, como el caso de tarifa en su vertiente Mediterránea. En este sentido, dadas las condiciones climáticas y meteorológicas, con los fuertes vientos procedentes del levante, se debe intentar abastecer a través de la producción para consumo propio y para exportación.

La demanda de energía eléctrica variará en el tiempo en relación con la población a la que abastece:

$$D_{EE}(t, X)$$

El Balance del recurso estará determinado por la capacidad de suministro en relación con la demanda que se produzca:

$$B_{EE}(t, X) = S_{EEOrd}(t, X) + S_{EEEsp}(t, X) - D_{EE}(t, X)$$

y ofrecerá los siguientes resultados:

$$B_{EE}(t, X) \leq 0 \text{ Estado de Fallo}$$

$$B_{EE}(t, X) > 0 \text{ Estado de No Fallo}$$

Ha de tenerse en cuenta que el suministro de energía puede ser limitado, pero en ningún caso cabe plantearse que tenga carácter aleatorio.

5.6.2. Balance de Recursos Litorales

Playa

La relación entre los niveles de presión o de demanda sobre la playa y dicho recurso consustancial, que resaltan la singularidad o hacen más atractivo un destino, debe producirse una relación de equilibrio.

Las características paisajísticas de la línea de costa, pero sobre todo la superficie de playa seca es un recurso valioso y escaso de los municipios enclavados en áreas litorales, puesto que en su origen son la clave que mantiene su capacidad de atracción turística.

La calidad del recurso viene establecida por recomendaciones de la Unión Europea, que cifra en $6 m^2$ de espacio de playa por persona, aunque bibliografía especializada en el diseño y gestión de las nuevas instalaciones y centros turísticos de calidad elevan esta cifra mínima a $10 m^2$ y hasta 20 y $30 m^2$ (Exceltur, 2005), para aquellos destinos que pretendan ofrecer la máxima calidad.

La demanda de playa variará estacionalmente en relación con la población a la que abastece:

$$D_{SpI}(t, X) \sim \alpha \Delta P * 6m^2$$

En la escala semanal o mensual, relacionada con los períodos vacacionales, es el principal recurso ambiental de las zonas litorales, y da servicio: en primer lugar, a toda la población no estable, habitual u ocasional; en escala de fin de semana a la población activa estable; con respecto a la población no activa estable, la demanda en dichos periodos es negativa, abandonando o haciendo un uso marginal de la playa durante dichos periodos.

El Balance del recurso estará determinado por la capacidad de suministro en relación con la demanda que se produzca:

$$B_{S_{Pl}}(t, X) = S_{Pl} - D_{S_{Pl}}(t, X)$$

$$B_{S_{Pl}}(t, X) = S_0 \pm \frac{\sum \frac{\delta Q_s}{\delta y} \Delta t}{\delta V_{tco}} - D_{S_{Pl}}(t, X)$$

Si la demanda de playa seca es mayor que la superficie existente, o planteado a “sensu contrario”, si la superficie de playa seca, como consecuencia de la dinámica marina, es menor a la usual, manteniéndose la demanda, será necesario aportar arena mediante las regeneraciones de playa con el coste implícito añadido.

$$S_0 \pm \frac{\sum \frac{\delta Q_s}{\delta y} \Delta t}{\delta V_{tco}} < D_{S_{Pl}}(t, X) \text{ Estado de Fallo}$$

5.7. Costes

El desarrollo socioeconómico de los ámbitos locales y regional conlleva los siguientes costes: (1) primera construcción, conservación y reparación y prestación de servicio, mientras que los ingresos se derivan del cobro de los servicios y de impuestos indirectos por las actividades socioeconómicas. Los primeros se pueden cuantificar mediante el coste de las infraestructuras necesarias para proceder al servicio: agua, energía, vivienda y ordenación. El segundo lleva asociado un término constante en función de la magnitud de las infraestructuras y el nivel del servicio y el tercero depende claramente de la densidad de población. Finalmente, los ingresos por actividades indirectas se pueden determinar así mismo en términos de la densidad de los diferentes colectivos poblacionales, a escalas local y regional.

En este trabajo se propone un análisis económico simple y sistemático de los costes y los beneficios asociados a los recursos. En ese sentido planteado inicialmente se enuncia la posibilidad de inclusión de modelos más complejos y con datos más exhaustivos.

5.7.1. Costes de Recursos de Sostenibilidad

Vivienda

Los costes relacionados con la edificación estarán relacionados con:

$$S_V(t, X) \quad \left| \begin{array}{l} C_V(t, X) \\ C_{Inf}(t, X) \\ C_{Ser}(t, X) \end{array} \right. \quad \left| \begin{array}{l} C = C_c + C_m(t) \\ C = C_c + C_m(t) \\ C = C_e + C_m(t) + C_r(t) \end{array} \right.$$

La presencia de un porcentaje alto de población no estable estacional, en ocasiones muy superior a la población estable, conlleva la necesidad de dotar de infraestructuras y servicios, lo que implica:

1. Ejecutar la construcción de las primeras, dimensionándolas de manera que puedan absorber la demanda total. Dichas infraestructuras tienen carácter permanente, con lo que el coste de construcción es el coste en su “sobredimensión” final, al que ha de añadirse el “sobrecosto” de su mantenimiento.

2. Establecer y reforzar determinados servicios para acoger a los usuarios estacionales, como son los relacionados con la seguridad ciudadana, limpieza viaria, alumbrado público, mantenimiento de la red viaria, etc, todo ello garantizando además un nivel de servicio elevado en calidad y cantidad, provocando un esfuerzo económico adicional.

Los ingresos estarán constituidos por:

$$D_V(t, X) \quad \left| \begin{array}{l} I_{sn}(t, X) \\ I_{F_{Loc}}(t, X) \\ I_{F_{Est}}(t, X) \end{array} \right.$$

Los ingresos relacionados con la vivienda están constituidos por las inversiones de las promociones inmobiliarias, más los ingresos derivados de la imposición sobre la edificación y sus servicios y por último de las transferencias, que en función de la población estable de una localidad realizan tanto la Administración Estatal, como la Administración Autónoma y Provincial.

1. Ingresos relacionados con el proceso constructivo (I_{sn}). Formados inicialmente por las inversiones de las grandes empresas de promoción inmobiliaria, que incluyen:
 - a) Adquisición de terrenos, y su transformación mediante el correspondiente instrumento de planeamiento. Tiene el carácter de ingreso fijo.
 - b) Cobro de licencias y permisos de: obras de urbanización, movimiento de tierras, edificación, acometidas, ocupación, cesiones de aprovechamiento, transferencias, etc. Tienen asimismo la consideración anterior.
2. Impuestos y tasas municipales ($I_{F_{Loc}}$). Son los ingresos relacionados con el uso y disfrute de la edificación.
 - a) Cobro del Impuesto de Bienes Inmuebles. Es el principal ingreso fijo de los ayuntamientos y es una función directa de la valoración fiscal del mismo.
 - b) Impuesto de Actividades Económicas. Prácticamente desaparecido, al haberse incrementado la base de cotización. No obstante, el Índice Turístico, muestra la participación porcentual con base provincial, regional o estatal de la parte de actividad económica que se produce en una localidad relacionada con el turismo.
 - c) Cobro de servicios. Algunos servicios, como el de recogida de residuos sólidos, se realizan entre los propietarios de vivienda, independientemente del tipo que esta sea. El resto de servicios municipales: de carácter general, de protección civil y seguridad ciudadana, de seguridad, protección y promoción social, etc., son financiados a través de los presupuestos municipales
3. Impuestos Estatales, Autonómicos y Provinciales ($I_{F_{Est}}$)
 - a) Transferencias Estatales. Son una participación en dichos impuestos en función de la población estable de una localidad, activa o no.
 - b) Transferencias de Comunidad Autónoma. Son las que se realizan en la escala local, en forma de subvenciones, para la financiación de dotaciones y servicios públicos. También se calculan en función de la población estable.

- c) Inversiones Provinciales. Suelen estar relacionadas con la dotación o mejora de infraestructuras y son normalmente asumidas por las Diputaciones provinciales.

Agua

El coste de instalación y suministro vendrá determinado por:

$$S_A(t, X) \quad \left| \begin{array}{l} E_A(t, X) \\ R_A(t, X) \end{array} \right. \quad \left| \begin{array}{l} C = C_c + C_m(t) \\ C = C_c + C_m(t) + C_r(t) \end{array} \right.$$

El coste incluirá en primer lugar el coste relacionado con la capacidad de embalse (E_A). Suele ser un coste que se puede denominar de “impulso”, ya que supone un salto cuantitativo y una variación en la escala de suministro. Desde un punto de vista estrictamente económico incluye los Costes de Construcción y los Costes de Mantenimiento (variable en el tiempo). El coste de la red de distribución (R_A), es un coste derivado del anterior e incluye, asimismo, los Costes de Construcción, los Costes de Mantenimiento (variable en el tiempo) y los Costes de Reposición (variable en el tiempo).

Los ingresos dependerán de la instalación y del consumo:

$$D_A(t, X) \quad \left| \begin{array}{l} I_I(t, X) \\ I_C(t, X) \end{array} \right.$$

Los ingresos que genera el agua deberán absorber los costes de su suministro a lo largo del tiempo. Para ello las compañías suministradoras establecen una doble tipología de ingresos:

1. Los ingresos derivados de la instalación (I_I), que suelen ser ingresos fijos, estrictamente dependientes de la evolución de la población en el tiempo. Se pagan independientemente del uso que se haga de la instalación.
2. Los ingresos derivados del consumo (I_C), que suelen ser ingresos variables, y que se van a hacer depender estacionalmente de la población total, esto es, de la demanda simultánea de la población estable y no estable, mientras que en la escala anual recaerá en su mayor porcentaje sobre la población estable, que deberá financiar el previsible desequilibrio que se produzca, ya que la instalación deberá estar diseñada para el abastecimiento total.

Energía Eléctrica

El coste de instalación y suministro vendrá determinado por:

$$S_{E_E}(t, X) \quad \left| \begin{array}{l} G_{E_E}(t, X) \\ R_{E_E}(t, X) \end{array} \right. \quad \left| \begin{array}{l} C = C_c + C_m(t) \\ C = C_c + C_m(t) + C_r(t) \end{array} \right.$$

El coste incluirá en primer lugar el coste relacionado con la capacidad de producción y almacenamiento (G_{E_E}). Suele ser un coste que, como en el caso del agua, se puede denominar de “impulso”, ya que supone un salto cuantitativo y una variación en la escala de suministro. Desde un punto de vista estrictamente económico incluye los Costes de Construcción y los Costes de Mantenimiento (variable en el tiempo). El coste de la red de distribución (R_{E_E}), es un coste derivado del anterior, e incluye asimismo los Costes de Construcción, los Costes de Mantenimiento (variable en el tiempo) y los Costes de Reposición (variable en el tiempo).

$$D_{EE}(t, X) \quad \left| \begin{array}{l} I_I(t, X) \\ I_C(t, X) \end{array} \right.$$

Los ingresos dependerán de la instalación y del consumo:

Los ingresos que genera la energía eléctrica deberán absorber los costes de su suministro a lo largo del tiempo. Para ello las empresas suministradoras establecen una doble tipología de ingresos:

1. Los ingresos derivados de la instalación (I_I), que suelen ser ingresos fijos, estrictamente dependientes de la evolución de la población en el tiempo. Se pagan independientemente del uso que se haga de la instalación.
2. Los ingresos derivados del consumo (I_C), que suelen ser ingresos variables, y que se van a hacer depender estacionalmente de la población total, esto es, de la demanda simultánea de la población estable y no estable, mientras que en la escala anual recaerá en su mayor porcentaje sobre la población estable, que deberá financiar el previsible desequilibrio que se produzca, ya que la instalación deberá estar diseñada para el abastecimiento total.

5.7.2. Costes de Recursos Litorales

Playa

Los costes relacionados con la playa

$$S_{SpI}(t, X) \quad \left| \begin{array}{l} C_{Inf}(t, X) \\ C_{Reg}(t, X) \\ C_{Ser}(t, X) \end{array} \right. \quad \left| \begin{array}{l} C = C_c + C_m(t) \\ C = C_{reg} \\ C = C_e + C_m(t) + C_r(t) \end{array} \right.$$

Los costes que puede originar el mantenimiento de la playa seca, tienen que ver con el coste de la infraestructuras (C_{Inf}), de protección y estabilización, como puedan ser diques, espigones, y con el coste de infraestructuras de servicio a la playa como puede ser la construcción de un paseo marítimo y su mantenimiento.

Los costes originados por las actuaciones de regeneración de playas (C_{Reg}), que hayan podido ser afectadas por procesos erosivos, o por eventos como puede ser una tormenta.

Los costes de los servicios (C_{Ser}), como el de limpieza y mantenimiento de la playa, así como las instalaciones permanentes en la misma, su instalación y mantenimiento.

Los ingresos relacionados con la playa. Puede considerarse que la mayoría de los ingresos relacionados con la playa son ingresos indirectos, ya que no existe una aportación directa por el servicio que presta.

5.8. El Modelo de Evolución Poblacional

5.8.1. Relación de las Variables con la Población

Los distintos grupos de población: (1) Estable; activa o no y (2) No Estable; turista habitual o turista ocasional, tienen influencias diferentes (unas positivas y otras no) sobre la evolución de

las variables anteriormente citadas.

Para cada una de ellas la Ecuación de Evolución es:

$$\frac{dP_A}{dt} = I_A - I_B + \sum_i Pert$$

que puede ser analizada desde el punto de vista local, o como agregado regional.

$$P = P_A + P_{NA} + P_{Th} + P_{To}$$

su variación en el tiempo:

$$\frac{P}{dt} = \frac{P_A}{dt} + \frac{P_{NA}}{dt} + \frac{P_{Th}}{dt} + \frac{P_{To}}{dt}$$

el balance de recursos también puede estudiarse desde las ópticas local y regional, estableciéndose la posibilidad de producir transferencias entre los diferentes municipios para garantizar el equilibrio regional, por ser más estable.

Variable Espacial

$$x = Local \implies Restricciones_{particulares}$$

$$X = Regional \implies Restricciones_{generales}$$

Variable Temporal

Variable independiente en el tiempo, con escalones anuales

$$\Delta t \implies semanas \implies meses$$

Variable Principal

$$P = f(t, x, X)$$

Balance de recurso y económicos: Año a año y con escala local y regional

Escalas temporales Una de las dificultades principales del modelo que se propone es el manejo de las escalas de los diferentes elementos que intervienen, en primer lugar los colectivos poblacionales que se manifiestan con diferente escala temporal. No obstante, las poblaciones estables se pueden analizar en escalas anuales y por grupos de diez años, considerando que los ciclos económicos tienen esa duración media. Las poblaciones turísticas se manifiestan en intervalos de tiempo menores, semanas y decenas de semanas, aunque su evolución temporal por sus implicaciones económicas se determinan anualmente.

En consecuencia la dinámica de estas poblaciones se debe estudiar con escalas cortas, semanas y decenas de semanas, y su contribución al sistema se incorpora en ecuaciones de escala anual. En la escala corta se analiza el grado de satisfacción de las demandas socioeconómicas y ambientales

y el número y duración de fallos esperados. Esta información es determinante en la formulación de la ecuación de la evolución de esta población.

Los balances de recursos, principalmente agua y energía se debe realizar en las escalas cortas y contabilizar, análogamente el número y duración de los fallos y sus consecuencias socioeconómicas. Esta información se debe incorporar a la ecuación de balance anual que se debe extender a periodos de 10 años.

Finalmente el análisis de costes debe realizarse a escala anual, repartiendo los costes totales de las inversiones en infraestructuras y servicios a lo largo de los diez años. A este respecto es necesario indicar que los colectivos poblacionales turísticos definen las “puntas” de las demandas por lo que el dimensionamiento de los recursos y servicios oferentes, así como su cualidad y calidad, está relacionado con los cocientes entre las diferentes densidades de población local y regional en el año considerado, es decir,

$$\frac{I_a}{I}, \frac{I_{na}}{I}, \frac{I_{th}}{I}, \frac{I_{to}}{T}, \frac{I_a + I_{na}}{I}, \frac{I_{th} + I_{to}}{I}, \frac{I_{th} + I_{to}}{I_a + I_{na}}$$

$$I(t) = I_a(T) + I_{na}(T) + I_{th}(t) + I_{to}(t)$$

donde se ha hecho explícito las dos escalas temporales del problema, la semanal o “instantánea” la estacional y la anual o “media”.

En consecuencia el modelo se construye sobre escalas espaciales o tramos de ámbito local y se agrega a escala regional con condicionantes y requisitos impuestos sobre los balances de recursos socioeconómicos y ambientales y se resuelve a escalas semanal y anual incorporando resultados semanales como impulsos puntuales. La solución temporal proporciona la información sobre: (1) las densidades poblacionales anuales y semanales en los ámbitos local y regional, (2) los costes anuales de los recursos y servicios demandados y oferentes, (3) los grados de satisfacción de los recursos y servicios, obteniendo el número y duración de los fallos en ellos y (4) alteraciones del entorno ambiental y gradientes locales de distribución de los recursos regionales. Estos resultados se utilizan para reiniciar la solución del problema en el año siguiente con condición inicial los resultados del año anterior. Este ciclo se repite durante diez años con diferentes inputs ambientales relacionados con la evolución meteorológica, condiciones de las playas, etc. En función de los resultados se pueden especificar diferentes estrategias de uso del territorio, acciones de control etc y repetir el experimento.

5.8.2. EDO de la evolución temporal de una densidad poblacional

La ecuación contiene tres términos principales:

- Término que define y acota la tasa de crecimiento de esa población
- Término reductor relacionado con la saturación
- Término interactivo entre poblaciones que compiten en el uso del territorio
- Término interactivo entre tramos

que matemáticamente se expresa de la siguiente forma a escala del tramo local j :

$$\frac{dI_{i,j}}{dt} = \beta_{C,i}T_{C,i,j} - \beta_{R,i}T_{R,i,j} - \sum_i \beta_{I,ij}T_{I,ij} \pm \sum_j \beta_{T,i,jk}T_{T,jk}$$

donde β son coeficientes de ajuste. Análogamente a escala regional

$$\frac{dI_r}{dt} = \beta_{C,r}T_{C,r} - \beta_{R,r}T_{R,r} - \beta_{I,r}T_{I,r}$$

donde no se ha incluido un término relacionado con la competencia entre regiones próximas, aunque conceptualmente debería considerarse.

Término de crecimiento: $T_{C,i}$ Este término se modela por el producto de la tasa máxima de crecimiento $\mu_{\text{máx},i}$ por tres funciones reguladores dependientes de las densidades poblacionales locales y regionales instantáneas,

$$T_{C,i} \sim \mu_{\text{máx},i} \cdot f_{1,i}(t, I_i) \cdot f_{2,i}(t, I_i) \cdot f_{3,i}(t, I_i)$$

la primera, f_1 relacionada con las condiciones ambientales y socioeconómicas y su imagen para atraer población, la segunda f_2 relacionada con la densidad de población en ese instante y la tercera f_3 que evalúa el efecto de los recursos que quedan disponibles en ese instante de tiempo. Estas tres funciones limitan y acotan la tasa máxima de crecimiento.

Término reductor, $T_{R,i}$ Este término representa la reducción de la demanda a medida que se van saturando las diferentes poblaciones y los servicios y recursos disponibles. Ya que estos últimos están acotados por la densidad máxima, este término se modela como una función potencial de la densidad de población no saturada, es decir,

$$T_{R,i} \sim \frac{1}{I(t)} (I(t) - I_s)_i^{m_i}$$

para las cuatro poblaciones y para los dos ámbitos espaciales, local y regional.

Término de interacción, $T_{I,i}$ Las poblaciones turísticas influyen de forma notable en el confort y calidad de vida de las poblaciones estables y en los costes de los servicios, pero por otro lado aportan notables recursos socioeconómicos y en general, mayor número de servicios que los que les corresponderían como densidad de población, comparativamente con otras poblaciones asentadas alejadas del litoral. Esta relación no son fáciles de especificar, pero en general, las poblaciones estables no influyen en los input-output de las poblaciones turísticas, excepto cuando aquella se convierte en ciudad, pero por el contrario el incremento de poblaciones turísticas principalmente ocasionales afecta negativamente la evolución de poblaciones no activas, es decir,

$$T_{I,i} \sim \left(\frac{I_j(t)}{I_i(t)}\right)^{\delta_1} \left(\frac{I_j(t)}{I(t)}\right)^{\delta_2}$$

el primer cociente evalúa la importancia de los tamaños de las poblaciones entre sí, y el segundo cociente la importancia de la población perturbadora con respecto al total de la población. δ_1, δ_2 son exponentes a determinar.

Término interactivo entre tramos, $T_{I,ij}$ Cuando un determinado tramo en la región ofrece mayor número y mejores servicios, se produce un trasvase de población entre tramos forzando unos hacia la saturación y otros hacia la despoblación. Este término debe evaluar este forzamiento que se puede modelar de la siguiente forma,

$$T_{I,ij} \sim \frac{1}{I(t)} [(I_i(t) - I_{s,i}) - (I_j(t) - I_{s,j})]^p$$

donde la demanda entre tramos se define en función de su déficit de saturación, admitiendo que cuanto más pequeño sea éste se debe a que los servicios en él son mayores. p es un exponente a determinar

EDO con exponentes unitarios

Para el tramo j y el subconjunto poblacional i la EDO con exponentes unitarios es

$$\frac{dI_{i,j}}{dt} = \beta_{C,i} T_{C,i,j} - \beta_{R,i} T_{R,i,j} - \sum_i \beta_{I,ij} T_{I,ij} \pm \sum_j \beta_{T,i,jk} T_{T,jk}$$

$$T_{C,i} = \mu_{\text{máx},i} \cdot f_{1,i}(t, I_i) \cdot f_{2,i}(t, I_i) \cdot f_{3,i}(t, I_i)$$

$$T_{R,i} = \frac{1}{I(t)} (I(t) - I_{s,i})$$

$$T_{I,i} = \left(\frac{I_j(t)}{I_i(t)}\right) \left(\frac{I_j(t)}{I(t)}\right)$$

$$T_{I,ij} = \frac{1}{I(t)} [(I_i(t) - I_{s,i}) - (I_j(t) - I_{s,j})]$$

5.8.3. Soluciones

Las ecuaciones anteriores pueden formularse:

- Para casos concretos, constituidos por lo que son las puntas semanales
- Por periodos, resultado de la adición de los casos concretos, focalizadas con mayor fuerza en la estacionalidad. En esta ecuación los coeficientes salen del conocimiento del comportamiento semana.
- Media o anual. La ecuación tiene sus propios coeficientes.

Los coeficientes en todos los casos son constantes mientras dure el ciclo económico por estar asociados a él.

5.9. Conclusiones del Capítulo V

Frente a los modelos tradicionales en los que se ha intentado atender al problema de la localización de los distintos agentes y factores en un territorio y de la dependencia espacial, sintetizado

de forma simple en el desarrollo de usos urbanos que identifican niveles óptimos de infraestructuras, en el modelo que se ha planteado en este trabajo la población es la variable sobre la que pivota el desarrollo socioeconómico y ambiental de una región. La población evoluciona dentro de un marco socioeconómico, y dicha evolución puede ser explicada a través de sus indicadores, pero también lo hace dentro de un medio físico-natural concreto a través de indicadores ambientales. Desde una perspectiva global se ha de hacer un análisis de los recursos, de aquellos elementos que en este trabajo se consideran más significativos, cual son: el agua, el suelo y la energía. El agua tiene carácter aleatorio y limitante, por lo que ha de ser sometida a regulación, a través del análisis de sus costes produciendo un equilibrio entre costes de infraestructuras y potencia instalada e ingresos del consumo. El suelo responde a estrategias de ordenación, pero dichas estrategias de ordenación han de tener en cuenta entre otros al elemento anterior, por lo que ha de ser asimismo regulado. La ordenación del territorio implica costes que no están suficientemente definidos y evaluados. La energía no debe tener carácter aleatorio, pero tiene sin embargo un carácter manifiestamente limitante tanto en los costes directos que manifiesta de instalación y potencia, como a los costes indirectos, no suficientemente definidos pero cada vez más presentes en la realidad de las sociedades actuales.

De este planteamiento cabe obtener las siguientes conclusiones. Es posible y así ha de enfocarse, el obtener los costes de los recursos en función de la población y determinar las relaciones entre distintas poblaciones y en su caso la necesidad de realizar transferencias entre las mismas. En segundo lugar se debe realizar un balance estableciendo distintos volúmenes de control, entre los recursos y su demanda, lo que nos puede ofrecer las distintas situaciones de estado límite del sistema o de cualquiera de sus componente cuando el resultado del balance sea próximo a cero o situaciones de fallo en caso de ser negativo. El estudio ha de comprobar las alternancias estacionales entre invierno y verano, con periodos punta por un lado y sus agregados en la escala anual que ofrecen una visión media a reiterar al menos durante un ciclo económico-ambiental de entre 10 y 13 años.

La evolución poblacional tiene en cuenta en primer lugar dichas ecuaciones de balance, matizadas por coeficientes de saturación, cuando aparecen conflictos entre los distintos usos del suelo y de los recursos, como son los términos reductores por saturación, en relación con las distintas poblaciones y su interacción en cuanto a la demanda de recursos y servicios, con especial incidencia en la demanda de agua, y en la autoorganización poblacional en función del precio de la vivienda.

Para el ajuste de los términos se propone un modelo simple, para el que se realizarán simulaciones de Monte Carlo, con objeto de analizar su evolución y modelos de bases de datos a obtener, con vistas al futuro de manera que se disponga de datos reales que permitan el ajuste.

El resultado de la implementación del modelo implica la posibilidad de predecir:

1. La previsible evolución de la población
2. Los estados del sistema y las posibilidades de “fallo” (1) ambiental, como déficits en el balance de suministro de recursos y (2) socioeconómico como imposibilidad de recuperación de la inversión y
3. La consecuencias de los fallos que se asocian con situaciones de riesgo. El riesgo se define como la probabilidad de fallo por las consecuencias:

$$R = P(f) * C$$

Capítulo 6

El Análisis de Datos para la Implementación del Modelo Poblacional

6.1. Resumen del Capítulo VI

La implementación del modelo tiene como variable fundamental la población.

La evolución de la población que se asienta en un territorio litoral puede estudiarse desde un doble enfoque: (1) como tendencia evolutiva en los plazos medio y largo y (2) como oscilaciones, que son especialmente importantes en el corto, asociadas a periodos estacionales pero de amplitud nada desdeñable en cuanto a la variación del conjunto y a la incidencia sobre el medio natural.

La variación de la población viene determinada por el desarrollo socioeconómico y ambiental del tramo en el que se localiza. Dicho desarrollo puede caracterizarse a través de un conjunto completo y exhaustivo de indicadores que pueden cuantificarse para valorar su incidencia sobre el atractivo o rechazo que ejerce sobre la misma. Desde el punto de vista ambiental, un territorio ofrece una serie de recursos que la población demanda. Desde el punto de vista socioeconómico dichos recursos son identificables, medibles, cuantificables y susceptibles de valoración económica y ambiental.

El balance de los recursos desde la óptica ambiental ofrece una valoración de la sostenibilidad del sistema en cuanto a su aseguramiento a largo plazo. Desde la óptica socioeconómica permite cuantificar la capacidad de recuperación e identificar la necesidad de realizar subvenciones o transferencias en ámbitos que superan el local o regional.

Las distintas variables se estudian desde diversos enfoques:

6.1.1. Correlación

El conocimiento de su comportamiento puede ser intuitivo e inmediato. Si se estudian por parejas una herramienta adecuada es la correlación. En estadística puede definirse como la relación entre dos consecuencias o variables dependientes de una causa o variable independiente única no necesariamente considerada en el procesamiento de datos. La correlación muestra el grado de dependencia entre las variables, y se cuantifica a través de un coeficiente: r . Se puede demostrar una relación algebraica entre r y el análisis de la varianza de la regresión de tal modo que su cuadrado (coeficiente de determinación) es la proporción de variación de la variable Y debida a la regresión. En este sentido, r^2 mide el poder explicatorio del modelo lineal. Sin embargo r no mide la magnitud de la pendiente ("fuerza de la asociación"), ni tampoco mide lo

apropiado del modelo lineal. Para ello se recurrirá a la regresión.

6.1.2. Regresión Paramétrica

La regresión paramétrica. Las técnicas de regresión permiten hacer predicciones sobre los valores de cierta variable Y (dependiente), a partir de los de otra X (independiente), entre las que intuimos que existe una relación. La forma de la función f , que liga ambas variables, en principio podría ser arbitraria y tan compleja como que quiera, no obstante en este trabajo se propone la forma más simple de la regresión lineal.

6.1.3. Regresión No Paramétrica

La regresión no paramétrica. No obstante existen casos en los que no es fácil determinar la clase de funciones a las que pertenece la forma funcional f que liga ambas variables, o su conocimiento es limitado. Para estos casos es conveniente la utilización de métodos no paramétricos que establecen supuestos de suavidad sobre la función de regresión.

6.1.4. Funciones Empíricas Ortogonales

No obstante el análisis cuando el conjunto de variables es amplio, puede ser arduo en cuanto a la determinación de la relación entre variables bidimensionales así como la importancia de la relación entre grupos de variables, provocando confusión en cuanto a su interpretación. En ese sentido la técnica de Análisis de Componentes Principales (ACP) puede demostrarse que es el predictor lineal óptimo para encontrar un conjunto más reducido de variables no correlacionadas obligando a que el peso de las variables originales sea del mismo orden de magnitud (Peña, 2002). Las propiedades más interesantes del método son:

- Proporcionan un método eficiente de compresión de los datos. Ningún otro conjunto de funciones puede describir los datos de un modo más eficiente, en el sentido de explicar en los N primeros términos mayor variabilidad de los datos.
- Dado que las nuevas variables no están correlacionadas al ser ortogonales y se aproximan a una distribución normal representan modos de variabilidad independientes de cualquiera de los $N - 1$ restantes.
- La representación de autofunciones es el mejor método de ajuste lineal de las variables originales en el sentido de ajuste de datos por mínimos cuadrados. Permite reducir el número de variables evitando así el problema de la dimensión y proporciona un método de eliminar el ruido o la parte menos predecible de los datos.

6.1.5. Análisis de la Evolución de las Principales Variables

La población en las zonas costeras ha experimentado un fuerte desarrollo desde principios del siglo XX. Dicho crecimiento se ha acentuado en los últimos 30 años cambiando drásticamente tanto el sistema social y económico del litoral como la fisonomía costera.

En plano de las actividades, el litoral se ha terciarizado siendo sus principales fuerzas conductoras: el sector servicios y ligado con él la “industria” turística.

En el plano físico, el incremento de población lleva aparejado el crecimiento de los núcleos urbanos y urbanizaciones, así como el resto de infraestructuras y servicios que los acompañan.

Dicha población está sometida además a dos fenómenos que la modulan: la inmigración económica como consecuencia del crecimiento de la economía durante un periodo inusualmente largo que acentúa su crecimiento tendencial y las oscilaciones estacionales, que coinciden con periodos vacacionales en los que la población fluctúa llegando incluso a multiplicarse. Para la zona en estudio, el conjunto de la población tiene un crecimiento exponencial en el que el mayor crecimiento se produce en la zona occidental, concretamente Chiclana de la Frontera, que además representa un porcentaje nada desdeñable de la población total de la provincia de Cádiz.

El crecimiento de la población se manifiesta con fuerza en ambos medios:

se relaciona en primer lugar con el crecimiento del nivel de renta, que es una función prácticamente lineal

en segundo con el crecimiento de la vivienda, para la que se distingue un doble modelo, dependiendo del tipo de población: viviendas principales frente a viviendas secundarias. Las segundas representan cada vez más un porcentaje muy alto de las primeras, y su crecimiento es por contra exponencial. Dicha clasificación es además una clasificación de uso, no habiendo sin embargo ninguna distinción en el mercado con respecto a las mismas.

Relacionando renta media y vivienda, se observan fluctuaciones de la demanda con crecimiento más que proporcional para un nivel de renta determinado seguido de un suavizamiento de la pendiente. Para la vivienda secundaria el modelo de crecimiento es parecido, aunque se desplaza hacia la zona de rentas más altas. La disminución de la demanda mencionada más arriba puede tener como explicación el incremento del precio que suele producirse cuando la demanda trasciende la escala local y regional y se sitúa en la nacional o internacional.

El fenómeno turístico sería una de las variables a considerar en la evolución de la demanda.

6.1.6. Análisis por grupos mediante EOFs

En una segunda fase del trabajo se analizan conjuntos de variables y se determina la variabilidad explicada por las distintas autofunciones. Los tipos de variables se han agrupado en (1) variables demográficas, (2) variables económicas y (3) variables locales de entre las que destaca el precio de la vivienda.

Para las primeras la primera autofunción $f_1(t)$ explica la tendencia principal de todas las variables estandarizadas; su variabilidad explicada es de un 98 %. Para las variables económicas han de usarse las dos primeras autofunciones: la primera $f_1(t)$ tiene una variabilidad explicada del 81 % e indica la tendencia para las variables. La segunda $f_2(t)$ tiene un comportamiento cíclico de alrededor de un hemicycle económico. Entre ambas explican una variabilidad del 96 %. Por último, para el conjunto de variables denominadas locales, que relacionan las primeras con las segundas, han de usarse asimismo las dos primeras autofunciones: la primera $f_1(t)$ tiene una variabilidad explicada del 92 % e indica la tendencia para las variables. La segunda $f_2(t)$ tiene un comportamiento opuesto a la primera, cuando la pendiente de la primera es ascendente o muy fuerte, la segunda se suaviza o es descendente y viceversa, dando respuesta al problema auto-organización poblacional y retroalimentación dependientes de la densidad.

6.1.7. Aplicación del Modelo

Por último se ha desarrollado una formulación del modelo en el que se conjugan las variables y los datos existentes y se simulan estados para prever su evolución.

En cuanto a las variables socioeconómicas se consideran el Nivel de Renta y el Mercado de Trabajo como las determinantes de la evolución de la población, fundamentalmente en lo que se refiere a la Población Activa Estable, la más permanente y en la que mayor incidencia tienen este tipo de variables. Para el resto de poblaciones se considera de entre las variables ambientales la relación entre recursos hídricos y habitantes, como uno de los elementos que puede afectar al desarrollo del turismo en dichas zonas. Para ello se han analizado los datos relativos a la cuenca hidrográfica que abastece al área de estudio, se ha analizado su comportamiento y se ha ajustado con una función de distribución que permite predecir su evolución en el tiempo.

Los resultados de la simulación indican una evolución de la población creciente con pendiente suave, de mantenerse una evolución económica con ciclos en el entorno de la corta escala definida en este trabajo (de alrededor de 13 años). Los resultados para las poblaciones no estables, constituidas por los turistas, ocasionales o habituales, muestran oscilaciones cíclicas que habría que asociar con oscilaciones en los recursos hídricos de corta escala.

6.1.8. Conclusiones

La planificación territorial debe utilizar como escalas de desarrollo, tanto temporal como espacialmente, las escalas intermedias.

La planificación de las actividades económicas debe basarse en modelos que tengan bases objetivas. Es evidente que dichos modelos evolucionan rápidamente, y generan una determinada "ortodoxia". Su cumplimiento permite realizar predicciones en cuanto a su evolución.

La capacidad de modelar la evolución medioambiental está más desarrollada que la anterior, al ser las variables que intervienen en su formulación más previsibles, o con leyes más estables y mejor conocidas en su comportamiento.

La conjunción de la planificación territorial, mediante la caracterización de los medios mediante indicadores y la atención a los recursos como soporte de la evolución poblacional, y la identificación de balances que permitan determinar los previsibles estados de fallo, es una herramienta novedosa en cuanto a su planteamiento.

Los modelos se han mostrado válidos, aún cuando el número de observaciones con las que se cuenta sean escasas y no respondan a la demanda real que se pretende. Su planteamiento marca una dirección. Existen otras direcciones, y otras formas de trabajar, pero esta es válida por ser potente en su planteamiento, por contar con todos los términos y elementos desde una óptica dinámica y por estar abierta a sucesivas modificaciones y a la incorporación de elementos que la perfeccionen.

En definitiva el proceso que se pretende consiste en:

- Comprobar los datos existentes, seleccionar aquellos que sean de utilidad al modelo, y estandarizarlos para su uso
- Mostrar que hay técnicas que permiten modelizar y
- Comprobar que si el modelo se verifica en teoría es fácil hacer un cuestionario que posibilite las campañas de campo, que lo implementen y lo mejoren.

6.2. Introducción

El objetivo de este capítulo es el análisis de la situación y la realización de predicciones sobre la evolución de una localidad, municipio o región a través de las funciones que la representan.

Al no existir modelos previos, o ser modelos de aplicación muy concreta, la toma de datos es un proceso arduo y complejo. Los datos están muy dispersos y las series de que se componen tienen duraciones diversas. En ocasiones es necesario recurrir a relaciones entre los datos para obtener información indirecta.

Dada la definición de ciclo económico existente en la actualidad, relacionada con la escala ambiental de corto plazo (13 años) definida en esta Tesis, los periodos a estudiar oscilan entre los 10 y los 14 años, como elementos de variación de la percepción que el ciudadano tiene de la evolución de la economía y de variación de la realidad físico-natural. No obstante la propuesta que se realiza en este trabajo es la de obtener datos de la evolución de al menos tres ciclos económicos y ambientales completos, esto es, alrededor de 50 años.

Con los esquemas realizados la variabilidad estacional y anual son dominios diferentes, aún cuando uno puede obtenerse como acumulación del otro mediante la integración de la función. Para el caso de la variabilidad anual, se considera asimismo que tiene una validez de entre 10 y 14 años.

En cuanto a la escala espacial ha de atenderse a la localización de un municipio o conjunto de ellos de un entorno concreto. Los coeficientes interaccionan y las condiciones de contorno dependen de las variables sociales y ambientales descritas en el Capítulo V.

Conocidas las relaciones entre ellas y las poblaciones es fácil hacer un balance global del recurso.

Fijado un espacio determinado la evolución de la población en función del tiempo se puede explicar en función de tres componentes fundamentales:

- Crecimiento vegetativo: definido como la diferencia entre nacimientos y defunciones
- Inmigración: como el conjunto de personas que por diversas razones deciden establecerse en ese territorio y
- Emigración: como el conjunto de personas que también por razones variadas deciden abandonar ese territorio.

Tanto la inmigración como la emigración se considera que vienen determinadas por condiciones de tipo:

- Socio-económico. Son las condiciones de este tipo las que las determinan. Si las condiciones son favorables la inmigración será positiva y la emigración cero o inferior a la inmigración. Dentro de este conjunto se encuentran los emigrantes o inmigrantes, que tienen como objetivo el mejorar sus condiciones económicas y actúan como saldo positivo o negativo en el conjunto de la población activa estable.
- Ambiental. Si las condiciones ambientales son favorables se desarrollará este tipo de inmigración y su saldo será positivo, siendo la emigración cero o inferior a la inmigración. En este conjunto se consideran incluidos los turistas independientemente del grupo de población al que pertenezcan: (1) tercera edad o turismo ambiental permanente, (2) propietarios de segunda residencia o turismo estacional y (3) turistas ocasionales.

De ambas se deduce un saldo en función del tiempo en su doble vertiente: (1) socio-económico y (2) ambiental.

Dichas condiciones pueden ser caracterizadas, para su cuantificación y análisis por medio de una serie de Indicadores, que en su conjunto, constituyen una base completa y exhaustiva que permite explicar el fenómeno. Los indicadores tendrán por tanto una clasificación análoga a las condiciones:

- Socio-económicos. Definen la población través de su variación entre Inmigración y Emigración por cuestiones económicas: $(I_{s-e} - E_{s-e})$. De entre este tipo de indicadores cabe citar:
 - Renta anual
 - Precio medio de la vivienda
 - Superficie edificada
 - N° de turistas
- Ambientales, definida la variación poblacional por motivos relacionados con el medio ambiente: $(I_a - E_a)$, se eligen como más representativos:
 - Recursos hídricos: calidad, intensidad de uso y regeneración
 - Vertidos residuales
 - Superficies ambientales: Espacios naturales Playas . . .

La relación puede enunciarse a través de ecuaciones simples en función del tiempo como:

$$\frac{d(I_{s-e} - E_{s-e})}{d(t)} = f_{s-e}(\text{Indicadores})$$

$$\frac{d(I_a - E_a)}{d(t)} = f_a(\text{Indicadores})$$

$$\frac{d(P)}{d(t)} = K + \frac{d(I_{s-e} - E_{s-e})}{d(t)} + \frac{d(I_a - E_a)}{d(t)}$$

$$\frac{d(P)}{d(t)} = K + f_{s-e}(\text{Indicadores}) + f_a(\text{Indicadores})$$

La evolución de la población en el tiempo dependerá de sí misma, pero también de la integración en el tiempo de las funciones que la vinculan con ambos tipos de indicadores.

$$P(t) = K + \int f_{s-e}(\text{Indicadores}) * dt + \int f_a(\text{Indicadores}) * dt$$

Del estudio de las relaciones entre indicadores y variables es posible determinar lo que se denominan fallos de servicio:

- Falta de agua

- Excesos de vertidos
- m^2 de ocupación de suelo: Daños en el nicho ecológico, Entorno ambiental . . .
- m^2 de playa seca

y en su caso lo que son los estados límite o quiebras del mismo. En definitiva el proceso que se pretende consiste en:

- Comprobar los datos existentes, seleccionar aquellos que sean de utilidad al modelo, y estandarizarlos para su uso
- Mostrar que hay técnicas que permiten modelizar y
- Comprobar que si el modelo se verifica en teoría es fácil hacer un cuestionario que posibilite las campañas de campo, que lo implementen y lo mejoren.

6.3. Regresión paramétrica

En múltiples ocasiones se requiere analizar la relación entre dos variables cuantitativas. Los dos objetivos fundamentales de este análisis serán, por un lado, (1) determinar si dichas variables están asociadas y en qué sentido se da dicha asociación (es decir, si los valores de una de las variables tienden a aumentar, o disminuir, al aumentar los valores de la otra); y por otro, (2) estudiar si los valores de una variable pueden ser utilizados para predecir el valor de la otra.

La forma correcta de abordar el primer problema es recurriendo a coeficientes de correlación(1). Sin embargo, el estudio de la correlación es insuficiente para obtener una respuesta a la segunda cuestión: se limita a indicar la fuerza de la asociación mediante un único número, tratando las variables de modo simétrico, mientras que en este trabajo interesa más modelizar dicha relación y usar una de las variables para explicar la otra. Para tal propósito se recurrirá a la técnica de regresión. Aquí se analiza el caso más sencillo en el que se considera únicamente la relación entre dos variables. Así mismo, se limita a los casos en el que la relación que se pretende modelizar es de los tipos lineal o parabólica.

6.3.1. La recta de regresión.

Considerada una variable aleatoria respuesta (o dependiente) Y , que se supone relacionada con otra variable (no necesariamente aleatoria) que llamaremos explicativa, predictora o independiente y que se denotará por X . A partir de una muestra de n individuos para los que se dispone de los valores de ambas variables, $(X_i, Y_i), i = 1, \dots, n$, se puede visualizar gráficamente la relación existente entre ambas mediante un gráfico de dispersión, en el que los valores de la variable X se disponen en el eje horizontal y los de Y en el vertical. El problema que subyace a la metodología de la regresión lineal simple es el de encontrar una recta que ajuste a la nube de puntos del diagrama así dibujado, y que pueda ser utilizada para predecir los valores de Y a partir de los de X . La ecuación general de la recta de regresión será entonces de la forma: $Y = a + bX$

El problema radica en encontrar aquella recta que mejor ajuste a los datos. Tradicionalmente se ha recurrido para ello al método de mínimos cuadrados, que elige como recta de regresión a aquella que minimiza las distancias verticales de las observaciones a la recta. Más concretamente, se pretende encontrar a y b tales que:

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n (Y_i - a - bX_i)^2$$

Resolviendo este problema mediante un sencillo cálculo de diferenciación, se obtienen los estimadores mínimo cuadráticos de los coeficientes de la recta de regresión:

$$\hat{b} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} = \frac{S_{xy}}{S_{xx}}$$

$$\hat{a} = \bar{Y} - \hat{b}\bar{X}$$

Como se puede suponer, la relación $Y = a + bX$ no va a cumplirse exactamente, sino que existirá un error ϵ que representa la variación de Y en todos los datos con un mismo valor de la variable independiente. Las distancias verticales entre el valor observado y el valor dado por la recta para cada individuo (o valor ajustado) reciben el nombre de residuos, y se suelen denotar por ϵ_i . La expresión teórica del modelo matemático será, por tanto:

$$Y_i = a + bX_i + \epsilon_i \text{ con } i = 1, \dots, n$$

donde, además, se supondrá $\epsilon \approx N[0, \sigma^2]$

Interpretación de los coeficientes de regresión

En la ecuación general de la recta de regresión, claramente b es la pendiente de la recta y a el valor de la variable dependiente Y para el que $X = 0$. En consecuencia, una vez estimados estos coeficientes, en la mayoría de los casos el valor de \hat{a} no tendrá una interpretación directa, mientras que el valor \hat{b} servirá como un indicador del sentido de asociación entre ambas variables: así, $\hat{b} > 0$ nos indicará una relación directa entre ellas (a mayor valor de la variable explicativa, el valor de la variable dependiente Y aumentará), $\hat{b} < 0$ delatará una relación de tipo inverso, mientras que $\hat{b} = 0$ nos indica que no existe una relación lineal clara entre ambas variables. Así mismo, y tal y como se deduce de la ecuación de la recta de regresión, el coeficiente b nos da una estimación del cambio por término medio en la variable Y por cada unidad en que se incrementa X . Al igual que ocurre con otros estimadores, existirá cierta incertidumbre en el cálculo de las estimaciones, que se podrá reflejar mediante intervalos de confianza para ambos valores, construidos bajo la hipótesis de normalidad de los residuos, mediante las expresiones:

$$IC(1 - \alpha) \%(b) = (\hat{b} \pm t_{\frac{\beta}{2}}^{n-2} \frac{S_{res}}{\sqrt{S_{xx}}})$$

$$IC(1 - \alpha) \%(a) = (\hat{a} \pm t_{\frac{\beta}{2}}^{n-2} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{\bar{X}^2}{S_{xx}}})$$

donde $t_{\frac{\beta}{2}}^{n-2}$ denota al cuantil de orden β de una distribución t de Student con $n - 2$ grados de libertad.

El hecho de que el test no resulte significativo indicará la ausencia de una relación clara de tipo lineal entre las variables, aunque pueda existir una asociación que no sea captada a través de una recta.

En este trabajo se proponen modelos funcionales que expliquen las distintas variables del sistema. Se reconoce sin embargo que la función que representa la relación entre las variables en ocasiones no se conoce previamente, por lo que para realizar una primera aproximación, se utilizará el novedoso método de regresión no paramétrica para el ajuste más suave de las funciones.

6.4. Regresión no paramétrica

Dado un conjunto de observaciones $\{(x_i, Y_i) : i = 1, \dots, n\}$, que provienen de una variable (X, Y) , consideramos un modelo de regresión que presenta la siguiente formulación:

$$Y_i = m(x_i) + \epsilon_i \quad i = 1, \dots, n. \quad (6.1)$$

donde ϵ_i son variables aleatorias incorreladas, con media 0 y varianza común σ^2 . m es la función de regresión desconocida que pretendemos estimar.

En general, se presentan dos formas de resolver el problema de estimación de la función de regresión; a saber, los métodos de regresión paramétrica y los de regresión no paramétrica.

Tradicionalmente, los métodos paramétricos suponen que la función de regresión pertenece a una clase particular de funciones. La selección de la clase de funciones se hace basándose en un conocimiento previo de la relación existente entre las variables bajo estudio. Sin embargo, cuando el conocimiento sobre esta relación no está disponible o es limitado los métodos de tipo no paramétrico resultan más apropiados, puesto que sólo se establecen supuestos de suavidad sobre la función de regresión. Estos supuestos, por ser menos restrictivos, conceden un mayor margen de flexibilidad al estimador no paramétrico.

Un método de regresión no paramétrica establece hipótesis de suavidad sobre la función de regresión, por lo que los puntos en un entorno de x contienen información sobre el valor de dicha función en dicho punto. Es posible por tanto hacer un promedio local de las observaciones Y_i con abscisa en tal entorno. Ésta es la idea básica general de la regresión no paramétrica. Es por este motivo que las técnicas de regresión no paramétrica son también conocidas como técnicas de suavizamiento. En cada punto de estimación se lleva a cabo un promedio local de las observaciones Y_i incluidas en una banda vertical con intervalo centrado en x . La amplitud de la banda depende del valor del parámetro h , también conocido por el nombre de parámetro de suavizado o ancho de banda.

Empleamos en este trabajo el estimador lineal local tipo núcleo, introducido por Ruppert, D. and Wand, M. D. (1994) y por Fan, J. and Gijbels, I. (1996), entre otros, y que cuyas buenas propiedades son bien conocidas en el contexto general de la regresión no paramétrica. Este estimador está dado por:

$$\hat{m}_h(x) = \sum_{i=1}^n \omega_i(x) Y_i, \quad (6.2)$$

con

$$\omega_i(x) = \frac{\{s_{n,2} - s_{n,1}(x_i - x)\} K_h(x_i - x)}{s_{n,2}s_{n,0} - (s_{n,1})^2},$$

donde

$$s_{n,j} = \sum_{i=1}^n K_h(x_i - x)(x_i - x)^j,$$

siendo h el parámetro ancho de banda, que es seleccionado por el criterio de validación cruzada, resultado de hacer mínima la función:

$$CV(h) = n^{-1} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{m}_{h,-i}(x_i))^2, \quad (6.3)$$

donde $\hat{m}_{h,-i}(x_i)$ es el estimador $\hat{m}_h(x_i)$ donde se omite la observación (x_i, Y_i) .

Se ha estudiado el comportamiento en la práctica del estimador lineal local tipo núcleo con un estimador de regresión paramétrica.

Dentro de los estimadores paramétricos se ha seleccionado por sencillez y por su interpretabilidad el estimador de regresión lineal en aquellos casos en los que el valor del coeficiente de determinación obtenido en el ajuste lineal sea similar o mayor que el valor correspondiente al ajuste del resto de modelos funcionales disponibles.

Los programas han sido implementados en los entornos de programación estadística S-plus 7 y en R 2.3.1. También se ha empleado el paquete estadístico Statgraphics Plus 5.

6.5. El Análisis de Componentes Principales

De entre las técnicas que permiten modelar el sistema, y con objeto de sintetizar las distintas variables para su estudio se propone el análisis de componentes principales (ACP).

El ACP es una técnica estadística propuesta a principios del siglo XX por Karl Pearson como parte del análisis de factores. Sin embargo la complejidad de los cálculos retrasó su desarrollo hasta la aparición de los ordenadores y su utilización y extensión a lo largo de la segunda mitad de dicho siglo. El florecimiento, relativamente reciente, de los métodos basados en componentes principales hace que sean utilizados por una gran cantidad de investigadores, aún los no especialistas en estadística.

Podría decirse que el objetivo principal que persigue el ACP es la representación de las medidas numéricas de varias variables en un espacio de pocas dimensiones donde nuestros sentidos puedan percibir relaciones que de otra manera permanecerían ocultas en dimensiones superiores. Dicha representación debe ser tal que al desechar dimensiones superiores (generalmente de la tercera o cuarta en adelante) la pérdida de información sea mínima.

Se considera un conjunto de datos bidimensional, formado por varias realizaciones de un experimento muestreadas a lo largo de una dimensión. El objetivo de las funciones empíricas ortogonales es buscar estructuras de datos que subyacen en todas las realizaciones y a partir de las cuales se pueda explicar la mayor parte de la variabilidad en los datos.

Al igual que en el desarrollo en serie de autofunciones, las diferentes realizaciones pueden aproximarse por una combinación lineal de dichas estructuras, que, a diferencia de las primeras, no es un conjunto de funciones conocido a priori, sino que se trata de funciones (discretas) que se obtienen a partir de los propios datos.

El tratamiento de los datos para la obtención de las funciones empíricas ortogonales utiliza técnicas básicas de Álgebra Lineal aplicadas a la matriz de covarianza de los datos.

6.5.1. Datos de partida

Se considera un conjunto de datos que consiste en N observaciones de un vector $y_j^* = y_j^*(\tilde{x})$ con M componentes, $y_j^* = (y^*(x^1), \dots, y^*(x^i), \dots, y^*(x^M))$

que representan las diferentes variables a analizar. Dichos datos pueden organizarse en una matriz de dimensiones $M \times N$, donde cada fila corresponde a una de las realizaciones del vector aleatorio de dimension N .

$$Y^* = \begin{pmatrix} y_1^*(x^1) & y_2^*(x^1) & \dots & y_j^*(x^1) & \dots & y_N^*(x^1) \\ y_1^*(x^2) & y_2^*(x^2) & \dots & y_j^*(x^2) & \dots & y_N^*(x^2) \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ y_1^*(x^i) & y_2^*(x^i) & \dots & y_j^*(x^i) & \dots & y_N^*(x^i) \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ y_1^*(x^M) & y_2^*(x^M) & \dots & y_j^*(x^M) & \dots & y_N^*(x^M) \end{pmatrix} \leftarrow i, \text{ variable } y^*(x^i) \quad (6.4)$$

$$\begin{matrix} \uparrow \\ j, \text{ observación } j - \text{ésima del vector } y^*(\tilde{x}) : y_j^*(\tilde{x}) \end{matrix} \quad (6.5)$$

6.5.2. Datos a analizar

Puede suponerse sin pérdida de generalidad que las variables que se analizan tienen media nula, en otro caso, resulta conveniente restar a los datos el valor medio. De esta forma, como se verá mas adelante, la matriz que es objeto de análisis es la de covarianza, lo que permite dar un significado 'geométrico' al proceso al que se someten los datos.

En algunas ocasiones resulta conveniente utilizar las variables tipificadas. El resultado del análisis en este caso da el mismo peso a todas las observaciones del vector y difiere, por tanto, del que se obtiene con los datos originales en el que se considera que las variables aleatorias con valores mayores de la varianza tienen mayor peso en la estructura subyacente.

El uso de las variables tipificadas es necesario siempre que las componentes del vector de estado no tengan las mismas unidades. No se recomienda, sin embargo, cuando se trata de la misma variable medida en 'posiciones' diferentes, puesto que la 'amplitud' de los datos, medida por su desviación con respecto al valor medio, es clave en la descripción de la variación de la variable con la posición.

En lo que sigue se trabajará con una matriz $Y = (y_{ij})$ que representará, según el criterio que se siga, observaciones de las variables de media nula (*caso a.*),

$$y(x^i) = y^*(x^i) - \mu^i$$

o bien las variables tipificadas (*caso b.*),

$$y(x^i) = \frac{y^*(x^i) - \mu^i}{\sigma^i}$$

donde

$$\mu^i = E [y^*(x^i)]; \sigma^i = E [(y^*(x^i) - \mu^i)^2]$$

6.5.3. Interpretación geométrica

El cálculo de las funciones empíricas ortogonales se puede estudiar como la búsqueda de un vector $\vec{e} = (e_1, \dots, e_M)^T$ de módulo unidad que se parezca lo más posible, en dirección, a todas las observaciones del vector de estado, $y_j(\tilde{x})$.

El problema puede abordarse teniendo en cuenta que el producto escalar $\vec{e} \cdot y_j(\tilde{x})$ es el módulo de la proyección del vector $y_j(\tilde{x})$ sobre \vec{e} , y, por tanto, cuanto mayor sea su valor, más próximos serán ambos vectores en dirección. Se propone, por tanto, buscar un vector unitario, \vec{e} , que haga máximas las cantidades $|\vec{e} \cdot y_1(\tilde{x})|$, o equivalentemente, que haga máximo el cuadrado de su suma. El planteamiento se reduce, de esta forma, al siguiente problema de optimización con restricciones :

$$\vec{e} \text{ t.q. } |\vec{e}| = 1 \text{ máx} \left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (\vec{e} \cdot y_j(\tilde{x}))^2 \right] = \vec{e} \text{ t.q. } |\vec{e}| = 1 \text{ máx} \vec{e}^T A A^T \vec{e}$$

donde $A = \frac{1}{\sqrt{N}} Y$. Las soluciones de (XX) son vectores propios de la matriz $\Lambda = A A^T$ y los valores que toma la función, son los autovalores de Λ .

Por otra parte, la matriz Λ , puede interpretarse como la matriz cuyas componentes α_{ij} son

$$\alpha_{ij} = E [y(x^i) y(x^j)]$$

que corresponde a la matriz de covarianza si los datos originales no han sido tipificados (*Caso a.*)

$$\alpha_{ij} = E [(y^*(x^i) - \mu^i)(y^*(x^j) - \mu^j)] = Cov(y^*(x^i), y^*(x^j))$$

y a la matriz de correlación en otro caso (*Caso b.*).

$$\alpha_{ij} = \frac{1}{\sigma^i \sigma^j} E [(y^*(x^i) - \mu^i)(y^*(x^j) - \mu^j)] = Corr(y^*(x^i), y^*(x^j))$$

Por ser Λ una matriz real simétrica¹, existe una matriz ortogonal E tal que $E^T \Lambda E = E^{-1} \Lambda E$ es diagonal. E es la matriz que tiene por columnas los vectores propios de Λ , $\{\vec{e}_1, \vec{e}_2, \dots, \vec{e}_M\}$ que forman una base ortogonal de R^M .

6.5.4. Funciones empíricas ortogonales como funciones de mejor aproximación

Llamando $Z = (z_{ij})_{i,j=1,\dots,M}$ a la matriz $E^T A$, se tiene que la matriz A puede escribirse como $A = EZ$, es decir, cada columna de A , que consta de las N observaciones del vector de estado, puede expresarse como combinación lineal de los vectores propios

$$y_j(\tilde{x}) = z_{1j} \vec{e}_1 + z_{2j} \vec{e}_2 + \dots + z_{Mj} \vec{e}_M, \quad j = 1, \dots, N$$

La expresión anterior es el desarrollo en serie de Fourier de $y_j(\tilde{x})$ en función de los vectores de la base $\{\vec{e}_1, \vec{e}_2, \dots, \vec{e}_M\}$ ². Esta interpretación de la ec. (XX) tiene las siguientes implicaciones.

- Los coeficientes pueden calcularse como

$$z_{kj} = y_j(\tilde{x}) \cdot \vec{e}_k$$

- Tomado únicamente algunos términos de suma,

$$W_m = z_{i_1 j} \vec{e}_{i_1} + z_{i_2 j} \vec{e}_{i_2} + \dots + z_{i_m j} \vec{e}_{i_m}$$

se obtiene el vector de mejor aproximación de $y_j^*(\tilde{x})$ en el subespacio vectorial generado por los vectores $V = \{\vec{e}_{i_1}, \vec{e}_{i_2}, \dots, \vec{e}_{i_m}\}$.

En particular, cada componente $z_{kj} \vec{e}_k$ es el vector de mejor aproximación de $y_j(\tilde{x})$, es decir es la proyección de $y_j(\tilde{x})$ sobre \vec{e}_k tal y como se buscaba.

- Se verifica, además la propiedad de permanencia, esto es, si (XX) es la expresión de la mejor aproximación de y en V , entonces, la mejor aproximación de $y_j(\tilde{x})$ en $V \cup \{\vec{e}_{i_{m+1}}\}$ es $W_m + z_{i_{m+1} j} \vec{e}_{i_{m+1}}$

¹Toda matriz real simétrica es diagonalizable

²Si E es un espacio de Hilbert separable y $\{\varphi_1, \dots, \varphi_2, \dots, \varphi_n, \dots\}$ una base ortonormal de E ,

$\forall f \in E, f = \sum_{n=1}^{\infty} \langle f, \varphi_n \rangle \varphi_n$

es el desarrollo en Serie de Fourier de f , y f_n es la mejor aproximación de f , en $V_n = span \{\varphi_1, \dots, \varphi_2, \dots, \varphi_n, \dots\}$. Se dice que f_n es la proyección de f sobre V_n se denomina la

Si los valores propios se ordenan de mayor a menor, $\{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_r, \dots, \lambda_M\}$ y los vectores propios correspondientes son $\{\vec{e}_1, \vec{e}_2, \dots, \vec{e}_M\}$, al buscar la proyección de $y_j(\vec{x})$ sobre el subespacio generado por los m primeros autovectores, se tiene

$$\tilde{y}_j^m(\vec{x}) = z_{1j}\vec{e}_1 + z_{2j}\vec{e}_2 + \dots + z_{mj}\vec{e}_m, \quad j = 1, \dots, N$$

y el valor medio cuadrático de las “distancias” de cada observación $y_j(\vec{x})$ a su aproximación, d_m es

$$d_m^2 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (y_j(\vec{x}) - \tilde{y}_j^m(\vec{x}))^2 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (z_{m+1j}^2 + z_{m+2j}^2 + \dots + z_{M,j}^2)^2$$

Por otra parte, de la definición de valor propio,

$$\lambda_k = \vec{e}_k^T A A^T \vec{e}_k = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (\vec{e}_k \cdot \tilde{y}_j(\vec{x}))^2 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N z_{kj}^2$$

luego

$$d_m^2 = \lambda_{m+1} + \dots + \lambda_M$$

Llamando

$$V_m = \frac{1}{\sum_{j=1}^N \lambda_k} (\lambda_{m+1} + \dots + \lambda_M)$$

d_m puede expresarse

$$d_m^2 = (1 - V_m) \sum_{j=1}^N \lambda_k$$

La expresión anterior indica que $(1 - V_m)$ mide la desviación de los datos a la aproximación, en otras palabras, lo que no puede representarse en términos de las primeras m autofunciones, es decir, V_m mide la variabilidad explicada por ellas.

6.6. Componentes principales

Dadas una serie de variables en función del tiempo

$$V_1(t) \dots \dots \dots V_n(t)$$

cada una de ellas puede expresarse como:

$$V_1(t) = cte_1^1 f_1(t) + cte_2^1 f_2(t) + cte_3^1 f_3(t) + \dots$$

$$V_2(t) = cte_1^2 f_1(t) + cte_2^2 f_2(t) + cte_3^2 f_3(t) + \dots$$

es decir, como una expresión de valores constantes y de un conjunto de autofunciones.

Tomando 1 componente principal

$$V_1(t) = cte_1^1 f_1(t)$$

$$V_2(t) = cte_1^2 f_1(t)$$

todas las variables son proporcionales entre sí, lo que implica Correlación Lineal

Tomando 2 componentes principales

$$\begin{aligned} V_1(t) &= cte_1^1 f_1(t) + cte_2^1 f_2(t) \\ V_2(t) &= cte_1^2 f_1(t) + cte_2^2 f_2(t) \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad \text{eliminando } f_1(t)$$

$$(V_1(t) - cte_2^1 f_2(t)) cte_1^2 = cte_1^1 (V_2(t) - cte_2^2 f_2(t))$$

despejando V_1

$$V_1 = aV_2 - bf_2(t)$$

todas las variables están relacionadas linealmente entre sí, introduciendo una perturbación temporal

Tomando 3 componentes principales

$$\begin{aligned} V_1(t) &= cte_1^1 f_1(t) + cte_2^1 f_2(t) + cte_3^1 f_3(t) \\ V_2(t) &= cte_1^2 f_1(t) + cte_2^2 f_2(t) + cte_3^2 f_3(t) \quad \Rightarrow \quad \text{eliminando } f_1(t) \\ V_3(t) &= cte_1^3 f_1(t) + cte_2^3 f_2(t) + cte_3^3 f_3(t) \end{aligned}$$

$$(V_1(t) - cte_2^1 f_2(t) - cte_3^1 f_3(t)) \frac{1}{cte_1^2} = (V_2(t) - cte_2^2 f_2(t) - cte_3^2 f_3(t)) \frac{1}{cte_1^1} =$$

$$(V_3(t) - cte_2^3 f_2(t) - cte_3^3 f_3(t)) \frac{1}{cte_3^1}$$

$$\alpha^1 V_1 + \beta^1 V_2 = \delta^1 f_2 + \gamma^1 f_3 + cte$$

$$\alpha^2 V_1 + \beta^2 V_3 = \delta^2 f_2 + \gamma^2 f_3 + cte$$

$$aV_1 + bV_2 + cV_3 = cte f_3(t) + \dots$$

cada variable se puede escribir como combinación lineal de otras dos variables más una perturbación.

Para el análisis de componentes principales, se han considerado, como se ha visto anteriormente una serie de indicadores, fundamentalmente en la escala local, pero agregados a nivel regional y afectados por determinados indicadores de carácter nacional. Dichos indicadores pueden clasificarse en:

1. **Indicadores Socioeconómicos.** Entre ellos cabe citar:

- a) *nivel de renta*
- b) El *mercado de trabajo*
- c) *Presupuestos municipales*
- d) El *número de vehículos*
- e) El *tipo de interés*

f) La *rentabilidad general del mercado de valores* Este indicador puede estudiarse a través de los índices bursátiles. A nivel nacional pueden citarse:

- 1) *Índice General de la Bolsa de Madrid (IGBM)*
- 2) *IBEX-35* que recoge el conjunto de los 35 valores de mayor volumen de negocio de dicho Mercado

La evolución de estos dos índices ha de ser muy similar, al estar incluido el segundo en el primero

2. **Indicadores Ambientales** Entre ellos se citan:

- a) *Evolución de la línea de costa*
- b) *Número de turistas*
- c) *Superficie de espacios protegidos y deslinde de zonas costeras*

Por último, relacionados con la evolución de los indicadores y por tanto de la población, están los consumos de recursos, de sostenibilidad con carácter global, y litorales por la especificidad del tema abordado en esta tesis:

- *Consumo de suelo*
- *Consumo de agua*
- *Consumo de energía eléctrica*
- *m² de Playa*

En una primera aproximación dichos indicadores se estudian dos a dos analizando su evolución temporal. Las variables pueden relacionarse dentro de su grupo de indicadores y con el grupo complementario. El conjunto de combinaciones posibles es de $n^2 - n$, que es suficientemente extenso como para que se deba realizar una doble selección:

1. en primer lugar se trata de determinar aquellos cuyas relaciones no producen un resultado de fácil interpretación, o producen incertidumbre sobre su relación.
2. en segundo seleccionar de entre el resto aquellos cuyas relaciones y resultados sean lo más significativos posibles.

Para el análisis de las distintas variables se ha intentado compilar el máximo número de datos posibles. En algunos casos no ha sido posible. No obstante, en la mayoría se ha conseguido reunir datos de al menos un ciclo económico completo (entre 10 y 15 años). En ese sentido una de las propuestas que se plantea en este trabajo, es la de operar en el modelo con los datos que se poseen, e ir añadiendo información en el futuro, de forma que permita realizar análisis que incorporen al menos tres ciclos económicos. De algunos de los datos sí se han conseguido series largas, como es el caso de la población de la que se tienen datos desde principio del siglo XX y se ha realizado una proyección hasta el año 2016. También se poseen series análogas de los datos relativos a vivienda principal y secundaria de la zona. En el cuadro adjunto pueden verse las series de datos.

	00	...	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	(1900-2003)		
POPULATION																										
CARS NUMB											91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	(91-03)		
ELECTRIC C							87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	(87-03)		
IBEX-35									89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	(89-04)	
IGB-Madrid									89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	(89-04)	
i RATE						86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	(86-05)
LOCAL BUDGET					85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	(85-04)	
LTaxFB									90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03		(90-03)		
RPC									89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02		(87-03)		
UNEMPLOYMENT			83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	(83-04)	
UG														94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	(94-03)		
UGF														94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	(94-03)		
TOURIST IND																96	97	98	99	00	01	02	03	(96-03)		
TOURIST NUMB																			99	00	01	02	03	(99-03)		
PM2HOU															95	96	97	98	99	00	01	02		(95-02)		
HOME	00	...	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01					
2ND HOME	00	...	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01					
HOME/2ND HOME	00	...	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01					

Cuadro 6.1: Series temporales de las variables utilizadas para el análisis de la zona de estudio.

6.7. Análisis de la evolución de las principales variables

En los últimos 30 años, las comarcas costeras han cambiado desde actividades marítimas tradicionales como la pesca y la navegación hacia una economía dependiente en mayor medida del sector servicios y la “industria” turística.

Una explicación al crecimiento económico de las regiones costeras puede encontrarse en la fortaleza de los viajes, la movilidad creciente y su consecuencia inmediata: el turismo. La literatura sobre calidad del sistema costero sugiere que el turismo costero depende en gran medida de la limpieza, la extensión y la existencia de playas arenosas, aún cuando algunas cuestiones no están suficientemente resueltas: (1) la importancia de la calidad costera en el conjunto de la industria turística en relación con otros atractivos cual son el clima y la presencia de actividades culturales y (2) el grado en el cual un grupo de causas comunes a una zona explica los modelos de migración, turismo y desarrollo económico en la zona costera.

La primera de las cuestiones ha sido estudiada en la costa de EEUU y los ingresos que genera el turismo. Relacionado con los ingresos que genera, un porcentaje del total se concentra en las comarcas situadas hasta 40 km tierra adentro, en las costas Atlántica, Pacífica y del Golfo. Por contra la distribución de ingresos atribuida al turismo no es sensible a la distancia a la costa para aquellas comarca situadas a más de 40 Km. tierra adentro (Klein, Y.)

En cuanto a la segunda, a lo largo de la segunda mitad del siglo XX los fenómenos migratorios se han acentuado. El desarrollo de los sistemas de transporte, los medios de comunicación y el mantenimiento del ciclo alcista en los países desarrollados ha motivado que su crecimiento se deba más a procesos migratorios, que a crecimiento vegetativo. El proceso añadido de carácter centrífugo de asentamiento en zonas periféricas tiene especial incidencia en la costa.

Los procesos relacionados con la población como variable que explica la evolución del medio socioeconómico. A escala global el Fondo de Población de las Naciones Unidas (FNUAP), es el organismo encargado de estudiar la población, y sus evoluciones subvencionando iniciativas como la de la Oficina de Referencia de Población (Population Reference Bureau, Inc.) de elaborar una Guía de Población (Population Handbook, 1986) base de numerosos estudios posteriores sobre el fenómeno poblacional.

Se acepta con generalidad que el cambio poblacional tiene tres componentes: los nacimientos, las defunciones y la migración. A medida que las personas nacen, mueren o cambian de residencia, puede variar el número total de las mismas en una zona. Durante la mayor parte de la historia la población mundial ha aumentado muy lentamente, pero durante el siglo XX, este crecimiento se ha acelerado. Dicho crecimiento ha sido acompañado de una redistribución en los lugares de

asentamiento y se ha disparado el fenómeno de ocupación intensiva de las “periferias” litorales. El método más básico para calcular el cambio numérico de la población a través del tiempo consiste en utilizar la “ecuación compensadora”:

$$P^{T+t} = P^T + (N - D) + (I - E)$$

Donde P^{T+t} es la población final, P^T la población inicial, N los nacimientos y D las defunciones en dicho período, I la inmigración (o migración interna) y E la emigración (o emigración interna).

De dicha ecuación básica se deducen dos saldos: (1) El saldo natural o vegetativo: $SN^{T,T+t} = N^{T,T+t} - D^{T,T+t}$ en el que $N^{T,T+t}$ son los nacimientos que se han producido en el período de tiempo t y $D^{T,T+t}$ las defunciones en el mismo período. Relacionándolo con la población total ofrece la tasa de aumento natural o ritmo al que crece la población, debido exclusivamente al excedente (o déficit) de nacimientos sobre las defunciones y (2) El saldo migratorio o migración neta: $SM^{T,T+t} = I^{T,T+t} - E^{T,T+t}$ en el que $I^{T,T+t}$, son los inmigrantes que han llegado a la zona durante el período t y $E^{T,T+t}$, son los emigrantes que se han marchado de la misma en idéntico período.

Estos saldos se han estudiado, analizado y utilizado habitualmente desde un punto de vista estático y en una secuencia temporal no menor del año. De hecho el primero de ellos, el saldo vegetativo continúa siendo un parámetro estático. Sin embargo en este trabajo se propone que el segundo, el saldo migratorio, debido a la importancia y vitalidad de los desplazamientos en períodos de tiempo muy cortos ha de estudiarse desde un punto de vista dinámico y con menor escala temporal, desglosándolo en mayor medida e introduciendo como elementos de ajuste las escalas temporales que los definen y hacen de la variable población un elemento con fuerte componente estacional y transitoria, aún cuando las demandas que produce han de mantenerse a lo largo de todo el año. En adelante se desglosan ambos saldos.

El primero de ellos ha sido profusamente estudiado por la geografía humana, que ha puesto de manifiesto los desequilibrios existentes entre países del primer y del tercer mundo. Para los países desarrollados la primera variable, el saldo natural y su consecuencia el aumento natural de la población, ha descendido de forma tal que no se asegura el reemplazo generacional. En los países en desarrollo, con tasas de mortalidad mucho más elevadas, se necesitan tasas de 2,2 a 3,0 para alcanzar el nivel de reemplazo. En este caso concreto España ocupa el primer lugar a nivel mundial con la tasa global de fecundidad más baja, situada en 1,6 con lo que no se garantiza el reemplazo generacional lo que ha producido una situación de alerta ante el rápido envejecimiento de la población y sus consecuencias, incremento del gasto médico, farmacéutico y en pensiones, elementos todos que dependen de la existencia de una población laboral joven que, a través de sus cotizaciones sociales, garantice dichos derechos. Las variaciones poblacionales a través de las migraciones. El segundo saldo, el migratorio, ha pasado en los países industrializados, como consecuencia de la disminución del primero a ser el determinante de la evolución de la población.

A ello pueden añadirse tránsitos cada vez más representativos a escala estacional e incluso de fin de semana. En su composición se puede hacer una primera distinción en función de la motivación y así puede distinguirse (1) **Económica**, que tiene su origen en la situación transitoria o permanente de disminución de las posibilidades económicas que ofrece un país o una región en la escala global. Como un apartado menor dentro de esta se contabiliza la emigración forzada por motivos políticos o religiosos y el derecho de asilos acentuando aparte del carácter económico su carácter social y (2) **Ambiental**, como aquella que no tiene su origen situaciones de tipo económico sino que está determinada por condiciones ambientales, de entre las que el clima y el paisaje son los principales impulsores. En este tipo de emigración, aún cuando las rela-

ciones económicas no son determinantes, no implica que éstas no puedan producirse a posteriori (Lardiés, R., 1999).

$$I^{T,T+t} = I_{Eco}^{T,T+t} + I_{Amb}^{T,T+t}$$

Dentro de la primera clasificación, la económica, se deben tener en cuenta situaciones de origen en función de su permanencia, distinguiendo entre lo que son situaciones transitorias (de ciclo económico) y situaciones a largo plazo (que comprende más de un ciclo económico). Sirva como ejemplo de las primeras el componente del saldo migratorio total que para Europa, y para España como primer destino, suponen el número de argentinos que en los últimos años han emigrado como consecuencia de la grave crisis económica que ha atravesado el país desde los años 80 (Bustelo 2001) que tuvo su punto álgido con la crisis financiera que se dio en el bienio 2000-2001. Del segundo son muestras tradicionales las migraciones desde países de África, países asiáticos, países del este de Europa y el resto de países suramericanos.

$$I_{Eco}^{T,T+t} + I_{Eco(t)}^{T,T+t}$$

En cuanto a la inmigración ambiental cabría hacer un desglose semejante, distinguiendo por su importancia entre emigración internacional, normalmente de países del norte y centro de Europa, y emigración nacional. Ambas terminan integrándose como otro componente más del saldo migratorio. En cuanto al no permanente o estacional la representatividad es la contraria siendo mayor la componente nacional que representa el traslado estacional hacia la segunda residencia, en periodos ligados al fin de semana, a periodos vacacionales o a estaciones cálidas, frente al extranjero más ligado al verano y con periodos más cortos. Quedará pues configurada por el incremento neto más el temporal.

$$I_{Amb}^{T,T+t} + I_{Amb}^{T,T+t}(t)$$

Como se estableció en el capítulo I la ecuación de dispersión estará representada por los medios de transporte y la distancia entre lugar de origen y destino.

Estados Unidos y su frontera con Méjico a través del río Bravo ha sido el paradigma de las migraciones de tipo económico a través de intentos de entrada de los que se han denominado como "espaldas mojadas" que representan entrando directamente desde México algo menos de un tercio del total de emigrantes (26,8 % de media en el período 91/02), que a final de 2002 contabilizaban 33 millones (entre legales e ilegales), un crecimiento de 2 millones entre 2000-2002 y representaban junto con sus hijos el 90 % del crecimiento de población de Estados Unidos.

La Unión Europea con 2.442.900 inmigrantes en 2002 (OCDE, 2005), lidera ahora la zona mundial de recepción de emigrantes, que desde África intentan alcanzar los beneficios de las sociedades del primer mundo. Ambos movimientos han tenido una dirección Sur-Norte. Sin embargo en los últimos años se están incrementando las de dirección Este-Oeste a través de la emigración de los ciudadanos de los países de la órbita de la antigua Unión Soviética hacia la Unión Europea y de China en ambas direcciones, hacia la Unión Europea y hacia Estados Unidos. Por lo que al continente europeo en concreto se refiere, una vez finalizadas las corrientes migratorias que, por motivos económicos, durante décadas se dirigieron desde los países del sur de Europa a los del norte, la escena migratoria europea está dominada actualmente por nuevos flujos de población. Un importante flujo se sigue produciendo en dirección sur-norte, procedente del continente africano. Junto a él los movimientos, inicialmente de refugiados, y actualmente económicos desde el este al oeste europeo o los movimientos de trabajadores de alta cualificación,

que parecen ser los numéricamente dominantes (Salt, J., 1996). Frente a ello los desplazamientos desde los países del norte de Europa a los del sur están produciendo una nueva distribución geográfica de las migraciones en Europa. Pero a diferencia de los flujos de décadas pasadas, muchos de los actuales no están motivados fundamentalmente por motivos de trabajo, sino de consumo, y ligados mayoritariamente a otros desplazamientos previos de carácter turístico (Buller, H. y Hoggart, K., 1994). Las migraciones masivas producidas entre los países del sur y del norte de Europa durante los años 60 y 70, en su mayoría originadas por motivos económicos, han sido, si no sustituidas, al menos suplementadas por nuevas formas de movilidad, algunas de las cuales poco tienen que ver con causas estrictamente laborales (OCDE, 1992). Uno de los nuevos tipos de desplazamiento es el de personas de países del centro y norte de Europa hacia países europeos meridionales. Es el caso de las migraciones internacionales de población retirada (Williams, A.M. et al., 1997) u otros tipos de migraciones que, aunque de población económicamente activa, están motivadas fundamentalmente por causas extraeconómicas (Lardiés, R., 1999).

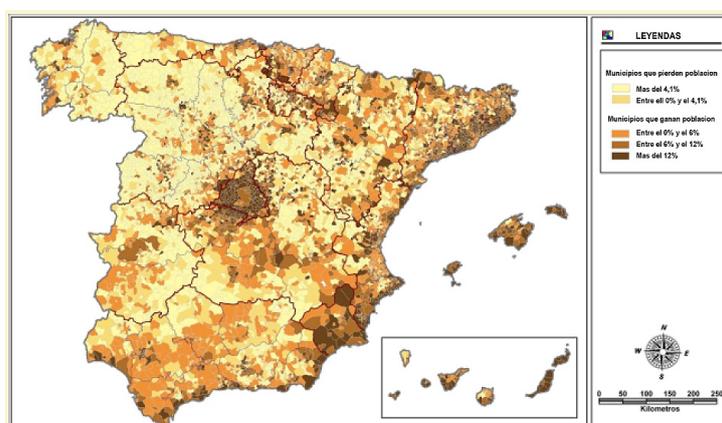


Figura 6.1: Municipios de España que ganan o pierden población. (Fuente: TINSA 2005)

En lo que a España respecta, hasta hace unos años la tendencia de evolución de la población era netamente negativa, con lo que se llegó a perder la barrera de los cuarenta millones de habitantes. La inmigración fue prácticamente inapreciable hasta 1997, pero en la actualidad es el tercer destino europeo por detrás de Alemania y Reino Unido. La última encuesta de población, teniendo en cuenta el denso fenómeno migratorio registrado en los últimos años con el fenómeno de las pateras, y la venida de ciudadanos suramericanos y del este de Europa, arroja una población total de alrededor de cuarenta y cuatro millones de habitantes, un crecimiento con tasas anuales cercanas al 14% (muy por encima del 10% de crecimiento medio europeo) con una variación entre 1997 y 2002 de 1.324.300 habitantes (OCDE, 2005) en un período muy corto de tiempo (figura: 6.2).

En cuanto a la localización de los asentamientos se observan formas antagónicas entre centralidad y periferia. La zona centro, Madrid y sus alrededores tienen incrementos de población mayores del 12%, que se acentúa cuanto más próximo a la capital (figura: 6.1). El resto del incremento se distribuye en la periferia representada por las zonas costeras, especialmente la zona alicantina y murciana. No obstante todo el litoral Mediterráneo incrementa su población. En Andalucía, las zonas que mayor incremento de población tienen se localizan a lo largo de la franja litoral desde Almería a Huelva. En el interior se está produciendo un desplazamiento de población con eje en el valle del Guadalquivir hacia la zona occidental.

En su manifestación económica, el sector primario de la economía absorbe un alto porcentaje de la población inmigrante (8,2%). A ella se unen dentro de la industria el sector de la construc-

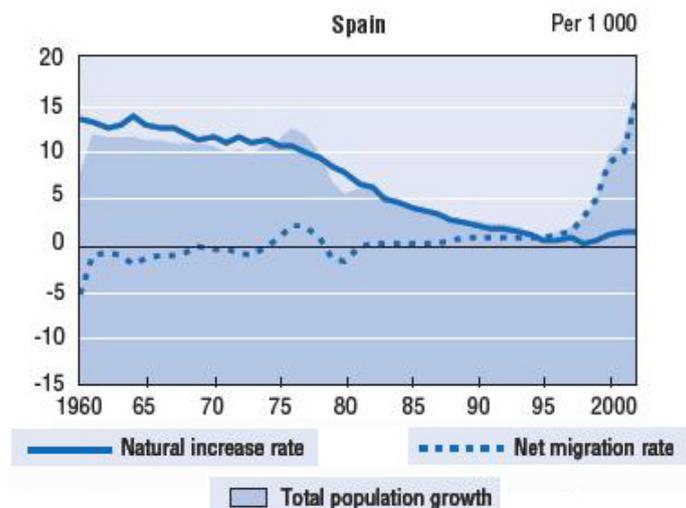


Figura 6.2: Evolución del crecimiento total de la población de España (Fuente. OCDE 2005. Elaboración propia)

ción (17,7%). Por último el sector servicios y dentro del mismo el servicio del hogar recoge el segundo de los grandes porcentajes de inmigrantes (16,4%).

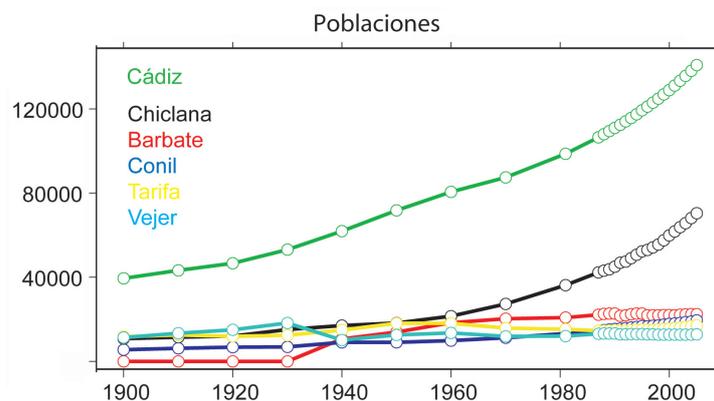
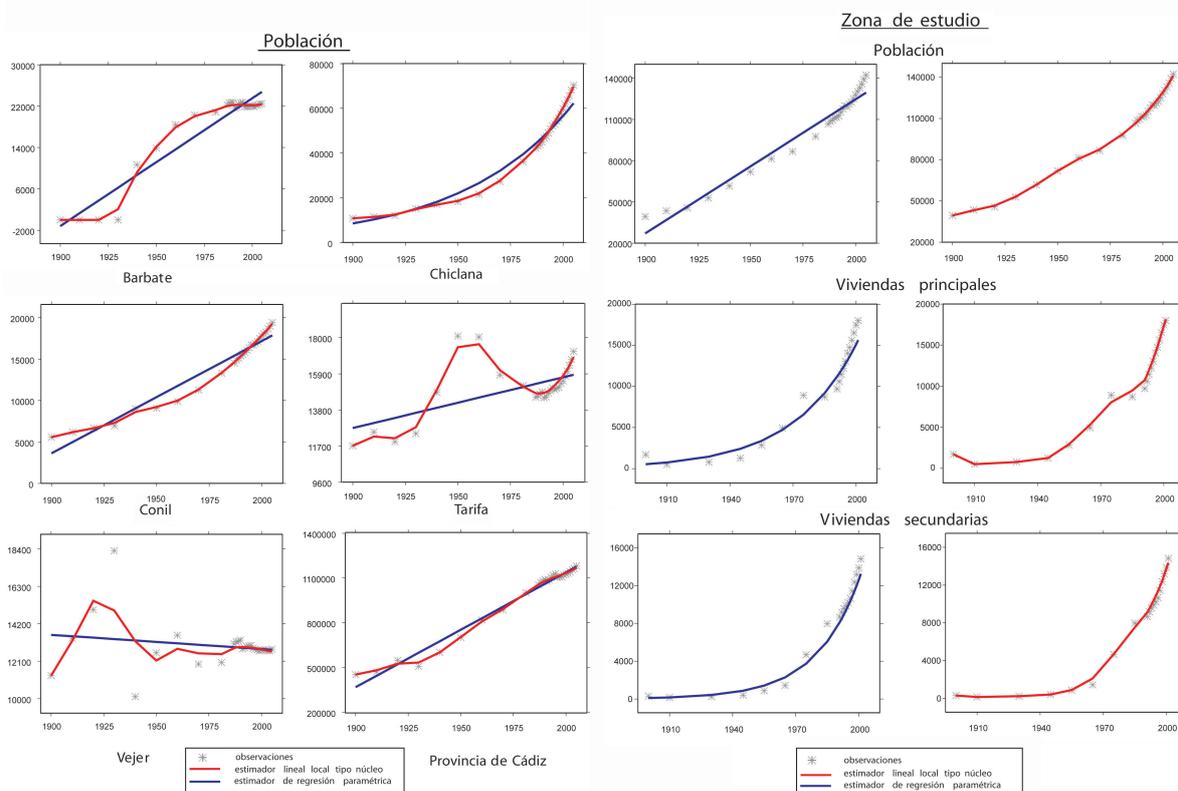


Figura 6.3: Evolución de la población en la provincia de Cádiz y la zona de estudio a lo largo del siglo XX

Gran parte de esa población se ha asentado en la zona litoral, Almería con sus cultivos bajo plástico y Huelva con sus producciones agrícolas aglutinan la mayor parte de la población inmigrante de Andalucía. A ellas se unen Málaga y la Costa del Sol. Cádiz es la provincia en la que la mayoría de los municipios ganan población (figura: 6.1). Su progresión a largo plazo es de un crecimiento sostenido (figura: 6.3). Para la zona en estudio la previsión de crecimiento es incluso más acentuada ya que un alto porcentaje de la emigración tanto exterior como interior se asienta en las zonas costeras. Los incrementos más importantes se producen en los municipios de Chiclana y Barbate.

Estos fenómenos poblacionales incrementan la necesidad de suelo en las áreas costeras como lugar de residencia permanente. A ella ha de añadirse, como se ha mencionado anteriormente, la emigración de búsqueda de condiciones climáticas favorables y lugar de retiro que puebla

en los últimos años las costas de Andalucía. En este caso el factor de incremento poblacional tiene aspectos temporales variopintos. Aquel sector de población que se incorpora íntegramente a la zona tiene carácter cuasi permanente, y regresan a sus países de origen coincidiendo con la avalancha estacional ligada a períodos vacacionales. Por último con éste carácter de estacionalidad están las “migraciones”



(a) Evolución de la Población

(b) Evolución de la vivienda

Figura 6.4: Evolución de la población y de la vivienda en función del incremento de población

Los procesos ligados a movimientos poblacionales son el motor de las transformaciones que se están produciendo en el litoral e incrementan la incidencia de las actividades y sus interacciones con el medio.

Relacionado con la población el soporte físico fundamental de cualquier asentamiento está constituido por el número de viviendas de que se compone. La demanda de suelo que supone, y su continua transformación de suelo natural en suelo edificable, se considera base para el resto de los usos que puedan darse en el territorio.

En este trabajo se hace distinción entre vivienda principal y vivienda secundaria, definidas en este Capítulo, dado que el consumo que realizan es idéntico en ambos casos no siéndolo sin embargo la contribución que realizan al sistema.

La vivienda debe relacionarse con la población que la demanda. No obstante, como puede observarse en la figura 6.4, el crecimiento de la vivienda principal en la zona de estudio no se corresponde con el incremento de población, hecho que puede atribuirse a las formas de familia tradicional y a la escasez de recursos que permitieran la independencia del mismo, tendencia que se invierte entre los años 50 y 70, como consecuencia del Plan de Estabilización de 1949 a 1952,

que tuvo como consecuencia un fuerte crecimiento económico en los años siguientes. A partir de la década de los 90 el crecimiento se ha acentuado sobremanera.

En cuanto a la vivienda secundaria el crecimiento también está relacionado con el aumento de población, no obstante, debido a las condiciones políticas, sociales y económicas de los tres primeros cuartos del siglo XX en España, acentuadas en la zona, su incremento es prácticamente nulo hasta la década de los 70, fenómeno que cabe atribuirse al desarrollo emergente del turismo y a la mejora de las condiciones socioeconómicas en general. A lo largo de la década de los 90 el crecimiento se asemeja al producido para la vivienda principal. Ello está relacionado, más que con el número de personas que formen los hogares, con otras formas de posesión de vivienda ligadas con la renta y la inversión.

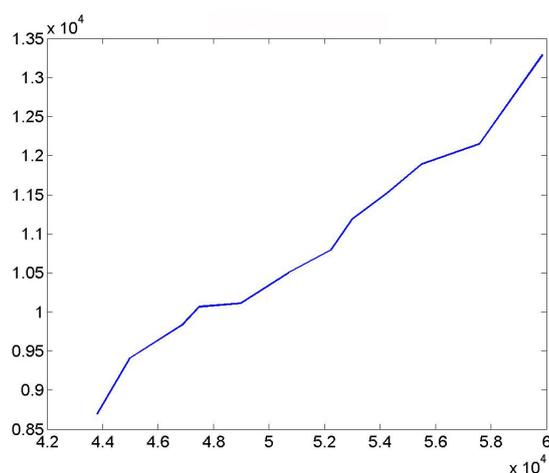


Figura 6.5: Esquema de relación entre la población de la zona de estudio y su renta media declarada

El incremento de población tiene asimismo una relación directa con el incremento de renta de dicha población, aún cuando puede plantearse como que el incremento de renta media provoca un incremento de población, generando un “efecto llamada” al crearse nuevas oportunidades relacionadas con el mercado de trabajo. (Principio de causalidad circular de José Luis Sampedro)

Y es precisamente la renta uno de los determinantes de la demanda de vivienda principal, al permitir que accedan a ella, a un mayor número de personas, ya que, no obstante el crecimiento de la misma, la demanda va a depender de la capacidad adquisitiva de la población, cuantificada en este caso a través de la renta media declarada.

En la zona de estudio, para la vivienda principal, la evolución se asemeja a una curva con dos puntos de inflexión (figura: 6.6), que determinan el inicio de tendencias contrapuestas:

- el primer punto marca la inflexión entre un crecimiento lento para rentas bajas a un crecimiento acelerado
- el segundo determina el final de ese crecimiento rápido para pasar a un crecimiento parecido al inicial, pese a que las rentas son mucho mayores.

La propia forma de la curva, como puede observarse, manifiesta la tendencia cíclica en su evolución.

La disminución de la demanda, pese al aumento de la renta, es debida al incremento del precio de la vivienda. Tal y como puede verse en la figura siguiente. Inicialmente el número de

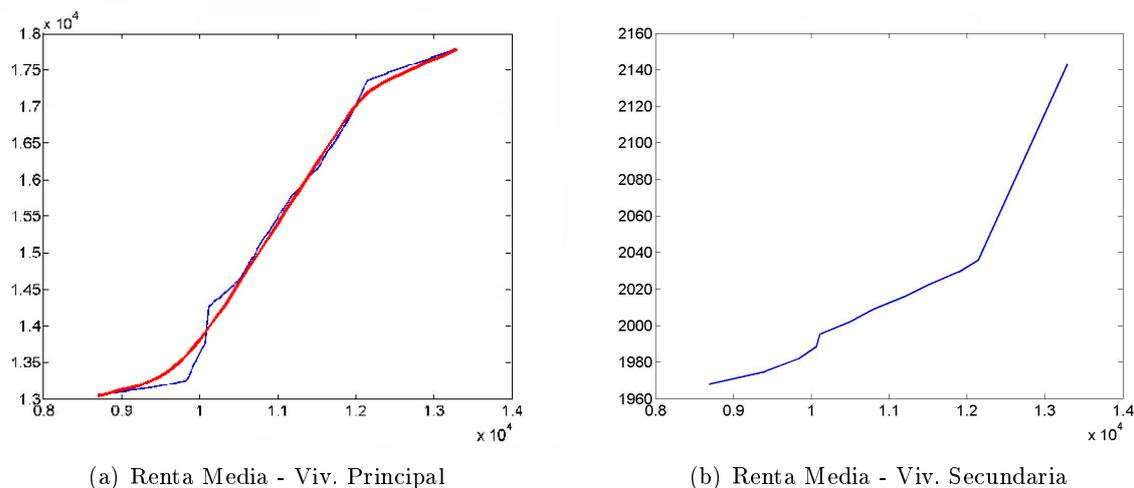


Figura 6.6: Evolución de la vivienda, principal o secundaria en función de la Renta

viviendas demandadas es muy alto. Sin embargo, a partir de un determinado precio, la pendiente de la curva, tiende a cero con lo que la demanda disminuye.

En la parte de la curva que puede catalogarse como: de transición entre ambas demandas, se considera que uno de los elementos que amortigua la caída de la demanda es el tipo de interés de los mercados interbancarios. En la zona euro para los últimos 10 años el tipo de interés no ha parado de disminuir hasta situarse en mínimos históricos, incluso teniendo en cuenta el repunte que se está produciendo en el último año. Sin embargo el incremento del precio ha sido mucho mayor que la disminución de tipos, lo que ha elevado considerablemente el endeudamiento de las familias, ya que una de las soluciones ha sido la prolongación de los créditos asociados a la vivienda que han pasado de un plazo normal de 10 años, a plazos que superan los 25 años. En ocasiones se llega a plantear la posible subrogación intergeneracional en los créditos de vivienda.

Para la zona de estudio la relación entre tipo de interés y demanda de vivienda principal es lineal e inversa. No ocurre lo mismo con respecto a la vivienda secundaria, la cual, ha tenido un fuerte alza, cuando el tipo de interés se ha situado en el entorno del 4 % sin embargo, pese a tener una demanda decreciente en relación con el tipo de interés la pendiente de la recta es mucho menor que, por ejemplo con respecto a la vivienda principal, lo que la hace más independiente de los tipos de interés y la relaciona más con el nivel de renta del adquirente de dicho tipo de vivienda.

En este caso puede hablarse incluso de transferencia de rentas entre zonas, debiendo tenerse en cuenta: la demanda que proviene de otras zonas de mayor poder adquisitivo, la demanda de extranjeros y turistas.

TURISMO RECEPTOR	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
ESPAÑA	39552720	43.396.083	46.775.869	47.897.915	50.093.555	52.326.767	51.829.598	53.295.900	18.770.367
ANDALUCÍA	5.209.451	5.759.023	6.117.131	6.759.914	7.219.781	7.499.839	7.484.165	7.656.094	2.732.040

Cuadro 6.2: Turismo Receptor en España y Andalucía en el período 1997-2005. (Fuente: Instituto de Estudios Turísticos. 2005. Elaboración Propia)

Con carácter permanente aunque acentuado estacionalmente están las migraciones tanto exte-

riores como interiores que suponen el turismo vacacional y la segunda residencia. Vinculados con los procesos asociados a movimientos de población, está el turismo dentro del que se distinguen: (1) Turismo de segunda residencia, que es aquel, tanto nacional como extranjero, asociado a una vivienda sea esta propia, de familiares o amigos o en régimen de multipropiedad y (2) Turismo en instalaciones vinculadas con una actividad económica sean estas hoteleras o análogas. Está en función del tipo de alojamiento, sean estos establecimientos hoteleros o complejos turísticos, acampamentos de camping o caravanas, apartamentos turísticos o turismo rural.

En cuanto a su importancia relativa, por lo que al turismo interior se refiere, la distribución de viajes para 2004 (IET, 2005) sigue la siguiente tendencia: los viajes a la segunda residencia representan el 71,2 % del total y los viajes turísticos el 28,8 %. En cuanto al tipo de alojamiento, los viajes a la vivienda propia, de familiares o amigos fueron 4.589.152 (45,8 %) y a viviendas en multipropiedad 759.722 (7,6 %), mientras que a establecimientos hoteleros o similares fueron 3.229.813 (32,2 %). Con destino Andalucía se produjeron 1.786.667 viajes lo que representa el 20,20 % de total de España. En cuanto al turismo receptor, el número de viajeros se ha incrementado hasta más de 53 millones en 2004, de los que 7,7 tuvieron como destino Andalucía.

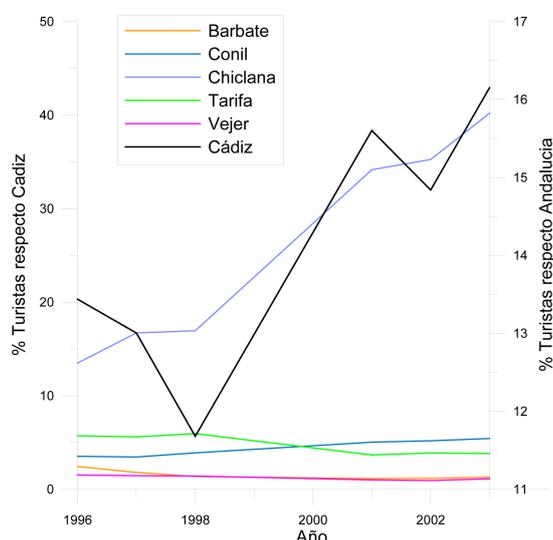


Figura 6.7: Esquema de evolución del turismo en la Zona de Estudio, en Cádiz y Andalucía

Para este movimiento de población la distribución es muy diferente, pues sólo representa el 12,8 % de las estancias en vivienda gratuita y el 40,5 % en vivienda alquilada y, sin embargo, en hoteles y similares son el 87,2 %. La manifestación en cuanto a crecimiento de las ciudades y las urbanizaciones y por tanto a necesidades de suelo, como elemento vulnerable, son muy diferentes entre ambos tipos de movimientos. Sin embargo en lo que se refiere al consumo de agua, ambos tipos inciden de igual manera, incidencia que se multiplica negativamente en función de la estacionalidad de la demanda y de la estacionalidad inversa de los ciclos lluviosos en el clima Mediterráneo. Aquí hay que hacer una extensa relación de lo que supone en la unidad de estudio. M2 de parcelas que se han urbanizado en los últimos años, incremento de la segunda residencia y de las viviendas vacías. Etc

Como puede observarse en la figura 6.7, para la provincia de Cádiz, en los últimos años, a excepción de 1998 el porcentaje de turismo que supone con respecto al total de Andalucía no ha parado de crecer (escala de ordenadas de la derecha). Por lo que a la zona de estudio se refiere la situación es ambivalente: para la generalidad de los municipios que componen la situación tiende a la estabilidad con pequeñas fluctuaciones, sin embargo en la localidad de Chiclana el

crecimiento es elevado, llegando a representar prácticamente un tercio del turismo provincial.

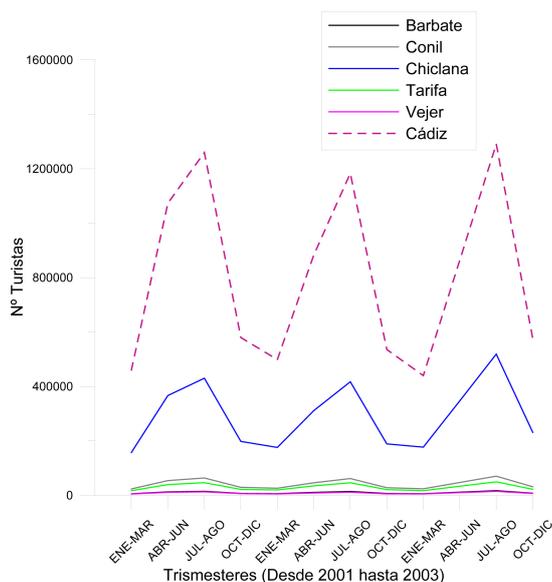
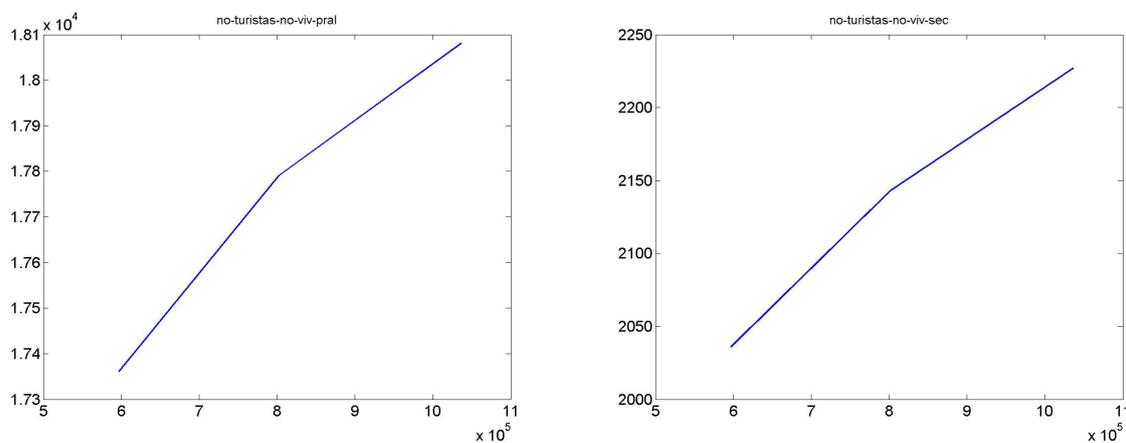


Figura 6.8: Esquema de evolución cíclica del turismo en la Zona de Estudio

La afluencia de turistas sigue una pauta cíclica estacional, vinculada al clima y a periodos vacacionales, como puede observarse en la figura 6.8. **¿Cómo han de interpretarse los mínimos que se dan en la curva? ¿Como turismo de invierno, o como un tipo de turismo más permanente, para el cual sus demandas son parecidas a la de la población activa estable?**



(a) Nº de Turistas - Viv. Principal

(b) Nº de Turistas - Viv. Secundaria

Figura 6.9: Evolución del número de turistas en función del tipo de vivienda

La demanda turística en el sector de la construcción es clara. A la demanda interior consecuencia del crecimiento económico de los últimos años ha de añadirse la demanda de vivienda del turismo exterior, fundamentalmente el turismo europeo. Se calcula que este año se alcanzarán en España cerca de 117.000 viviendas secundarias o vacacionales, cifra que algunos cálculos estiman crecerá hasta 150.000 en 2010.

De los 3,7 millones de segundas residencias en España, 1,7 millones pertenecen a extranjeros,

de los que un 70 % corresponde al Reino Unido y Alemania, países a los que se están incorporando nuevos mercados como Polonia o Hungría.

Como puede observarse en la figura 6.9 el crecimiento de la vivienda tanto principal como secundaria, acompaña al crecimiento turístico aún cuando su pendiente es mayor que el crecimiento de aquél, lo que puede responder al crecimiento del resto de las demandas, fundamentalmente la demanda inversión.

Para la zona de estudio no se han conseguido datos desagregados en relación con el turismo. Tan sólo el índice turístico (Anuario Económico la Caixa, 2006). El valor del índice indica la participación (en tanto por 100.000) que corresponde a cada municipio, provincia o comunidad autónoma sobre una base nacional de 100.000 unidades (total euros recaudación impuesto (IAE) = 100.000). A partir de 2003 están exentos del pago de la cuota un determinado colectivo de contribuyentes, por lo que índice se desvirtúa máxime teniendo en cuenta el tamaño de las empresas destinadas al turismo de la zona en estudio.

Un último componente de la demanda de vivienda lo constituye la demanda-inversión. La vivienda como inversión es un fenómeno que ha existido históricamente; (1) por una parte como fuente de ingresos se ha destinado al alquiler y (2) por otra, se ha considerado en sí misma como un activo inmovilizado susceptible de ser enajenado. A lo largo de la última centuria, el surgimiento y estabilización de los mercados financieros la han convertido en un valor externo, que no cotiza como tal, pero cuyos ciclos y rentabilidad compiten con la de dichos mercados y detraen fondos de los mismos. El incremento de la inversión conlleva un incremento de precio que se realimenta en una espiral de inflación que aparta a la vivienda de su objetivo primordial que es el de proporcionar alojamiento.

Para la zona de estudio, cuando el rentabilidad de los mercados financieros, concretados en este caso a través del IBEX-35, que es un índice bursátil compuesto por 35 valores representativos del conjunto de los cotizados en las 4 bolsas españolas, es baja, la inversión tanto en viviendas principales como en viviendas secundarias tienen una fuerte pendiente, pendiente que se suaviza de forma acusada, sobre todo en cuanto a viviendas secundarias, en cuanto se incrementa la rentabilidad de los mercados.

No obstante, el análisis de las variables efectuado, es un análisis bidimensional, con lo que se llega a tener una noción de cómo funcionan las variables entre sí, pero obvia el comportamiento de las mismas en relación con el resto de las mismas y sobre todo obvia la explicación de la variabilidad de cada una con respecto al conjunto. Para suplir dicho déficit se ha recurrido al Análisis de Componentes Principales, en el cual se pueden agrupar las variables por afinidades.

6.7.1. Análisis por grupos mediante EOFs

En una segunda fase del trabajo se trata de agrupar las variables para la realización de un análisis por grupos mediante Funciones Empíricas Ortogonales.

- Grupo 1. Grupo de Variables “Demográficas”: Población, Índice Turístico, Recibos de IBI, P.c.u. edificable.

Se considera en primer lugar el grupo de variables denominadas Demográficas, entre las que el elemento vertebral de su evolución es la población. El resto de elementos se consideran directamente vinculados a la misma en una evolución normal. Al ser muy escasos los datos directos sobre número de turistas, habituales u ocasionales, que visitan la zona se recurre, como se ha mencionado anteriormente, al Índice Turístico, indicador que relaciona la incidencia de las actividades económicas relacionadas con el turismo, que indudablemente está

relacionado con la capacidad adquisitiva de los visitantes, pero no menos cierto es que está relacionado con el número de turistas que visitan la zona. La evolución de la población, tanto estable como no, se relaciona con la demanda de edificación, residencial o turística que componen el porcentaje más representativo de bienes inmuebles, cuya evolución puede analizarse a través del número de recibos del Impuesto de Bienes Inmuebles (IBI), aún cuando estos incluyan también el resto de edificaciones cuyo uso podría catalogarse de económico. Por último, dependiendo de las demandas anteriores evolucionará, en el medio plazo y largo plazo, el suelo edificable. Puede considerarse definido por una distribución discreta cuyos saltos se producen en períodos de cuatro años (revisión del planeamiento) y ocho años (modificación del plan). Ambos plazos son mínimos y dependerán de la presión de la demanda.

Para este caso la variabilidad explicada es:

$$V.exp = 0,98, 0,99, 0,99, 1$$

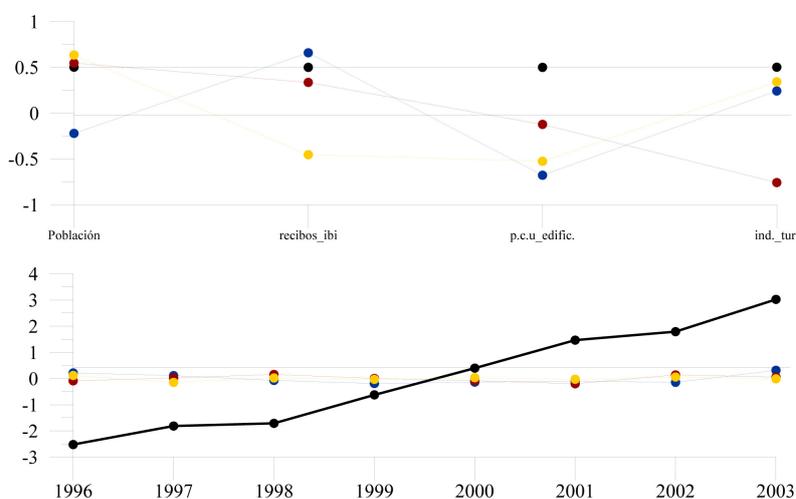


Figura 6.10: Esquema de relación de la variabilidad explicada y tendencia, relativa a las variables demográficas

Las autofunciones representadas en la figura 6.10 están ordenadas por color, pasando de más oscuro a más claro (negro, azul, rojo y naranja). Tomando una única autofunción, puede explicarse la tendencia principal de todas las variables estandarizadas que pueden considerarse aproximadamente lineales a una función creciente en el tiempo, cuya pendiente se suaviza entre los años 1997 y 1998 y 2001 y 2002 que corresponde a ... Como puede observarse la primera componente principal establece la tendencia de evolución ascendente. La desviación de esta tendencia se muestra en pequeñas perturbaciones de carácter oscilatorio de periodos comprendidos entre los 3 y 5 años.

No obstante el análisis comprende un periodo de tan sólo 8 años, ya que aunque de la población se tiene una serie larga, desde principios del siglo XX del resto de las variables no se tienen más datos que los de la serie reseñada.

- Grupo 2. Grupo de Variables “Económicas”: Renta Media, Paro, Presupuesto Municipal e Índice General de la Bolsa de Madrid (IGBM).

En segundo lugar, condicionados evidentemente por la población, están los usos que la misma hace de los recursos socioeconómicos cuya principal manifestación son las actividades

socioeconómicas, estudiadas a través de los siguientes indicadores: Renta Media disponible es un indicador neto, si bien hay que tener en cuenta que existe un umbral mínimo de renta por debajo del cual no es necesario tributar, de la población, activa o no, estable en la zona. El índice de paro puede considerarse su antítesis e indicaría el conjunto de población que, deseando formar parte de la población activa, no lo consigue por coyunturas del mercado de trabajo. Relacionado con la estructura económica de la población se consideran los presupuesto municipales como indicativo de la capacidad económica de la Administración Pública, en este caso representada por la administración más próxima que son los ayuntamientos. Sus ingresos fundamentales estarán relacionados con la población estable, con las actividades económicas, con el sector de la edificación, a través de los convenios urbanísticos y de las licencias de edificación y finalmente con el producto final que ofrece aquel sector a través del Impuesto de Bienes Inmuebles y de la capacidad adquisitiva (de vehículos) de la población a través del impuesto de circulación.

Para este caso la variabilidad explicada es:

$$V.exp = 0,81, 0,96, 0,989, 1$$

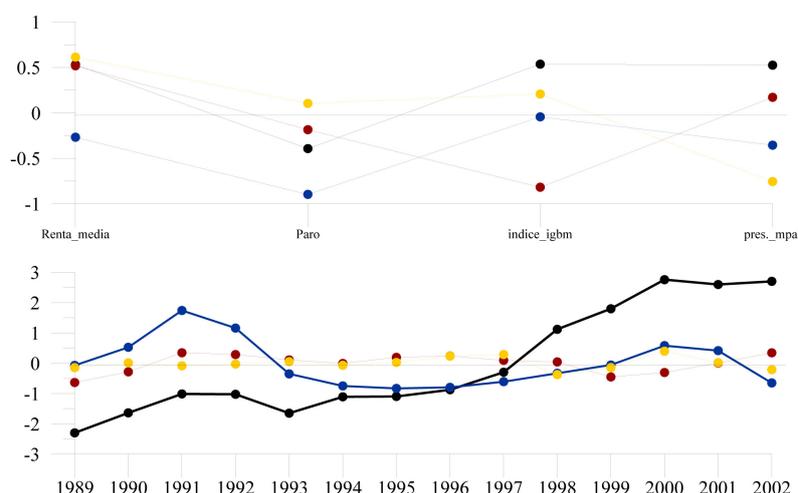


Figura 6.11: Esquema de relación de la variabilidad explicada y tendencia, relativa a las variables económicas

En este caso el análisis de las variables comprende una serie que va de 1989 a 2002, 14 años, que se corresponden a lo que en economía se considera un ciclo económico que se puede relacionar con lo que en este trabajo se considera asimismo una de las tres componentes de evolución del clima asociadas al cambio climático (escala de los 13 años). Permite explicar el 96 % de la variabilidad temporal de los datos a partir de dos funciones temporales. La primer función, $f_1(t)$, (curva de color negro) muestra una tendencia creciente a lo largo del tiempo, con épocas de crecimiento económico (años 89 a 91, y 97 a 2000) alternadas con periodos de estancamiento. En el año 1993 se aprecia una disminución de la tendencia que probablemente representa uno de los efectos que en la economía española y andaluza tuvieron tanto las Olimpiadas de Barcelona, como el Exposición Universal de Sevilla. En el año 2001 se aprecia un ligero descenso, que podría interpretarse como de agotamiento de un ciclo.

La autofunción asociada a $f_1(t)$ tiene componentes positivas salvo para el caso de la variable 'paro' en la que el peso es negativo dado su carácter contrario al crecimiento económico.

La segunda componente $f_2(t)$ tiene un comportamiento oscilatorio a lo largo del tiempo con una periodicidad de alrededor de 11 años que se corresponde prácticamente con un ciclo económico. Esta variabilidad apenas afecta al Índice General de la Bolsa de Madrid (IGBM) cuya componente en la autofunción asociada es prácticamente nula. La variable que atribuye una importancia relativa mayor para esta función es el paro.

- Grupo 3. Grupo de Variables “Locales”: Precio m^2 Vivienda, Población, Renta Media, y Paro.

Por último se consideran lo que se denominan variables de tipo local. Son el resultado de la utilización que a través de las variables demográficas, mediatizadas por las variables económicas se hace de los recursos locales. La manifestación más importante la constituye la competencia de intereses en relación con el uso del suelo, y en el caso concreto de las zonas litorales, y de la zona en estudio también, del uso residencial. Ello provoca tensiones en su valor y abandono de usos económicamente rentables en pro de altas rentabilidades en los plazos corto y medio.

El producto económico del uso residencial, la vivienda, tendrá variaciones en la demanda que dependerán de la población como variable demográfica explicativa de la autofunción $f_1(t)$ desarrollada en el grupo 1 y de la renta media, variable económica explicativa de la autofunción $f_1(t)$ desarrollada en el grupo 2 y matizada por el paro con peso negativo.

Con las variables de tipo local se intenta dar respuesta al problema definido en el capítulo anterior denominado ‘auto-organización poblacional y retroalimentación dependientes de la densidad’ en el que, tal y como se estableció, el estado límite es aquel en el que la demanda externa absorbe el crecimiento del parque de viviendas (lo que tiene una influencia estacional sobre la población y demanda de servicios) y agotada la demanda interna por la competencia en renta de la anterior, el crecimiento de población se desplaza hacia la periferia. El estado límite de fallo sería la pérdida de población.

Para el modelo de esta tesis el precio de la vivienda se considera como un elemento limitador para el desarrollo urbano, relacionado con la densidad edificatoria. el cumplimiento de su función como lugar de alojamiento.

En un sistema limitado como son los núcleos urbanos, el precio de la vivienda experimenta un fuerte gradiente hacia la zona central, normalmente ocupada por el casco histórico de la ciudad. La carencia de servicios de que suelen adolecer estas zonas se ve compensada por el atractivo de su pasado histórico, sus calles, sus edificaciones. . . , y sus dimensiones reducidas hacen que la oferta sea, de forma habitual, considerablemente inferior a la demanda.

En las zonas litorales la “centralidad” del casco histórico la ocupa la proximidad a los que se ha dado en denominar “primera línea de playa”.

Siendo limitadas las superficies ocupadas por ambos centros, el crecimiento se produce en forma de “mancha de aceite” hacia la periferia. Dicho crecimiento aprovecha la menor carestía del suelo para desarrollar nueva edificación y la surte de infraestructuras y dotaciones adecuadas por exigencias mínimas de calidad e higiene.

Para este caso la variabilidad explicada es:

$$V.exp = 0,92, 0,98, 0,996, 0,998, 1$$

El análisis de las variables comprende los años 1995 a 2002 y la variabilidad explicada es del 98 % con tan sólo dos autofunciones $f_1(t)$ y $f_2(t)$. La primera de ellas $f_1(t)$ muestra una tendencia creciente a lo largo de toda la serie. El máximo de crecimiento se produce entre 1999 y 2000,

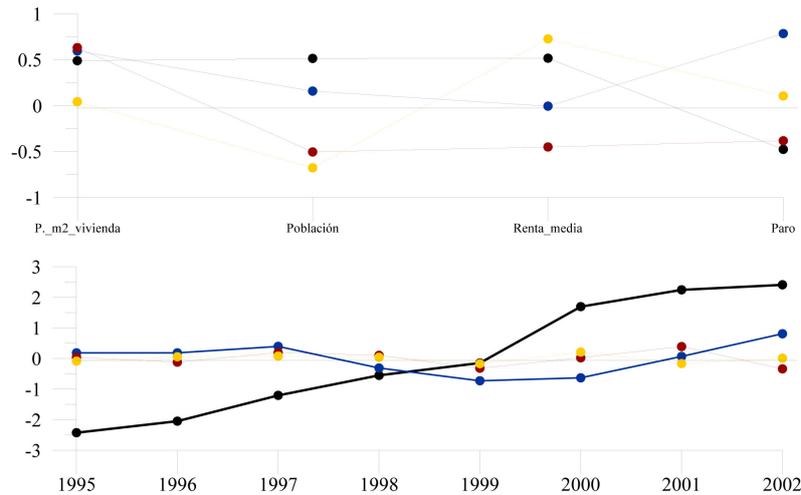


Figura 6.12: Esquema de relación de la variabilidad explicada y tendencia, relativa a las variables locales

bienio que se corresponde con incrementos asimismo máximos en las autofunciones explicativas de los grupos demográficos y económicos. Las fases de desaceleración también son coincidentes.

Por lo que a la segunda de las componentes se refiere $f_2(t)$ tiene un comportamiento de signo contrario a la anterior, estable o ligeramente ascendente en la fase de crecimiento moderado que se invierte y se vuelve negativo al acelerarse el crecimiento de la primera componente.

La variabilidad apenas afecta a los índices de renta media y paro, cuya componente en la autofunción asociada es prácticamente nula. La importancia relativa de ambas como variables estrictamente locales parece no tener impacto en un incremento del precio que sería explicable en el incremento de población no activa estable y de población turista habitual, cuyas rentas exceden el ámbito de la zona de estudio.

Conclusión: El proceso de autoorganización de la vivienda en las zonas litorales

Los procesos anteriormente analizados de evolución del precio tienen su origen en la planificación de los asentamientos. La planificación cuya escala es de nivel local, aún cuando su aprobación lo es regional, decide en un momento determinado la cuantía de los terrenos a re-clasificar como suelo urbanizable, analizado en el Capítulo de Modelado de Actividades Socioeconómicas como una ecuación de balance de recursos, o de “pérdida” de suelo natural:

$$S_{n,i}(t) \leq S_{n,i,\text{máx}}, \forall t$$

$$S_r(t) \leq S_{r,\text{máx}} \leq \sum_i S_{n,i}(t) \leq \sum_i S_{n,i,\text{máx}}, \forall t$$

Analizado desde la óptica del suelo urbanizable, el crecimiento de los distintos usos debe relacionarse con el tamaño económico global del asentamiento, a través de lo que podría denominarse: **límite de influencia**.

- Si el tamaño económico es grande, el porcentaje que se incorpora tiene una influencia

relativa sobre el resultado final en la escala local.

- Si el tamaño económico es pequeño y el porcentaje que se incorpora supera el límite de influencia afecta negativamente a las poblaciones estables, sobre todo a la población activa.

En el caso de los asentamientos litorales de tamaño pequeño y mediano, se acentúa el fenómeno de deslocalización de las rentas. Los adquirentes de nuevas viviendas son mayoritariamente de fuera, y producen un doble efecto:

1. El elemento multiplicador del precio de la vivienda es el principal determinante de la demanda, muy por encima del crecimiento de la demanda interna.
2. El crecimiento del parque de viviendas no conlleva un incremento relacionado del incremento de población, con lo que el crecimiento económico es estacionario, con picos estacionales, compitiendo sistemas económicos de capacidades desiguales.

El límite de esta situación lo constituye el fenómeno que en este trabajo se denomina: “Auto-organización poblacional” y que consiste en que absorbido el crecimiento a través de la demanda externa, (con influencia prácticamente nula sobre el conjunto de población y negativa en la economía local) y no teniendo capacidad económica suficiente la demanda interna para continuar creciendo, el crecimiento poblacional se desplaza hacia la periferia del asentamiento y, en el caso extremo, termina por abandonarlo

Los desplazamientos consiguientes tienen una escala comarcal en sus inicios, aunque puede derivar hacia la provincial y regional en función de los polos de atracción que constituyen los centros económicos y las grandes ciudades.

Para evitarlos, en este trabajo se propone estudiar con detalle el fenómeno antes citado de auto-organización para lograr cuantificarlo y proponerlo como límite para el crecimiento de aquellos tipos de suelo destinados a residencias no permanentes, proponiendo asimismo un enfoque del problema desde una óptica “regional” que implique la posibilidad de realizar transferencias entre las distintas localidades de una misma zona.

6.8. Aplicación del Modelo

Para el análisis de la evolución de la población en función tanto de variables socioeconómicas como ambientales, y su variación dependiente de los recursos, especialmente en relación con el abastecimiento de agua, se ha implementado un programa de simulación cuyo ordinograma puede observarse en la figura 6.13. El programa ha sido implementado en el entorno de programación “MATrix LABoratory” (MATLAB 6.5), programa que permite realizar cálculos numéricos con vectores y matrices, con capacidad de realizar una amplia variedad de gráficos y con lenguaje de programación propio.

Se parte de los grupos de población definidos en el Capítulo V: (1) población estable, activa o no y (2) población no estable, habitual u ocasional. Con respecto a ellas han de tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Para la población activa estable los indicadores socioeconómicos suelen ser determinantes en cuanto a su evolución, siendo menor la incidencia de los ambientales. Su grado de sensibilidad frente a los recursos y sus estados de fallo es bajo.

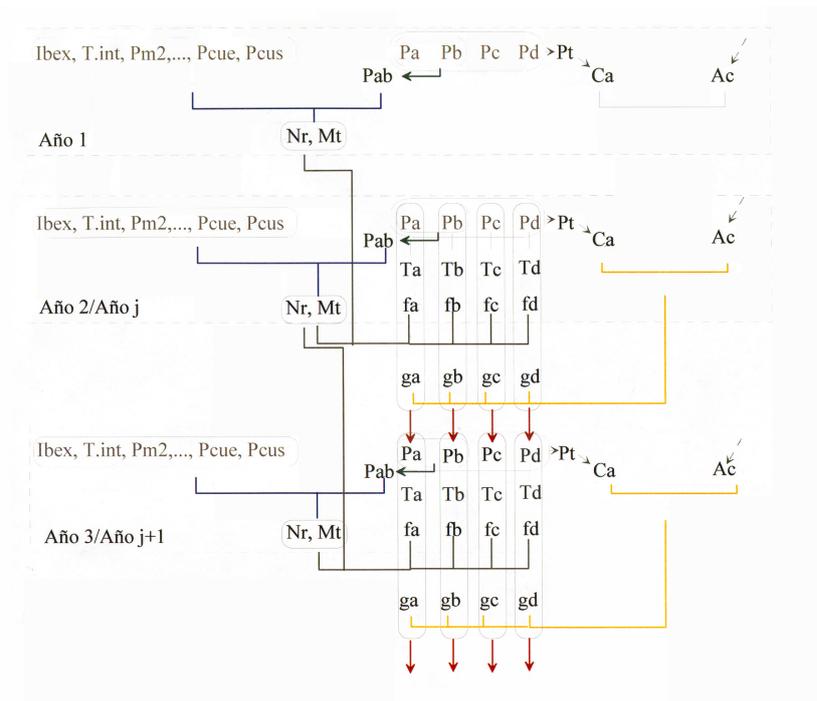


Figura 6.13: Esquema de modelo de evolución de la población

2. Para la población no activa estable, son por el contrario, los indicadores ambientales los que marcan su evolución, ya que, aunque mantiene y produce relaciones económicas son las condiciones vinculadas con el clima y la calidad ambiental sus principales fuerzas conductoras. Su nivel de sensibilidad a los estados de fallo de los recursos el mayor que el de la población activa estable.
3. Para las poblaciones no estables, esto es, turista habitual u ocasional, son también las condiciones ambientales las determinantes de su evolución, si bien ligadas a periodos estacionales. El grado de sensibilidad frente a variaciones en el suministro de recursos o a los posibles estados de fallo se considera alta para los primeros y muy alta para los segundos.

Para la implementación del problema se agrupan las poblaciones estables y las poblaciones no estables, en el uso de datos reales por no haber estadísticas suficientes por años de su evolución, desglosadas en el nivel que a este trabajo interesa (INE, 2005). Para su implementación analítica se considera a la población no activa estable como un porcentaje de la activa estable y la turista habitual un porcentaje de la turista ocasional.

De las variables socioeconómicas tienen especial interés, como se ha demostrado en el Análisis de Componentes Principales, las relacionadas con el mercado de trabajo, o “a sensu contrario” con la evolución del paro, y su manifestación directa más importante, que es el nivel de renta de la población. De las variables ambientales relacionadas con la población, la que se considera de vital importancia es el número de turistas tanto habituales como ocasionales y su relación con el uso del agua, su posible sobreexplotación y los estados de fallo en el suministro. Independientemente de que los cánones actuales establecen un consumo algo superior, se han considerado como límites los de 150 l. por persona y día para la población estable y de 200 l. por persona y día para la no estable. Éste mayor consumo cabe relacionarlo con la falta de conciencia sobre el coste de los recursos al considerarse incluido en el gasto general.

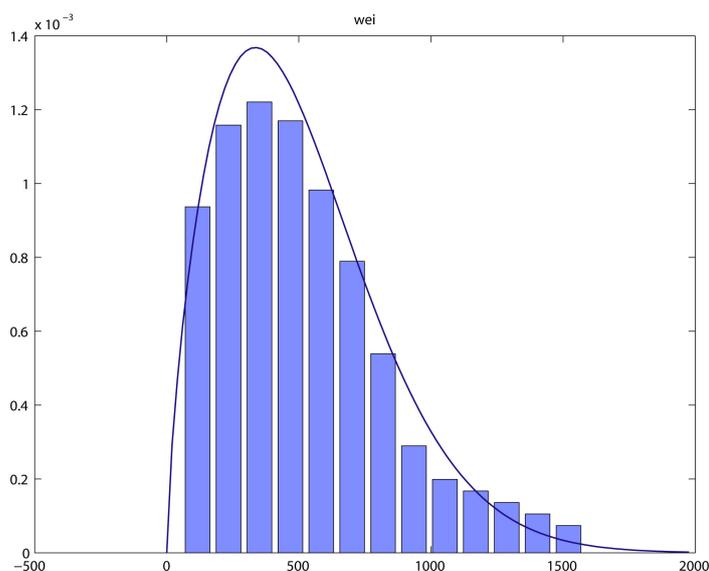


Figura 6.14: Ajuste de la Función de Distribución de la Precipitación Anual

Para el consumo de agua y con objeto de determinar los posibles estados límite o de fallo del sistema se considera la capacidad total de la cuenca, que, en el caso concreto de estudio, por sus condiciones fisiográficas puede considerarse en el límite de sus posibilidades, sin capacidad de ampliación y con un aprovechamiento mucho mayor que el resto de las cuencas (Ver Anexo ded Agua). El límite para el consumo urbano en relación con el la capacidad máxima de la cuenca se ha considerado en el entorno del 25 %, deducido de los datos ofrecidos por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. La superación de ese límite implica “deseconomías” en el resto de los sectores de consumo.

Para el cálculo de las previsiones de aporte de agua a la cuenca se han considerado los datos existentes para la misma desde 1942 hasta la actualidad (CHG, 2005), si bien la previsión hacia el futuro es una variable aleatoria, pero condicionada por los datos existentes. Pese a que la precipitación anual tiene una distribución, calculada como la suma de los efectos de muchos eventos independientes, que tiende a seguir una distribución normal (Chow, V.T. et al., , 1994.), para el caso en estudio de los con los datos existentes se ha realizado ajustes de las aportaciones a los embalses para su implementación en el modelo y el resultado es que la distribución de la zona se ajusta a la Weibull (figura: 6.14), por lo que se adoptará esta en la implementación del modelo.

Para el cálculo de la función del término de crecimiento relacionado con las actividades socioeconómicas $f(\alpha)$, siendo $\alpha = a, b, c, d$ se han de tener en cuenta los datos de dos años consecutivos, (1 y 2). A partir de ahí se calcula el término reductor $g(\alpha)$ por escasez de agua, de la Ecuación Diferencial Ordinaria (EDO) definida en el capítulo anterior, teniendo en cuenta las diferentes sensibilidades con respecto al recurso de los diferentes tipos de población, mucho mayo en las poblaciones no estables, sobre todo en la población turista ocasional (P_d)

En tercer lugar se calcula el término reductor por saturación de las distintas poblaciones establecido igualmente en el capítulo anterior y que establece la interacción entre los distintos grupos de población, con especial sensibilidad por parte de la población no activa estable (P_b) que hace un uso de recursos similar a la población activa estable y que se reduce en los momentos

de mayor crecimiento de las poblaciones no estables, especialmente la ocasional.

La implementación del programa para la evolución de la población, puede verse en la figura 6.15

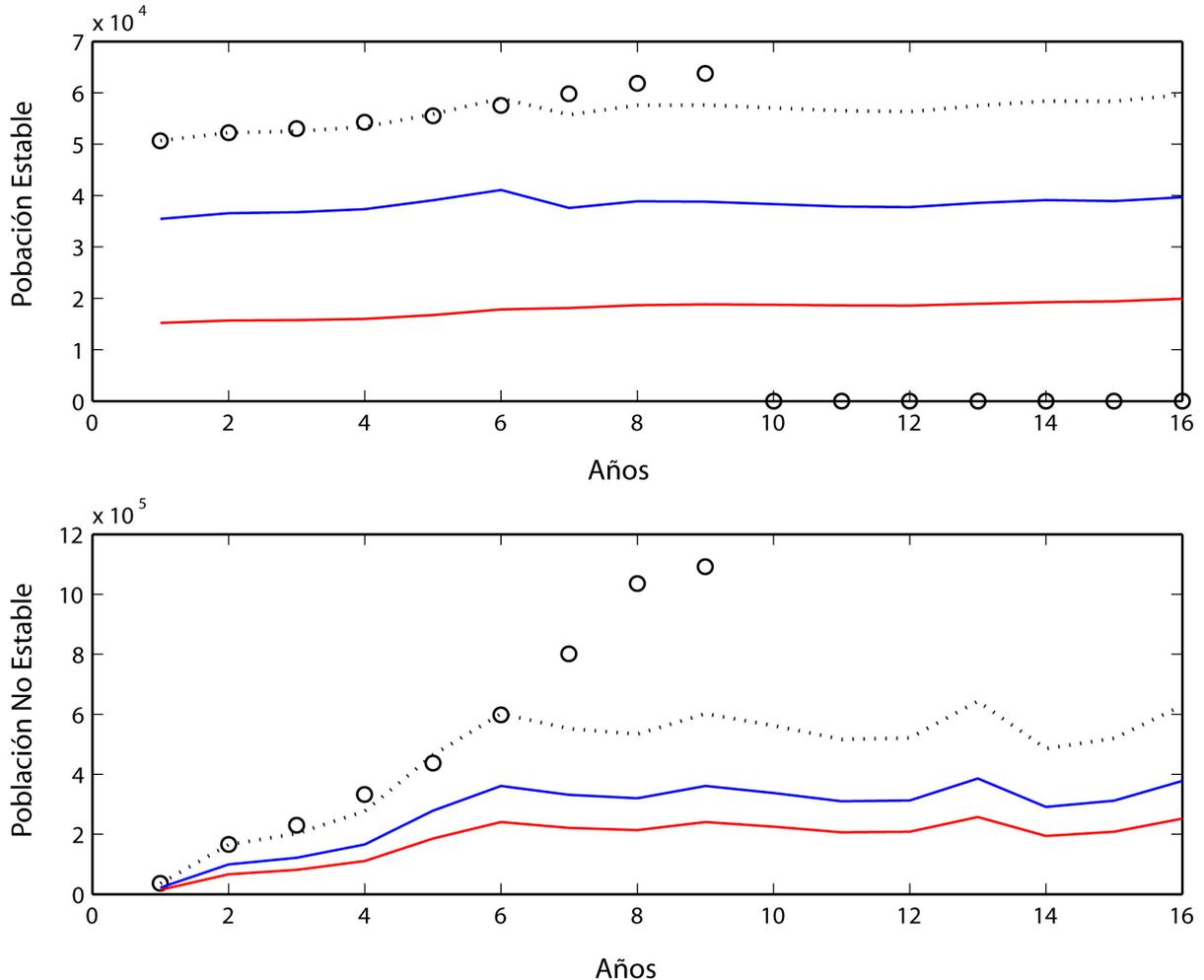


Figura 6.15: Esquema de Evolución de los distintos grupos de Población en función de la variación de los indicadores y de los términos reductores

Para las poblaciones estables el ajuste entre los datos reales y el total de la población es bueno, y suponiendo condiciones de relativa estabilidad económica, la tendencia de la evolución de la población estable es creciente, aún cuando su pendiente no es muy acentuada. En su variabilidad se consideran descontados los ciclos hidrológicos ya que les afectan en menor medida.

Para las poblaciones no estables el ajuste es también bueno durante los seis primeros años de la serie, si bien a partir de ahí el crecimiento se vuelve oscilante, debido a.....

Por su parte, los términos reductores por saturación entre poblaciones, una vez considerados los de escasez de agua en el modelo afectan especialmente a la poblaciones no estables. Existen en el modelo puntos de saturación a partir de los cuales, los términos reductores experimentan un crecimiento exponencial. En el modelo teórico se pueden determinar los puntos a partir de los cuales se produce dicho crecimiento. De la obtención de datos reales mediante la elaboración de cuestionarios para determinar el grado de satisfacción de dichas poblaciones en relación con los

indicadores ambientales podrá perfeccionarse el modelo, si bien se considera que su formulación conceptual global es correcta.

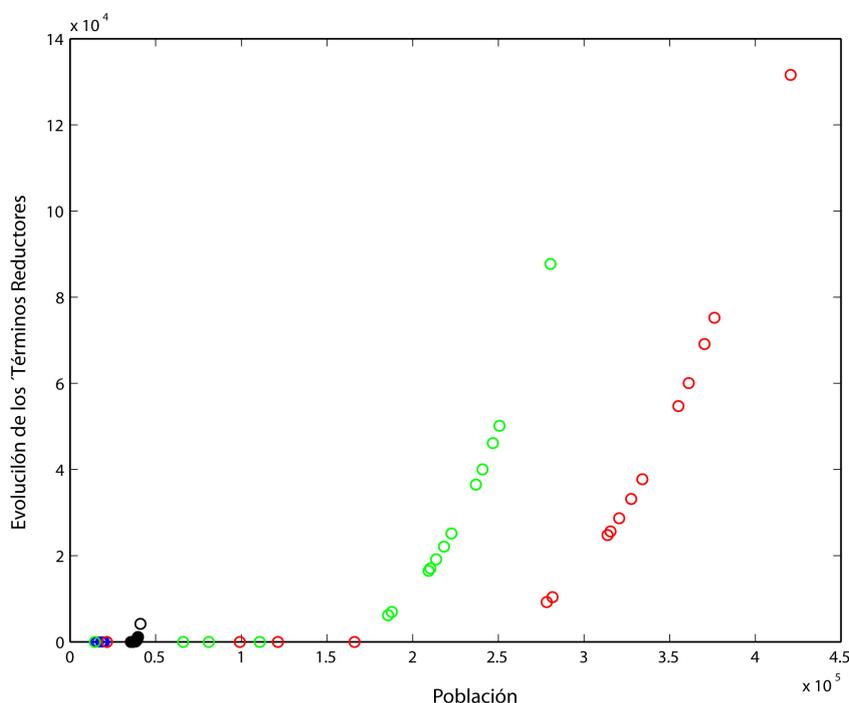


Figura 6.16: Esquema de Evolución de los Términos Reductores

6.9. Conclusiones del Capítulo VI

El emplazamiento de los asentamientos ha estado determinado a lo largo de la historia por factores de tipo climático, orográficos, hídricos, estratégicos, económicos, políticos, etc . . . Su dimensión dependía fundamentalmente de factores demográficos y de la capacidad socioeconómica de expandirse generando nuevos cinturones defensivos. En una situación de continua inestabilidad el crecimiento de la población se acompañaba de incrementos de la ilimitados de la densidad.

Tras pasados los límites de las murallas durante el siglo XIX, parecería que el crecimiento puede ser ilimitado, y el hecho manifiesto de multiplicación de megalópolis a lo largo del siglo XX así lo atestiguan. Aún cuando dichos ejemplos tienen una escala mucho mayor a los que se pretenden analizar en este trabajo, se considera que consiguen aglutinar los extremos opuestos, esto es, condiciones del siglo XXI junto a otras que recuerdan aquellas que condujeron a la degradación de la calidad de vida y del medio ambiente que se dieron en el periodo álgido de la Revolución Industrial.

La planificación territorial debe obviar el corto plazo como escala de sus actuaciones y el carácter local como ámbito de desarrollo. La población y su variación son las “fuerzas conductoras” que determinan la evolución económica y ambiental de una región.

- En el primero de los aspectos, el mejor conocimiento del medio socioeconómico, permite acometer su modelización y ofrece la posibilidad de realizar predicciones en cuanto a su evolución.

- Para el segundo, la capacidad de cuantificar sus elementos, en especial los recursos: su consumo, regeneración, alteraciones, degradación, etc. permite realizar un balance y prevenir su agotamiento.

La planificación de dichas actividades debe tener su fundamento en bases objetivas u objetivables. El análisis de la situación, es decir, la capacidad de realizar un buen diagnóstico, permite tener en cuenta aquellas variables económicas o ambientales que modulan su variación y la intensidad en que lo hacen. La población es la variable principal para explicar el comportamiento de ambos medios. Con ello se puede construir un modelo y hacer predicciones, esto es, pronosticar su comportamiento y evolución en un periodo determinado.

En este capítulo se han desarrollado procedimientos para el análisis de la correlación, paramétrica o no entre las distintas variables, así como herramientas de simulación que recogen la variabilidad asociada al conjunto de variables que explican el modelo. Se ha demostrado cómo la técnica de componentes principales son una herramienta adecuada para la estimación de la incertidumbre, de forma conjunta, del sistema. Se han agrupado las variables en tres grupos: (1) Demográficas, (2) Económicas y (3) “locales” como la relación entre ambas en cuanto a la caracterización del problema de “Auto-organización poblacional y retroalimentación dependientes de la densidad” en función de la evolución del precio de la vivienda.

Se ha implementado por último un modelo global que tenga en cuenta la evolución de la población en función de variables socioeconómicas y variables ambientales, en especial aquellas relacionadas con el agua.

Los modelos se han demostrado válidos. Aún cuando el número de observaciones con las que se cuenta sean escasas y no respondan a la demanda real que se pretende, su planteamiento marca una dirección. Existen otras direcciones, y otras formas de trabajar, pero esta es válida por ser potente y por contar con todos los términos y elementos desde una óptica dinámica. También por estar abierta a sucesivas modificaciones y a la incorporación de elementos que la perfeccionen.

Capítulo 7

Conclusions

Each chapter finishes with a section stating the partial conclusions derived. In this chapter we return to our initially stated objectives, and explain how they have been fulfilled:

1. General objective. We posit a model for the elaboration and management of coastal organization tools based on objective criteria that are conducive to a more in-depth knowledge of elements and mechanisms that determine coastal dynamics in their natural and human dimensions, based on the following:
 - a) Socioeconomic and environmental evolution of the population, taking into account:
 - spatial and temporal scales
 - available resources
 - b) Predicted evolution, depending on the time interval. This is done by taking into account following cycles and scales:
 - economic cycle environmental cycle (i.e. variation of the environmental perception)
 - annual cycle,
 - seasonal cycle
 - weekly cycle
 - spatial scales (local, municipal, and regional)
in order to establish failure states in the supply of resources.
 - c) population analysis
 - d) description of optimal coastal management
 - e) data and tools for the analysis
 - f) A case study demonstrating the efficiency of our model.

This general objective includes the following specific objectives:

2. Specific objectives
 - a) Knowledge of the natural physical and socioeconomic environments.
 - The natural physical environment first includes the medium and long-term variation of the average sea level as a forcing element that determines the evolution of the coastline. The relaxation time of the coast, insofar as its adaptation to the

variation of the forcing element, must be taken into account when interpreting the evolutionary state, and also influences the importance of short-term actions that can lead to erroneous interpretations if they are ignored.

- In reference to the socioeconomic environment, the forcing element is the population evolution. On an intermediate time scale (approximately a century), its exponential growth and exodus to coastal areas is an evident tendency. Associated with this displacement are the seasonal movements caused by tourism, which temporarily modify the socioeconomic system with long-term permanent effects. A consequence of this is the influence of the evolution of the natural physical environment, particularly the climate, in the development of the socioeconomic system. What is proposed here is a more in-depth study in the analysis, awareness and acceptance of the permanent evolutionary state of the natural physical environment, and as a consequence of this, the need for the dynamic planning of the socioeconomic system.
- b) The spatial scales of both environments are unified, depending on their global, regional, and local scope, and the temporal scales are specified. As evolutionary scales, we propose a long-term scale of 1300 years, a medium-term scale of 90 years, and a short-term scale of 14 years.
 - c) Starting from the specification of the quality and characteristics of the coastal system, the elaboration of the model is based on the structuring of its component elements by specifying the concepts of State and Subset as elements or units that define and measure spatial and temporal variability. We have established a series of clear and evident propositions as axioms of the model, as well as the initial hypotheses that are the basis for the reasoning process. Finally, we deduce corollaries for the statistical description and characterization of the spatial and temporal units as well as the set of descriptors that explain them.
 - d) The model has adopted population variation as a principal independent variable. This evolution can be analyzed by means of socioeconomic development which shows its environmental incidence. In order to characterize it, we define functional units through well-defined sets of socioeconomic and environmental indicators and the determination of the sustainability and coastal resources consumed. Population types are defined in terms of scales of spatial and temporal permanence. This permits us to calculate its effect on the environment regarding resource consumption and also an assessment of the economic costs.
 - e) The calculation of environmental impact and economic costs allows us to simulate and evaluate the possible failure states of the system as deficits in supply or recovery capacity, their number, and the probable ultimate limit state as a permanent failure or irreversible modification.
 - f) The consequences of failures are associated with risk situations.
 - g) The population model, elaborated by means of an Ordinary Differential Equation, permits experimental simulations, and is the basis for the data collection method to be used in its future implementation, with real data that will allow a better adjustment of the terms related to the population growth, as well as of the reduction terms due to socioeconomic and environmental conditions as well as the interaction between population groups.
 - h) We have demonstrated how the principal components analysis is a valid tool for the joint uncertainty estimate of the natural physical environment and the socio-economic environment of a coastal system.

- i)* Without rejecting parametric regression, we have found that the adjustments of non-parametric regression correctly resolve the problem of estimating the regression function when the knowledge of the relation between variables is not available or when the class of functions to which it belongs is not known.

7.1. Future research lines

The general objective of this thesis was to design criteria, methods, tools and instruments that permit the evaluation and application of models of territorial organization based on objective conditions. In order to achieve this goal, certain research lines in the state of the question have been left open. Among these, we can cite the following:

- The uncertainty associated with environmental as well as socioeconomic conditions clearly make it necessary to carry out continuous simulations with a view to achieving a representative sample of possible morphodynamic and socioeconomic states by entering new data for existing variables and, when necessary, new variables, and finally improving the equations that represent them.
- In the formulation of the evolutionary model of the natural physical environment, which relates coastal evolution to average sea level variation, depending on climate evolution, the following objectives can be established:
 - use of more complex models that offer greater detail in the phase lags between forcing and response times;
 - introduction of subsidence and isostasis in the model;
 - inclusion of changes in position and orientation in the coastline;
 - detailed assessment of the forcing and response times.

In all of the above, it should be underlined that in all cases the most important element is the evolution of the sea level.

- The difficulties created by the initial data make it advisable to coordinate existing database with a view to improving their quality and accessibility. However, above all, we would like to highlight the need to complete data series so as to be able to analyze the evolution of different factors in the minimum time period (50 years) considered in this type of territorial analysis, which includes approximately three cycles of socioeconomic evolution.

In order to improve our knowledge of both processes, it is necessary to use new methods of experimental modeling, as well as study the relations between different uses of the land and the impacts that they produce. This is done by elaborating an improved inventory of indicators that can alert us to the future evolution of the coastal system.

- The growth function terms related to socioeconomic activities $f(\alpha)$, where $\alpha = a, b, c, d$ and reduction terms, $g(\alpha)$ due to water scarcity, and $T(\alpha)$ due to saturation, have been calculated with the limited amount of data presently available. For this reason, it will be necessary to progressively readjust it in the future when more data has been collected.

7.2. Limitations

Finally, it is only fair to point out certain limitations inherent in the method used in our study, which should be taken into account in any future research. Nevertheless, thanks to our

awareness of these limitations and the consideration of the uncertainties characteristic of this type of study, these factors have not negatively affected either the confirmation of hypotheses or the results obtained.

Regarding the nature of the initial data, we have no choice but to lament their dispersion, and in certain cases, their utter lack of quality. However, we have constantly endeavored to reduce the degree of uncertainty that they signify for the thesis by using different sources that permit effective data verification, and rejecting those sources that are suspect of incongruent.

Given the interdisciplinary nature of this thesis, the sectorial origin of sources is an added problem. As for the spatial scale, there are evidently limitations related to the general scarcity of data. Furthermore, it is necessary to combine the source (which in certain cases is local, but in the majority is simply added data) with the regional and national scale. This means that indirect quantification methods must be used in order to be able to apply them at the local levels and the area studied. Regarding the temporal scale, we have taken into account the limitations inherent in documents and maps. In this sense, the lack of series of data sets of sufficient temporal length has had to be compensated by mathematical simulations.

Finally, the lack of research similar to ours, which take into account a wide range of factors that are crucial for any valid evaluation of costs and benefits, make a comparative study extremely difficult.

Apéndice A

El Agua

En la escala global el agua es por definición un recurso reutilizable: su volumen en la Tierra es constante, aunque su ciclo varía de lugar y de estado físico. El agua es además abundante en el planeta, el problema de su escasez está relacionado con la distribución no homogénea, con un uso excesivo, con una disponibilidad complicada en algunos casos y con un deterioro de la calidad cada vez mayor. En este sentido la situación es difícil y crítica en muchas zonas áridas de África, Medio Oriente, China, Australia, Méjico y del entorno Mediterráneo, mientras otros países como Canadá, Liberia, Centro África y Amazonía tienen una población escasa frente a las grandes reservas hídricas que atesoran.

Los desafíos de relativos al agua han sido puestos de manifiesto en múltiples foros, internacionales, nacionales, regionales y locales. El último de ellos el Foro Mundial del Agua celebrado en Kioto en marzo de 2003

Entre los temas clave tratados en dicho Foro figuran:

- La posibilidad del acceso al agua en condiciones de salubridad a través del uso eficiente mediante al potenciación de la ciencia y la tecnología, pero también a través de su gestión como herramienta esencial, considerando sin embargo que dicha vía puede no ser suficiente para atemperar el crecimiento de la demanda en las regiones más desarrolladas, en particular en las ciudades. El abuso de los recursos, los vertidos incontrolados, la polución industrial, unidos a la intensificación en los usos agrícolas, y los cambios en el clima global han causado una degradación de las aguas superficiales y subterráneas.
- La gestión de dicho recurso requiere de sistemas que adopten una visión integrada que propicie un acceso mediante procesos participativos y transparentes, desde el doble enfoque de las necesidades humanas y de la ecología.
- La necesidad para incrementar (la capacidad constructiva) de educación y acceso a la información para mejorar la gestión no se cuestiona, pero estos temas tan críticos suelen ser tratados como programas añadidos, con falta de visión por las instituciones locales como un compromiso a largo plazo.
- En cuanto a la infraestructura financiera para el sector del agua proviene principalmente del sector público de los países desarrollados y se rellena con contribuciones de ayuda extranjera, instituciones financieras internacionales, préstamos comerciales y fondos privados.

A escala regional, en las zonas en las que se producen grandes oscilaciones en los niveles de pluviosidad como el Mediterráneo, las personas han realizado importantes esfuerzos para

incrementar la disponibilidad de agua dulce mediante el almacenamiento, el bombeo de aguas subterráneas, el trasvase a largas distancias, el reutilización y la desalinización (Matarán, A., 2005). En este sentido, solucionar problemas de carencia de agua en la actualidad, parece ser una cuestión de capacidad económica de la sociedad para realizar obras o adquirir recursos energéticos. Este pensamiento tiene sin embargo dos importantes factores limitantes: (1) el coste económico, que se va incrementando hasta el límite de lo que se puede denominar rendimiento marginal decreciente de la inversión a realizar y (2) la incidencia medioambiental que crece de forma geométrica, llegando a producir efectos negativos generalizados y como consecuencia conflictos de intereses.

Según el documento de trabajo de la Unión Europea, “Iniciativa sobre el agua: agua para la vida”, alrededor de mil millones de personas carecen de acceso a fuentes de agua potable, y alrededor de dos mil quinientos millones, carecen de servicios sanitarios adecuados, muriendo más de cinco millones de personas de enfermedades relacionadas con el agua, la mayor parte de ellas posiblemente evitables. En definitiva, considera la crisis del agua, como una amenaza para su desarrollo económico, la reducción de la pobreza, el medio ambiente, la paz y la seguridad.

En cualquier caso, la escasez, en los países más desarrollados, está íntimamente ligada al incremento constante de la demanda causado por un modelo de consumo excesivo que se ve agravado por el cada vez mayor aumento de población mundial. De este modo la demanda de agua ha crecido extraordinariamente a lo largo del siglo XX, y paradójicamente el aumento más importante se produce desde 1975 hasta la actualidad, a pesar de la suposición generalizada de que precisamente durante los años 70 se tomó conciencia de la crisis ambiental. Este incremento de consumo se ha dado en todos los usos, aunque a escala global, en proporción el porcentaje de la demanda de agua para la agricultura ha disminuido mientras ha crecido el de la industria y el destinado a uso doméstico. Así mismo, la demanda ha crecido de manera desequilibrada entre los continentes y el consumo ha sufrido un incremento más notable en lugares como Europa, África y América del Sur. Además, existen grandes diferencias entre los países cuando se habla del porcentaje de demanda para cada uso; sin embargo la desigualdad más importante es la que marca la diferencia entre el consumo per cápita entre los países ricos y los pobres: los primeros consumen 12 veces más agua (Instituto de Recursos Mundiales, 2002). Esta desigualdad en la demanda, está relacionada con unas altas diferencias en el acceso a un recurso fundamental. Este hecho se produce tanto a nivel global como entre las regiones de los propios países.

Teniendo en cuenta las cuestiones planteadas, se puede predecir sin miedo a equivocarse que la disponibilidad de agua será uno de los mayores desafíos de la sociedad global del siglo XXI y la falta de agua uno de los principales factores limitantes para el desarrollo, que provocará conflictos de todo tipo.

En el caso de España, al igual que en otros casos relacionados con la región mediterránea, existen fuertes contrastes climáticos y geográficos que condicionan la distribución y disponibilidad de recursos hídricos naturales.

En relación con el desequilibrio existente respecto a la riqueza de recursos hídricos, se pueden identificar tres grandes ámbitos, cuya descripción es la siguiente:

- El sector septentrional y noroccidental está caracterizado por recursos abundantes y regularidad pluviométrica, lo que hace que el agua no se considere como factor limitante ni desde el punto de vista ambiental ni desde el socioeconómico.
- El sector central recibe precipitaciones modestas condicionadas por los sistemas montañosos: principalmente el sistema Cantábrico por la cuenca del Duero y los Pirineos por la cuenca del Ebro.

- El sector Mediterráneo, se caracteriza por cuencas pequeñas que vierten a dicho mar, con un régimen pluviométrico muy irregular y aportaciones fluviales de tipo torrencial; en este ámbito adquieren importancia los recursos subterráneos, siendo la mayoría de los acuíferos carbonatados, a pesar de la importancia que en algunos casos toman los acuíferos detríticos como el caso de la cuenca del Guadalfeo. La limitación se hace máxima en las zonas comprendidas entre Alicante y Sierra Nevada, en la zona que comprende la cuenca del Segura y en algunas partes de las cuencas del Júcar y del Sur.
- A ellos cabría añadir un sector suratlántico que comprende las cuencas del Guadalquivir, en menor medida la del Guadiana y por último en toda su extensión la del Guadalete y Barbate, cuenca esta última, que abarca completamente la zona de estudio. La precipitación media es parecida a la de la España húmeda pero hay una irregularidad espacial y temporal que ocasiona grandes desequilibrios, siendo el más significativo, aparte del tamaño, el existente entre la cuenca del Guadalquivir y las cuencas litorales.

Por lo que a la demanda de agua se refiere, en España el mayor porcentaje corresponde a la demanda de agua para regadío, situada a gran distancia de las demandas industrial y urbana.

Por lo que respecta al ciclo regional del agua, debido a la calidez climática, en Andalucía se “pierden” unas tres cuartas partes de la aportación media anual mediante evapotranspiración e infiltración y queda disponible sólo una cantidad de aproximadamente 13 Km^3 anuales. En casi la totalidad del territorio el aprovechamiento de los recursos se produce utilizando las aguas superficiales, pero la explotación de los recursos hidrogeológicos adquiere mucha importancia en la zona costera del litoral mediterráneo.

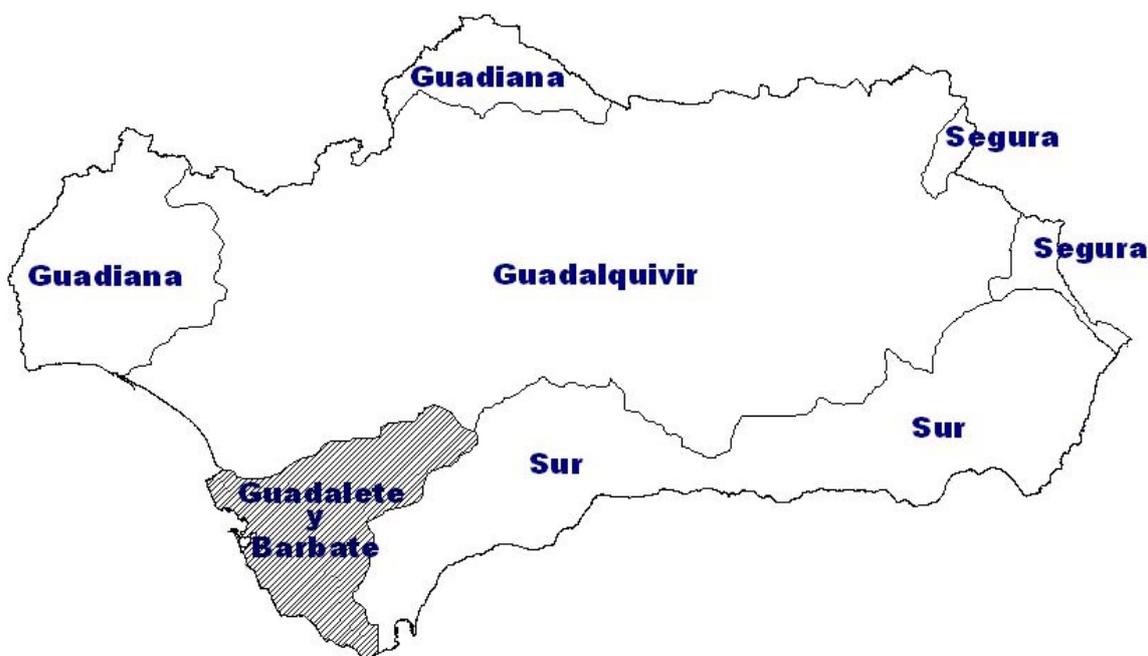


Figura A.1: Cuencas hidrológicas de Andalucía

A.1. El Agua en la Zona de Estudio

El desarrollo de cualquier región ha estado siempre ligado al uso del agua. Los esfuerzos por dominar su flujo natural y optimizar su uso tanto para el consumo humano como para la producción agraria han condicionado su economía, los modelos agrícolas y los sistemas de gestión.

Desde un punto de vista hidráulico ha sido labor de los ingenieros la transformación de los recursos hídricos. Pero dichos recursos, aún cuando en su mayor parte se dedican a actividades económicas se manejan al margen de los principios de la teoría económica. Determinar pues las variables para la transformación óptima de un recurso natural en un recurso productivo para el aprovechamiento, económico y humano, es labor de los economistas (López Martos, año).

Según la teoría económica clásica los recursos son abundantes (ilimitados), paradigma controvertible en la zona de estudio, ámbito donde la erosión va en incremento con la consiguiente pérdida de suelo. Los recursos hídricos son uno de los principales catalizadores del desarrollo económico de cualquier región, no obstante tienen un carácter limitante.

En cuanto a su caracterización, la cuenca del Guadalete - Barbate (cuenca a la que, como se ha mencionado anteriormente, pertenece la totalidad del área de estudio) se localiza al sur de la Península Ibérica, comprende una extensión de 6.445 Km^2 ; de ellos, el 96,57% (6.224 Km^2) pertenece a la provincia de Cádiz, el 2,33% (150 Km^2) a la de Málaga y el 1,1% (71 Km^2) a la de Sevilla (A.1).

Dentro de la denominación oficial de Cuenca Hidrográfica del Guadalete-Barbate se distinguen tres cuencas hidrográficas naturales:

- Río Guadalete con una extensión de 3.677 Km^2 .
- Río Barbate con una extensión de 1.329 Km^2 .
- Resto de la vertiente atlántica con una extensión de 1.439 Km^2 .

En ésta cuenca los recursos totales disponibles se obtienen mediante la agregación de los recursos superficiales regulados, de los recursos subterráneos y de los caudales fluyentes garantizados en régimen natural. De los $306,60 \text{ Hm}^3$ /año que suman estos recursos, 219 Hm^3 /año proceden de la regulación superficial, $8,8 \text{ Hm}^3$ /año del flujo de base de los ríos no regulados procedentes de las descargas de los acuíferos de cabecera y $78,8 \text{ Hm}^3$ /año se extraen directamente de los acuíferos (Tabla).

A.1.1. El agua como recurso

El agua como recurso natural es una variable dependiente de las condiciones climáticas. Para la cuenca del Guadalete - Barbate, que abarca una superficie de 6445 km^2 , la precipitación media anual es de unos $720 \text{ mm} / \text{m}^2$ lo que proporciona un volumen de lluvia de 4640 Hm^3 . Sin embargo el recurso natural final del proceso es de unos 842 Hm^3 . Los recursos naturales se transforman en recursos disponibles a través de la regulación mediante presas y trasvases. El porcentaje de uno que se transforma en el otro es de alrededor de un 9%. En la cuenca del Guadalete - Barbate se ha conseguido una optimización mucho mejor aprovechándose hasta un 40%.

Este recurso, para poder ser utilizado por el hombre como recurso disponible se regula artificialmente mediante la construcción de embalses y a través de la explotación de acuíferos, lo que representa un porcentaje del recurso natural. Esta explotación supone costosas y complejas

RECURSOS DISPONIBLES ($hm^3/año$)				
		SISTEMA DE EXPLOTACIÓN		
HORIZONTE	RECURSO	GUADALETE	BARBATE	TOTAL
1992	Superficial	201.0	18.0	219.0
	Subterránea	50.3	28.5	78.8
	Flujo base	8.0	0.8	8.8
	TOTAL	259.3	47.3	306.6
2002	Superficial	274.0	84.0	358.0
	Subterránea	57.6	28.7	86.3
	Flujo base	3.5	0.8	4.3
	TOTAL	335.1	113.5	448.6
2012	Superficial	274.0	84.0	358.0
	Subterránea	58.5	28.6	87.1
	Flujo base	3.5	0.8	4.3
	TOTAL	336.0	113.4	449.4

Cuadro A.1: Distribución de recursos disponibles en $Hm^3/año$, y proyección a medio plazo, en la cuenca del Guadalete-Barbate (fuente: Confederación Hidrográfica del Guadalquivir)

hace prácticamente inviables en una escala económica y social aceptables.

A.1.2. Usos económicos del agua

Ha de ser pues enfocada el agua desde la óptica de la escasez y de la difícil optimización, disciplina que entra de lleno dentro de lo que se denomina ámbito de la gestión y la economía, conjugando la aplicación de nuevas técnicas de gestión, con la creación de nuevas infraestructuras.

Desde el punto de vista de su demanda, cabría establecer la siguiente clasificación del agua: (1) agua como recurso vital, que es aquella necesaria para el mantenimiento de los ecosistemas y de la vida, considerando al ser humano como una parte fundamental de los mismos, (2) agua como recurso productivo primario, que es aquella utilizada en actividades propias del sector primario de la economía, principalmente vinculadas a la agricultura y, en menor medida, a actividades del sector industrial, y (3) agua como recurso económico negociable, que es aquella utilizada en actividades propias del sector servicios.

En el momento actual, si se observa en la escala del ciclo económico y con un ámbito espacial de carácter regional, se está produciendo una derivación importante del agua como recurso vital hacia el resto de las demandas. Conocidas son las fuertes controversias que, por motivos económicos, se generan en el Mediterráneo español con base: (1) en la necesidad que de dicho recurso tienen las zonas de cultivo intensivo del levante y sureste peninsular de una parte y (2) en la supuesta capacidad excedentaria atribuida al río Ebro y la "pérdida" que se produce del recurso una vez que su caudal llega al mar. No lo son menos las existentes a lo largo del litoral del levante y sur peninsular, en este caso motivadas por la transferencia, asimismo económica, del recurso de que se dispone para cultivos tradicionales y consumos urbanos, frente a la alta rentabilidad del recurso, destinado a favorecer la actividad turística e inmobiliaria, fundamentalmente las vinculadas con el desarrollo de los campos de golf.

La cuenca del Guadalete - Barbate se caracteriza asimismo en dicho momento, y en las proyecciones hacia el futuro a medio plazo, como relativamente equilibrada, aún cuando el equilibrio

es inestable. En ella se ha alcanzado un máximo en el aprovechamiento de los recursos naturales (40 % frente al 9 % media de la normalidad) que se transforman en recursos disponibles. A partir de ese punto de inflexión, el crecimiento de nuevas infraestructuras está prácticamente limitado, mientras que el consumo, actualmente en mínimos, tanto en lo que se refiere a usos agrícolas como a usos humanos está iniciando una fase de lanzamiento. Su distribución se refleja en la siguiente tabla.

DISTRIBUCIÓN SECTORIAL DE LA DEMANDA. AÑO 1992		
SECTOR	DEMANDA ($\frac{hm^3}{año}$)	PORCENTAJE (%)
URBANO-INDUSTRIAL	105	26
INDUSTRIAL-SINGULAR	12	3
REGADIOS	266	65
MEDIOAMBIENTAL		
EMBALSES	10	
CAUCES	8	
	18	4
RESGUARDO ANTE AVENIDAS	8	2
TOTAL DEMANDA BRUTA ($\frac{hm^3}{año}$)	409	100.0
RETORNOS ($\frac{hm^3}{año}$)	28	
TOTAL DEMANDA NETA ($\frac{hm^3}{año}$)	381	

Cuadro A.2: Distribución sectorial de la demanda en la cuenca del Guadalete-Barbate (fuente: Confederación Hidrográfica del Guadalquivir)

El sector agrario ha mantenido una tendencia decreciente en cuanto al porcentaje de población agraria ocupada, con una disminución porcentual, para el bienio 2001-2002 del 10'7 % de variación, aún cuando la renta agraria para el mismo período ha conseguido un incremento del 1'3 % en el mismo período.

Diversidad climática y física han dado lugar a un desarrollo de la agricultura con elementos tales como: (enunciar).

AÑO	Usos del Agua (Hm^3)					Demandas (Hm^3)		
	URB-IND	IND	REGADÍO	M-A	REG AVDS.	D BRUTA	RETORNO	D NETA
1992	105	12	266	18	8	409	28	381
2002	127	12	356	61		557	46	511
2012	145	12	352	70		580	68	512

Cuadro A.3: Usos del Agua / Demandas en la cuenca del Guadalete - Barbate (Fuente: Confederación Hidrográfica del Guadalquivir)

Los usos urbanos e industriales que están conectados a redes de distribución, experimentaron un incremento de alrededor del 21 % en un período de 10 años, mientras que los usos vinculados a la industria, de forma singular, esto es, aquella que tiene sus propios abastecimientos de forma independiente ha permanecido, y se prevé que permanecerá, constante. Son los usos vinculados al regadío experimentaron en el mismo período un crecimiento del 33,8 %, aún cuando la previsión a medio plazo sea de estabilización con tendencia decreciente.

En cuanto al uso urbano propiamente dicho, hay una variación importante entre el agua consumida durante el invierno y el agua que se consume en verano.

Por lo que al uso agrícola se refiere, desde el punto de vista de las superficies afectas, la cuenca hidrográfica del Guadalete - Barbate ha incrementado la superficie regada desde las 40.146 Ha de 1992 a las 56.347 Ha de 2002, lo que supone un incremento del 40'36 % de superficie. Dicha superficie, como proyección, se mantiene sin embargo constante en el medio plazo; no así las dotaciones que se requieren para regar dicha superficie, que han pasado de 6.626 Hm^3 de 1992 a los 6.318 Hm^3 de 2002. Ello que supone una disminución del 4'65 %, tendencia decreciente que se mantiene en el medio plazo hasta llegar a los 6247 Hm^3 previstos para 2012, lo que supone una disminución adicional del 1'07 %.

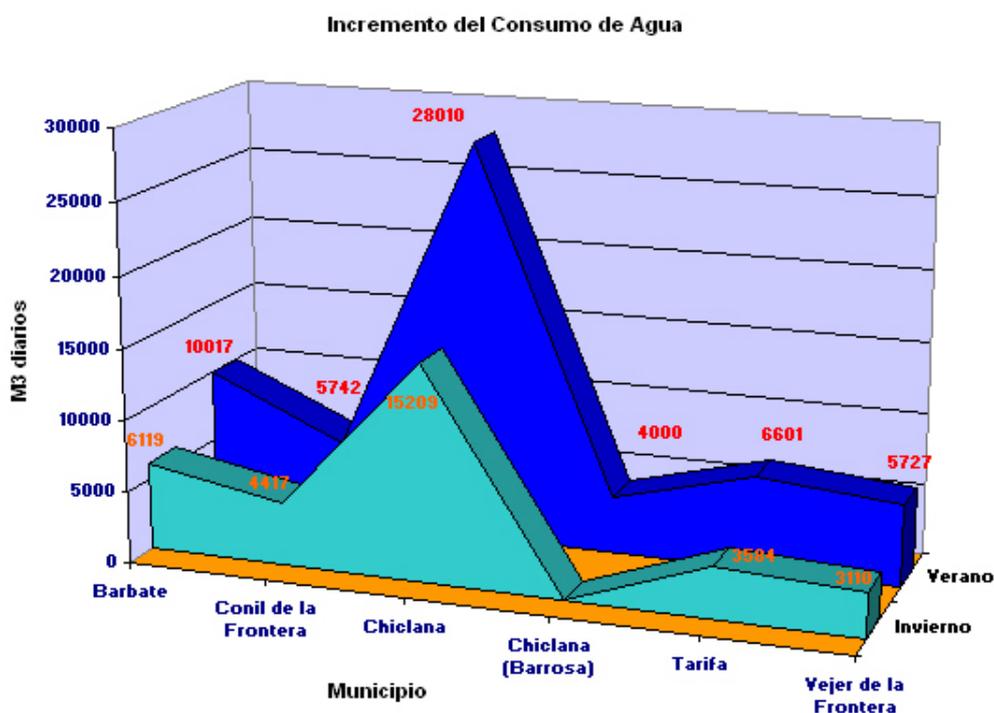


Figura A.3: Esquema de variación del consumo de agua entre verano e invierno

En cuanto al consumo de agua de la zona de estudio mantiene una tendencia creciente.

A.1.3. Conclusiones y Alternativas

Las posibles alternativas son la disminución de la demanda, el ahorro, la mayor eficiencia en cuanto a los usos de manera que no se merme la calidad general y en último lugar la obtención del recurso de fuentes alternativas, cual es la desalación, si bien aún tiene un coste elevado. (desarrollarlas)

El agua en la zona estudio está distribuida de forma irregular tanto temporal como espacialmente. Existen grandes desequilibrios entre las zonas que la componen: la septentrional más seca y con mayores demandas asociadas al creciente turismo en la estación más seca y la meridional algo más húmeda.

Una de las principales causas que ha provocado el aumento de la demanda ha sido el in-

crecimiento de la disponibilidad al haberse puesto en funcionamiento tal y como se ha establecido anteriormente todas las infraestructuras proyectadas en décadas anteriores, ya sea para usos agrícolas o urbanos. El uso turístico (en especial las instalaciones destinadas a la práctica del golf) siguen un marcado carácter desarrollista y continúan la tendencia de incremento de la oferta (y también de la demanda), que se han demostrado inútiles para solucionar los problemas tanto del agua como del propio territorio. En este sentido la planificación hidrológica como elemento ordenador tanto de posibles nuevas infraestructuras (no muy factibles como se ha señalado más arriba) como de la localización de los usos y las dotaciones en coordinación con la planificación territorial de la zona en su conjunto.

A parte de ese criterio de promoción de la planificación territorial acorde con los principios del desarrollo sostenible, se plantean aquí una serie de criterios que deberían guiar de forma particular a la planificación hidrológica y que afectarían, por tanto, a la planificación territorial.

En primer lugar se debe cambiar el concepto de la política hidrológica que plantea el incremento de la oferta, para elaborar políticas de control de la demanda. De este modo, se estaría interviniendo sobre los verdaderos problemas del agua, creando interacciones que disminuirían la escasez y las incertidumbres al incrementar la eficiencia, mientras que en el caso de la oferta, se estarían incrementando una serie de elementos del sistema como son la generación de expectativas a través de la explotación de los acuíferos o el recurso a la desalación o el trasvase como formas de incrementar la oferta de agua disponible.

En segundo lugar, es necesaria una evaluación profunda y participativa de los datos del agua, partiendo de una estimación real de los recursos (incluidos los que puedan proceder de la reutilización), de los consumos y de las demandas.

Como complemento de los planteamientos anteriores, también es necesario cambiar los conceptos, y tratar de identificar de forma participativa las necesidades de lo que se denomina agua-vida (Arrojo, 1998), es decir el agua que permite la conservación sostenible de los paisajes y de los ecosistemas. Esta agua es innegociable, y supone un punto de partida para la recuperación del valor real de este elemento ambiental fundamental para la adecuada preservación de "lo ambiental del territorio". Una vez descontada esta agua-vida, se deberán determinar claramente las necesidades del agua como servicio público, es decir, las necesidades reales que tienen las personas que habitan la zona de estudio, las cuales también constituyen un elemento ambiental fundamental, pero en este caso desde la perspectiva humana. Y por último, el resto del agua podrá denominarse como agua económica, esto es susceptible de ser considerada como negocio, aún cuando los usuarios de este fin deberán pagar a la colectividad por este uso de un bien común.

Por lo tanto, desde esta nueva perspectiva se potenciará una consideración integral de los recursos hídricos, independientemente de que éstos se encuentren bajo tierra, en el valle, en el embalse, en la depuradora o en la desalinizadora, de tal manera que el reparto y la valoración entre las tres funciones básicas incluirá también de forma integral los diferentes lugares en los que pueda encontrarse el agua.

También se tendrá muy en cuenta la calidad del agua en relación con su aptitud para ser útil en las diferentes variables de agua-vida, agua-servicio público y agua-económica que puedan darse en la zona de estudio. De este modo un ejemplo interesante será potenciar la reutilización de las aguas residuales urbanas o agrícolas, para nuevos usos como la recarga de un acuífero o el mantenimiento de los caudales (agua-vida), el riego de los jardines públicos (agua-servicio público), el regadío agrícola (agua servicio público) o el agua destinada a los campos de golf (agua económica).

Finalmente, cualquier toma de decisión importante respecto al agua deberá contar con la

participación de la ciudadanía tomada en el conjunto de la cuenca. De este modo, a través del agua y de los corredores territoriales que esta crea, se promoverán relaciones inter e intracomarcales que tienda a una mayor sostenibilidad ambiental al mismo tiempo que promueven reequilibrios y óptimos territoriales (Ghiotti, 2001). De forma concreta, el mantenimiento del agua vida, y el pago adecuado del agua servicio-público y del agua-económica, se podría plantear desde la perspectiva de la compensación de los territorios generadores del recurso, por parte de los territorios receptores de los beneficios de esta agua, fundamentalmente los territorios litorales.

Apéndice B

Usos Económicos del Suelo: La Vivienda

B.1. Introducción

La organización del espacio de cualquier territorio depende de la combinación compleja de las características ambientales, la organización social (incluyendo los recursos culturales y financieros), las relaciones con el exterior (principalmente a través de las reglas del mercado) y la presión demográfica. El resultado final es un modo peculiar de aprovechamiento del territorio, que se manifiesta en unos determinados patrones de ocupación del espacio (IPE. CSIC, 2005).

Cada modelo de organización del espacio afecta de manera diferente a las características de los suelos: desde la ocupación residencial de grandes extensiones que afectan a la resistencia y a la capacidad de infiltración, a los usos agrícolas, que afectan a la cubierta vegetal e incluso a la topografía (por ejemplo, cuando se construyen bancales de cultivo o sistemas de drenaje de la escorrentía).

En consecuencia los diferentes usos del suelo afectan a diferentes procesos que ocurren en dichos espacios:

1. entre los procesos que tienen que ver con el medio físico, están por ejemplo los relacionados con la erosión del suelo: la generación o reducción de escorrentías, la intensidad y frecuencia de avenidas, el aterramiento de embalses y la dinámica de sistemas sedimentarios (deltas, depósitos y erosiones litorales). Es evidente que un cambio de envergadura en los usos del suelo introduce a su vez cambios de gran importancia en la dinámica hidrológica y geomorfológica.
2. Entre los procesos que tienen que ver con el medio social y económico, están los relacionados con su valoración social y económica. Sirvan de ejemplo las transformaciones de gran escala que se están produciendo en Andalucía a través de la extensión del olivar, motivadas por las subvenciones previstas en la política agraria común de la Unión Europea, con técnicas de cultivo que eliminan casi por completo la cubierta vegetal y hacen necesaria la realización de obras de defensa contra las escorrentías.

Es asimismo un ejemplo la presión que existe sobre las zonas litorales en las que la edificación ocupa porcentajes crecientes de dicha franja. En el litoral andaluz más del 26 por ciento del primer kilómetro de costa ya está edificado, el 12 por ciento del tramo distante cinco kilómetros de la costa y el 3'4 por ciento del suelo cuando la distancia aumenta a

la franja distante del mar entre cinco y diez kilómetros. Por lo que respecta a Cádiz, es la segunda provincia (tras Málaga) con más litoral construido, ya que tiene colmatado el 30 por ciento de su primer kilómetro de costa, el 14 por ciento del litoral distante hasta cinco kilómetros del mar y el 3 por ciento de sus términos ubicados entre los cinco y los diez kilómetros de la costa. Si se tiene en cuenta que tan sólo el 56 % de la costa gaditana son playas, los anteriores porcentajes se multiplican y se hace más abigarrada la ocupación frente a dichas formaciones.

El municipio gaditano de Los Barrios es el que mayor porcentaje de ocupación tiene de toda Andalucía, con un 78,2 por ciento, acogiendo en dicho término uno de los mayores polos petroquímicos de España, con industrias de gran extensión como refinerías, e instalaciones portuarias.

Son, por último, también importantes las presiones que se ejercen sobre los espacios naturales, por parte de esos usos "económicos", cuando es esa naturaleza uno de los principales "valores" de esas zonas.

En definitiva, son las actividades económicas el principal elemento impulsor de los cambios y las transformaciones en el medio motivados por la colonización o la alteración de uso de los suelos y, aunque en la escala global la extensión de la agricultura intensiva, o el mencionado cultivo del olivar, sean dos de sus manifestaciones más importantes, en la escala local que abarcan las franjas citadas anteriormente: (1) primer kilómetro de costa, (2) franja del kilómetro uno al cinco y (3) franja del kilómetro cinco al diez, es la colonización de los usos, residencial y, a gran distancia el industrial, su manifestación más importante.

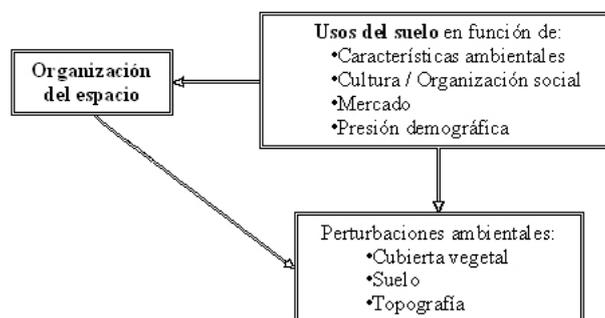


Figura B.1: Causas e influencias de la organización espacial de los usos del suelo

B.1.1. Elementos de una economía

En la escala nacional, el nivel de crecimiento de un país se mide a través del Producto Interior Bruto (PIB). El PIB es definido como el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por una economía en un período determinado (normalmente períodos anuales, aunque se estudia su evolución en la escala trimestral). Para su mejor comprensión se procede al análisis de los distintos términos: Producto se refiere a valor agregado; interno se refiere a que es la producción dentro de las fronteras de una economía; y bruto se refiere a que no se contabilizan la variación de inventarios ni las depreciaciones o apreciaciones de capital.

Existen métodos diversos para su cuantificación. Según el método de cálculo de valores agregados el PIB es la suma de los valores agregados de las diversas etapas de producción y en todos los sectores de la economía (figura). El valor agregado que añade una empresa en el proceso de producción es igual al valor de su producción menos el valor de los bienes intermedios.

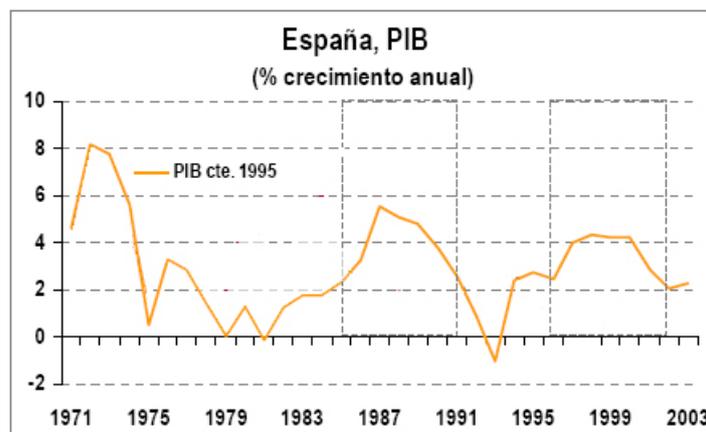


Figura B.2: Evolución porcentual del Producto Interior Bruto en España (Fuente: Elaboración Propia a partir de OCDE, Economic Outlook)

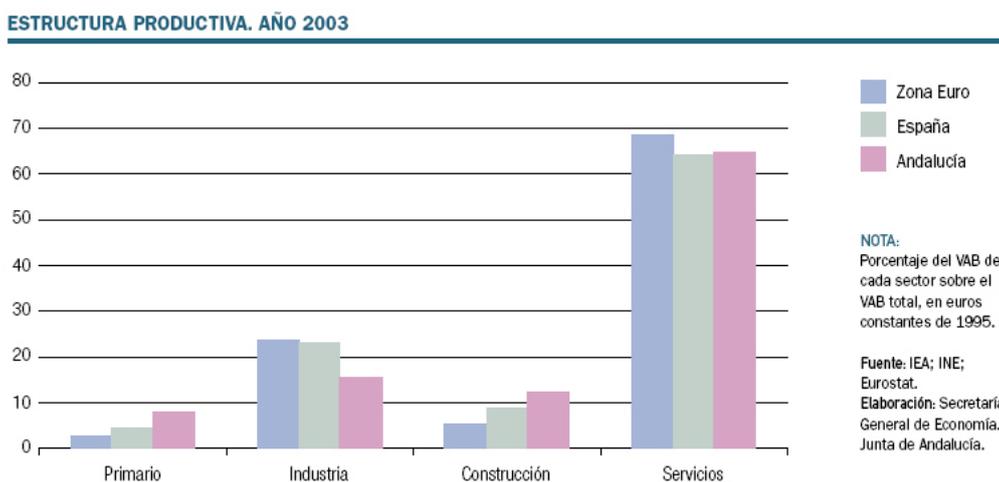


Figura B.3: Estructura productiva de Andalucía en relación con España y la Zona Euro

El porcentaje en el que cada uno de los sectores participa en el conjunto de la economía es la estructura productiva (figura: B.3), y determina el grado de desarrollo de la zona económica o del país de que se trate.

Aún cuando se trata de un elemento integrado dentro del sector industrial, la construcción, y dentro de ella como principal indicador el consumo de cemento, se estudia como un sector independiente en el análisis de cualquier economía.

Como puede apreciarse (figura: B.3) la composición de los sectores difiere entre la Zona Euro en su conjunto y España. Y es más acentuada dicha diferencia referida a escala regional al caso de Andalucía, con unos sectores, primario y de la construcción, que casi triplican la media y, sin embargo, un sector industrial que no llega al 75 % de la misma.

Dada la incidencia de los dos sectores "hipertrofiados" en la transformación de los usos del suelo, especialmente el último, en lo que se refiere a las zonas litorales se va a proceder a su análisis e incidencia.

B.1.2. El sector de la construcción

Según datos del Instituto Nacional de Estadística, el Producto Interior Bruto generado por la economía española en el cuarto trimestre de 2003 registró un crecimiento real del 2,7 % con respecto al mismo período del año anterior. Esta tasa de crecimiento no se registraba desde el tercer trimestre de 2001. En el segundo período de 2005, la tasa de crecimiento ha sido del 3,4 % (INE, 2005), con lo que la previsión de crecimiento para 2005 es de aproximadamente el 3,3 %.

Analizando su composición, la inversión en construcción mantuvo un notable crecimiento, 3,6 %, pese a que el resto de inversiones en bienes de equipo tuvo un crecimiento negativo. El resultado es netamente superior al experimentado por los países de la zona Euro (en torno al 0,5 %)

Observando la demanda a precios constantes de 1995, tenemos las siguientes tasas de variación interanual, del sector de la construcción en relación con la formación de otros bienes de equipo y en relación con el PIB, durante los años 2002 y 2003.

OPERACIONES	2002				2003			
	Tr. I	Tr. II	Tr. III	Tr. IV	Tr. I	Tr. II	Tr. III	Tr. IV
P.I.B a precios de mercado	2,2	2,0	1,8	2,1	2,2	2,3	2,4	2,7
Formación bruta de K fijo	0,7	-0,9	1,5	2,9	3,2	3,4	3,0	2,5
Bienes de equipo	-7,2	-11,0	-4,8	1,7	3,0	3,1	1,2	0,1
Construcción	4,6	3,9	4,8	3,7	3,5	3,8	3,8	3,6

Cuadro B.1: Aportación al crecimiento del PIB a precios de mercado. Fuente: Contabilidad Nacional Trimestral de España

De ello se deduce como se ha mencionado más arriba que su contribución al crecimiento del conjunto de la economía de España, es muy alto, e incide en la composición del empleo. Calculando las tasas de variación interanual de los puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo que facilita la contabilidad nacional, obtenemos en los dos últimos años los siguientes resultados.

Tanto en lo que se refiere a ocupados como a asalariados se observa una disminución constante de los empleos de las ramas agraria y pesquera, de gran importancia como sector a escala regional en Andalucía, y de mayor importancia en la zona del litoral gaditano, dentro de la que se localiza al área de estudio de este trabajo, mientras que los empleos de la construcción son muy superiores al resto pese a ser empleos de coyuntura.

La incidencia del sector de la construcción tiene dos manifestaciones en la transformación del suelo, aún cuando sus escalas son muy diferentes: (1) construcción de obras de ingeniería civil y (2) construcción de edificación. En esta última ha de considerarse por su especial incidencia la edificación residencial, aún cuando incluye asimismo la edificación no residencial (figura: B.4). A escala nacional la construcción civil representa el 34 % de toda la actividad del sector en España, frente al 47 % de construcción de viviendas, y al 19 % de edificación no residencial.

La ingeniería civil ha sido uno de los pilares fundamentales dentro del sector construcción español, generando por sí sola un tercio del valor total. En la misma dirección continúan los últimos anuncios del Gobierno sobre los capítulos de infraestructuras en sus presupuestos y, a medio plazo, en el recién desvelado proyecto de Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT). En ambos se revela una voluntad de continuar apostando por la creación de nueva

	2002				2003			
	Tr. I	Tr. II	Tr. III	Tr. IV	Tr. I	Tr. II	Tr. III	Tr. IV
Ocupados	1,5	1,8	1,6	1,3	1,6	1,7	1,9	2,1
Ramas agraria y pesquera	-4,3	-3,9	-4,2	-4,5	-4,5	-3,5	-1,6	-1,5
Ramas industriales y energéticas	-1,4	-0,2	0,6	0,6	1,1	-1,0	-1,9	-2,4
Construcción	5,5	3,9	1,5	1,0	2,2	4,1	4,4	4,5
Ramas de los servicios	2,4	2,6	2,4	2,1	2,3	2,6	2,9	3,4
- Servicios de mercado	2,7	3,1	2,9	2,9	2,9	3,1	3,5	4,2
- Servicios de no mercado	1,6	1,5	1,4	0,6	0,8	1,3	1,5	1,8
Asalariados	2,0	2,3	2,0	1,8	2,2	2,3	2,4	2,6
Ramas agraria y pesquera	-3,8	-3,8	-3,5	-5,4	-4,0	-0,2	3,0	5,9
Ramas industriales y energéticas	-1,3	-0,2	0,7	0,7	1,0	-1,2	-2,0	-2,4
Construcción	5,1	3,4	1,6	1,4	3,0	5,2	5,3	4,8
Ramas de los servicios	2,9	3,3	2,8	2,6	2,7	3,0	3,4	3,7
- Servicios de mercado	3,7	4,3	3,8	3,8	3,8	4,0	4,4	4,9
- Servicios de no mercado	1,6	1,5	1,4	0,6	0,8	1,3	1,5	1,8

Cuadro B.2: Relación de ocupados y empleados en distintas ramas de la producción. (Fuente: Contabilidad Nacional Trimestral de España)

infraestructura, razón que hace creer justificadas las previsiones en la banda alta del 5 % para el año 2005 y próxima a la misma en los posteriores (Euroconstruct, 2005).

En cuanto a la edificación residencial, el Informe de Coyuntura del Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España correspondiente al cuarto trimestre de 2003, subraya el auge de producción con niveles jamás detectados: 686.278 viviendas. En términos de viviendas visadas, el crecimiento del cuarto trimestre de 2003 con respecto al de 2002 es de un 5,3 % y de un 4,4 % en términos de superficie construida. El número de viviendas terminadas ha tenido un incremento del 213 % entre 1980 y 2005, con tasas de crecimiento medio en los últimos 10 años cercanas al 10 %.

Sin embargo respecto a la producción no residencial, analizada en términos de superficie, el sector de edificios industriales, comerciales y administrativos experimentó una severa caída del -17,5 % respecto a octubre-diciembre 2002, continuando el ciclo negativo iniciado a finales de 2001.

Cualquier análisis que se hace sobre el sector construcción comienza tomando como base el comportamiento de la economía del país, partiendo del principio de que la construcción se beneficia de un buen clima económico. En el caso de España, y desde ya hace un tiempo, venimos experimentando el fenómeno inverso: la economía española va bien porque la construcción está fuerte.

Dejando aparte la discusión sobre si éste es un modelo de comportamiento óptimo, lo cierto es que, el sector de la construcción no ha dado, por el momento, síntomas de desfallecimiento, y tras tres años consecutivos con crecimientos anuales entre un 4 y un 5 %, todo parece apuntar que 2005 va a continuar en esta línea. Así, si en el informe Euroconstruct (2º semestre 2004),

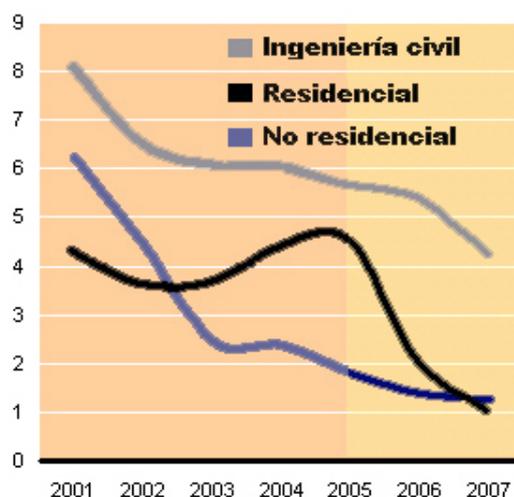


Figura B.4: Variación interanual en % de las tasas de crecimiento de los distintos subsectores de la construcción en España y previsión de su evolución 2005-2007 (Fuente: Modificado de Euroconstruct, 2005)

se apostaba por un crecimiento del 3,4 % para 2005, el buen comportamiento de los indicadores del sector justifica un replanteo al alza de dicha previsión, situándola en el 4,4 %. España es el país de la Unión Europea donde más viviendas se construyen, casi 600.000, frente a las 290.000 iniciadas en Francia o a las 350.000 de media anual de Alemania. En el año 2004, en España se acabaron 636.000 viviendas y en el conjunto europeo, 2.261.000, lo que supone el 28,13 % del total. Para este año la previsión es que se finalicen 625.000 más frente a 2.325.000, en la UE, gracias en este último caso al tirón de los países del este de reciente incorporación, con Polonia a la cabeza.

Respecto al corto plazo, la previsión es, sin embargo, de desaceleración del sector para el período 2006-2007, años para los que se prevé crecimiento, pero por debajo del 1 %.

En cuanto a la composición de la edificación residencial se puede distinguir entre: (1) Viviendas Protegidas, que son aquellas en las que los organismos oficiales potencian el acceso a la vivienda de personas con menos recursos y sectores de jóvenes y (2) Viviendas de Promoción Libre, determinadas exclusivamente por factores de mercado. La relación entre ambas está condicionada por la evolución del ciclo económico, primando las segundas en el caso de ciclos alcistas y reapareciendo las primeras cuando el ciclo económico es descendente. El volumen total sin embargo a nivel español, tras una etapa más o menos equilibrada durante la década de los 80, prácticamente se ha multiplicado por tres en los últimos 15 años (figura: B.5).

En el siguiente cuadro que relaciona las viviendas libres y protegidas visadas, se comparan para los años 2002 y 2003 las del conjunto nacional con las de Andalucía, y dentro de Andalucía las de las provincias orientales y occidentales entre las que se incluye, para interés de este trabajo, el litoral gaditano obtenemos los siguientes resultados.

La edificación de viviendas en Andalucía representaba un 25,31 % del total nacional en 2002 y pasó al 28,20 % en 2003. En los últimos 25 años la media de proyectos visados en Andalucía ha sido de un 20 % del total nacional.

La relación entre número de proyectos visados y número de obras terminadas a lo largo de un año es, como media del 80 %.

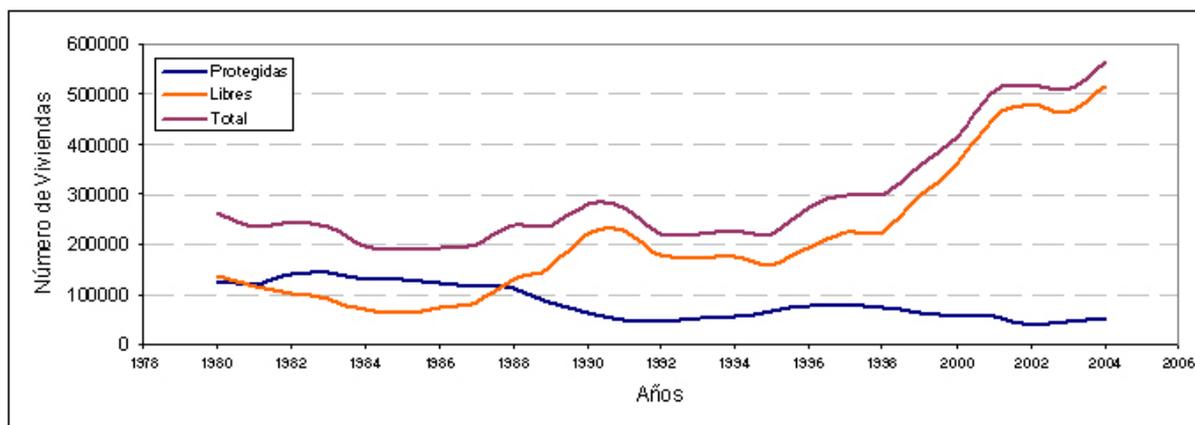


Figura B.5: Evolución de la promoción de viviendas. Número de viviendas terminadas entre los años 1980 y 2004 (Fuente: D. G. de la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo. M^o de Vivienda, 2005)

	2002			2003			Variación(%)		
	Enero - Diciembre			Enero-Diciembre					
COMUNIDAD	Vp	Libres	Total	Vp	Libres	Total	Vp	Libres	Total
Nacional	52.981	593.722	646.703	63.869	626.433	690.292	20,6	5,5	6,7
Andalucía	11.779	150.266	162.045	12.761	176.623	189.384	8,3	17,5	16,9
- Occidental	7.524	41.229	48.753	8.188	48.687	56.875	8,8	18,1	16,7
- Oriental	4.255	109.037	113.292	4.573	127.936	132.509	7,5	17,3	17,0

Cuadro B.3: Evolución de la vivienda: de protección oficial y libre (Fuente: Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España, 2003)

B.1.3. La edificación residencial turística. El fenómeno de la segunda residencia

Como consecuencia de los incrementos comentados más arriba el parque de viviendas en España se ha duplicado ampliamente en los últimos 30 años, si bien el mayor incremento se produce a partir de finales de la década de los 80, crecimiento que en los últimos 10 años ha sido del 22 %.

El Censo de Viviendas recoge todas las viviendas familiares y todos los establecimientos colectivos existentes en una fecha de referencia. Las viviendas familiares se clasifican a su vez en: (1) Principales, que son aquellas que constituyen la residencia habitual de al menos una persona, (2) Secundarias, esto es, las usadas sólo en vacaciones, fines de semana, etc., (3) Vacías o desocupadas que son las disponibles para venta o alquiler, o simplemente abandonadas y (4) Otro tipo de viviendas las usadas de manera continuada y no estacional, pero sin ser residencia habitual, por ejemplo, las destinadas a alquileres sucesivos de corta duración.

Tanto el número como la composición dependen de variables socioeconómicas como son el

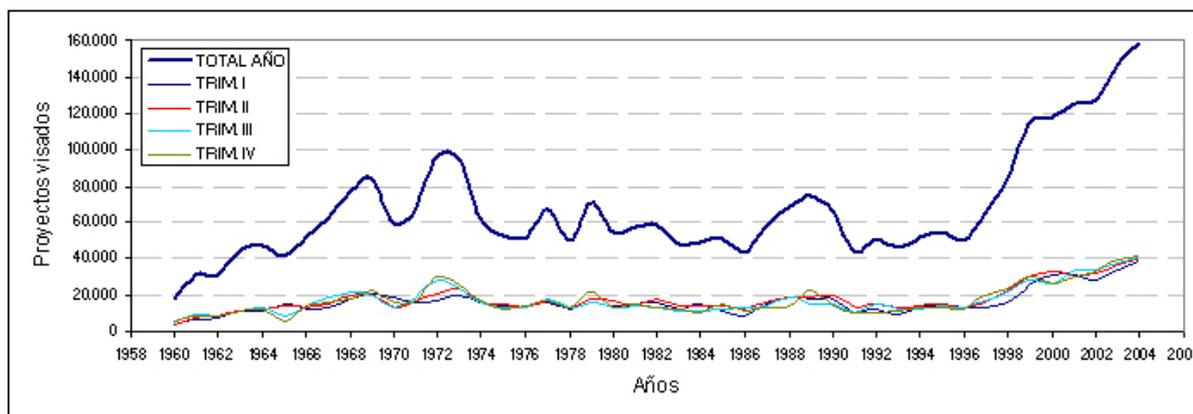


Figura B.6: Viviendas libres y protegidas contenidas en los proyectos visados en Andalucía desde 1960 a 2004 (Fuente: Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España)

nivel general de renta o la disponibilidad de tiempo libre y de ocio, que inciden sobre el número de viviendas secundarias, que para el período anterior han pasado del 7,5 % al 16,0 %, y de la capacidad de inversión, que incide sobre el número de viviendas desocupadas, cuando la rentabilidad inmobiliaria es mayor que la rentabilidad de los productos financieros.

	1970	1981	1991	2001	2002
Número de Viviendas	10658882	14726134	17206363	20946554	21722757
Porcentaje de Viviendas					
Principales	79,8	70,8	68,2	67,7	
Secundarias	7,5	12,9	17,0	16,0	
Desocupadas y otras	12,7	16,3	14,8	16,2	
Porcentaje de Viviendas					
En Propiedad	63,4	73,1	78,3	82,2	84,7*
En Alquiler	30,1	20,8	15,2	11,4	9,7*
En Cesión y otras formas	6,5	6,1	6,5	6,5	5,6*

Cuadro B.4: Evolución de la vivienda (Fuente: Ministerio de Fomento. * Previsión del Banco de España)

Como se ha mencionado anteriormente el número de viviendas en España ha experimentado un crecimiento elevado. Pero cabe hacer un análisis a menor escala ya que el crecimiento no es homogéneo, ya que hay zonas de crecimiento cero e incluso de decrecimiento, mientras que existen otras donde se han disparado. Así por ejemplo el crecimiento en Andalucía casi triplica la media nacional. Y dentro de Andalucía por supuesto también existen notables diferencias entre las zonas interiores, sobre todo las orientales, donde el crecimiento es pequeño, y las zonas litorales, donde se da la mayor concentración de edificación residencial.

Siguiendo una tendencia similar a la evolución del número de viviendas en las escalas nacional y regional, Cádiz, como provincia litoral ha experimentado un crecimiento constante, acentuado en los últimos 10 años como puede observarse en la figura.

Por lo que a la zona de estudio se refiere, se carece de datos de evolución de la edificación, en una serie que sea lo suficientemente significativa, esto es, que incluya al menos un ciclo económico completo en la evolución del medio socioeconómico. Utilizando un método indirecto

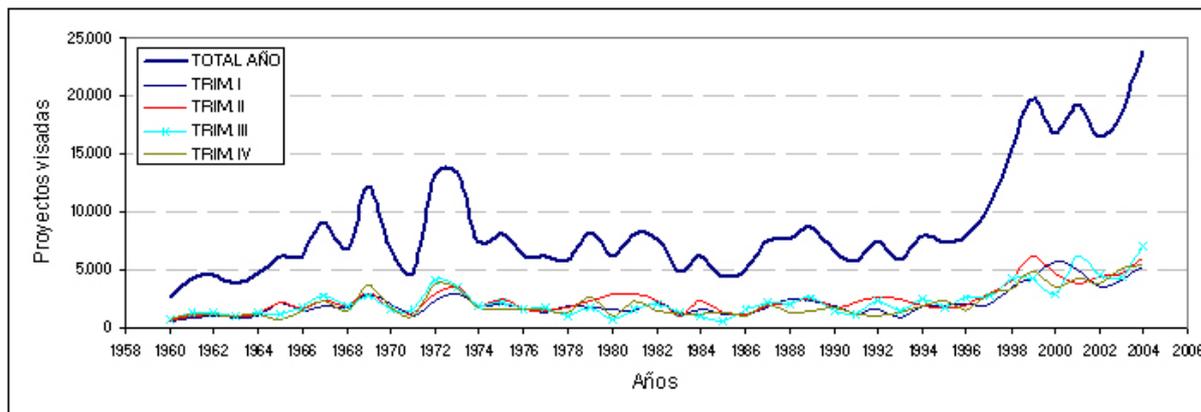


Figura B.7: Número de proyectos visados por año en la provincia de Cádiz entre 1960 y 2004 (Fuente: Consejo Superior de Colegios de Arquitectos)

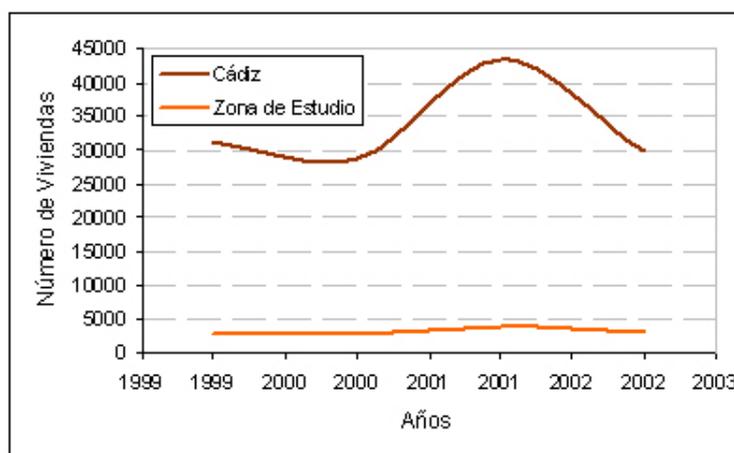


Figura B.8: Crecimiento del número de viviendas en la provincia de Cádiz y en la Zona de estudio (Fuente: Instituto de Estadística de Andalucía)

puede recurrirse a información facilitada por el Instituto de Estadística de Andalucía que incluye el número de recibos del Impuesto sobre Bienes Inmuebles (IBI).

Según la Ley reguladora de las Haciendas Locales, tendrán la consideración de bienes inmuebles de naturaleza urbana:

- El suelo urbano, el susceptible de urbanización, el urbanizable programado o urbanizable no programado desde el momento en que se apruebe un Programa de Actuación Urbanística, los terrenos que dispongan de vías pavimentadas o encintado de aceras y cuenten además con alcantarillado, suministro de agua, suministro de energía eléctrica y alumbrado público y los ocupados por construcciones de naturaleza urbana.
- Tendrán la misma consideración los terrenos que se fraccionen en contra de lo dispuesto en la legislación agraria siempre que tal fraccionamiento desvirtúe su uso agrario, sin representar alteración de su naturaleza rústica a otros efectos que no sean los de este impuesto.
- Las construcciones de naturaleza urbana: Los edificios, independientemente del uso al que

se destinen, aun cuando por su construcción sean transportables, y aun cuando el terreno sobre el que se hallen situados no pertenezca al dueño de la construcción; y las instalaciones comerciales e industriales asimiladas a los mismos, tales como diques, tanques y cargaderos; las obras de urbanización y mejora, como las explanaciones y las que se realicen para el uso de los espacios descubiertos, considerándose como tales los recintos destinados a mercados, los depósitos al aire libre, los campos e instalaciones para la práctica del deporte, los estacionamientos...; y las demás construcciones no calificadas como de naturaleza rústica.

Dos son pues los elementos principales considerados como bienes inmuebles: (1) los solares, normalmente previstos para su edificación en los diferentes instrumentos de planeamiento y (2) las edificaciones propiamente dichas, tengan éstas sin embargo o no de edificaciones residenciales, si bien éstas últimas representan el mayor porcentaje. La relación es inversa en la escala temporal de los planes urbanísticos; los solares tienen una tendencia decreciente a medida que se transforman en edificaciones. Su evolución sigue una distribución discreta, en la que la revisión o modificación, y en su caso la elaboración de un nuevo plan, pueden suponer un incremento de la superficie de suelo que transforme su uso.

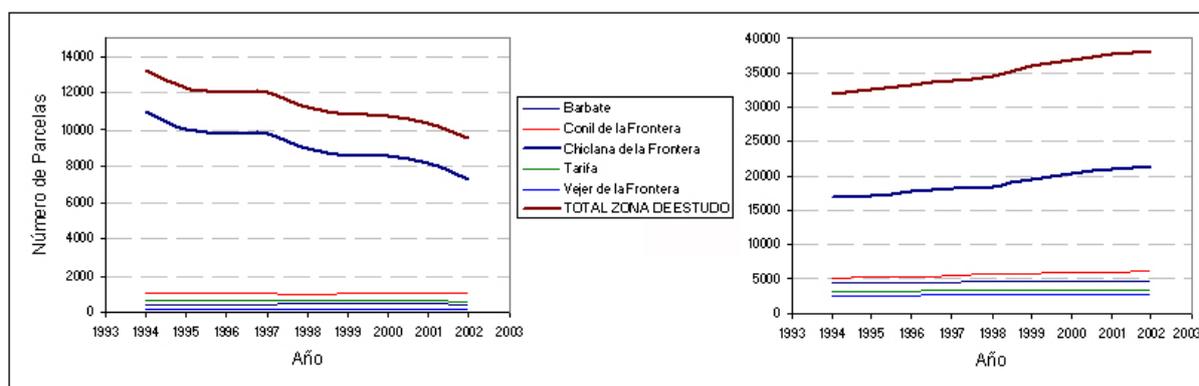


Figura B.9: Evolución del número de solares urbanos, y parcelas edificadas en la zona de estudio desde 1994 a 2002 (Fuente: Instituto de Estadística de Andalucía)

En la zona de estudio el número de solares representa alrededor del 18 % con respecto a las parcelas edificadas.

La edificación en la zona de estudio sigue la tendencia evolutiva que se ha observado anteriormente en las escalas nacional, regional y provincial. La aceleración del crecimiento ha sido anterior a las de los ámbitos anteriormente citados. En todos ellos la última fase de crecimiento se inicia en 1996, mientras que en la zona de estudio lo hace en 1993. Dentro de esta última puede hacerse además una distinción entre dos zonas litorales: (1) la zona sur-oriental situada entre Tarifa y Barbate, o zona de predominio del medio natural y (2) nor-occidental, que se emplaza entre Barbate y Chiclana de la Frontera, o zona de predominio del medio socioeconómico, y una zona de interior: Vejer de la Frontera cuya evolución, pese a estar muy próxima a la zona litoral, se diferencia totalmente de las anteriores.

Como puede observarse en la figura hay una preponderancia absoluta de Chiclana de la Frontera, que por sí sola ha pasado desde el 41,6 % de la zona de estudio a representar el 50 % de la misma. En el ámbito provincial ha pasado desde el 3,82 % al 7,06 %.

Una de las explicaciones del crecimiento de la edificación residencial en zonas litorales ha de buscarse en que se decanta hacia la construcción de segundas residencias y al turismo. Con

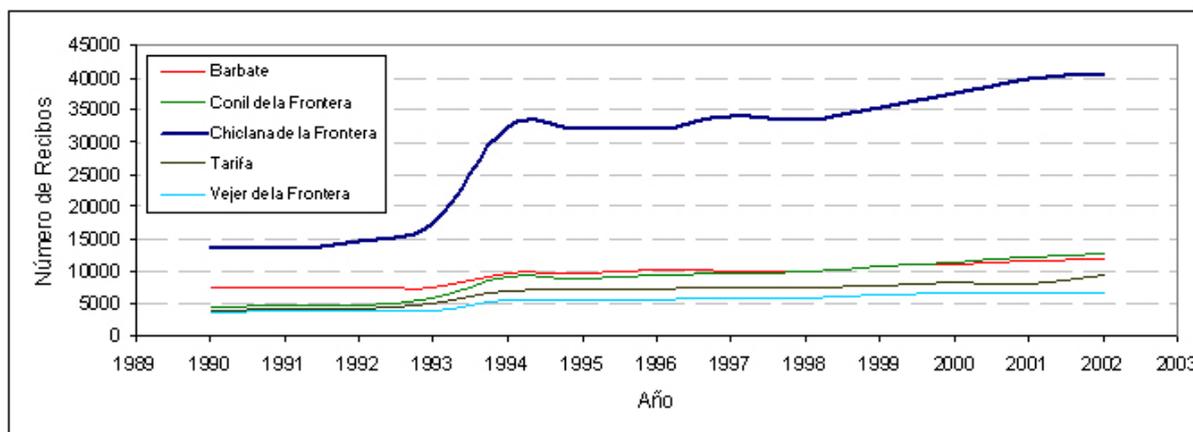


Figura B.10: Evolución del número de recibos del Impuesto de Bienes Inmuebles de la Zona de Estudio (Fuente: Instituto de Estadística de Andalucía)

respecto a la ocupación de suelo y transformaciones de suelo, espacialmente requieren las mismas dotaciones y servicios que si de residencias permanentes se tratara, mientras que la escala temporal de ocupación es de apenas uno o dos meses al año.

Independientemente de la procedencia interior o exterior de los propietarios, España es el país de la Unión Europea con mayor número de residencias secundarias. La distribución del parque de viviendas total en España tuvo, en 2003, la siguiente distribución: un 67 %, esto es, alrededor de 22 millones, corresponderían a vivienda principal, y un 18 %, casi cuatro millones a vivienda secundaria (Asociación de Promotores y Constructores de España, ASPRIMA, 2004). En términos de demanda, en 2003 la demanda de vivienda turística concentró el 32 % del total, distribuyéndose al 50 % entre demanda nacional y extranjera. Traducido a valores absolutos, de las aproximadamente 580.000 viviendas ejecutadas durante el año 2003, alrededor de 190.000 estarían destinadas a vivienda turística. Entre los elementos socio-económicos que podemos citar como impulsores de este tipo de demanda estarían, los incrementos de renta y movilidad de la población y la disminución de la jornada laboral y como consecuencia el incremento del tiempo de ocio.

En los últimos años se ha incrementado notablemente el número de turistas extranjeros que optan por alojarse en vivienda gratuita, bien sea de su propiedad, bien de amigos o familiares. La cifra se ha duplicado desde 1997 y ha alcanzado en 2003 los 10 millones de turistas. Si se estudia el tipo de alojamiento que elige este tipo de turista, vemos que, de los casi 52 millones de visitantes que recibió España en 2002, 4,6 millones se alojaron en vivienda de propiedad, y en 2003 el parque de viviendas en propiedad de turistas extranjeros ha alcanzado la cifra de 1,72 millones de unidades (ASPRIMA, Frontur, IET, 2004)

La distribución de dicha demanda es la que sigue:

- Reino Unido 36
- Alemania 23
- Francia 6
- Holanda 3
- Italia 2

- Resto de países 30

La distribución de la demanda interna, que incluye alrededor de 2.100.000 unidades, se reparte por comunidades autónomas entre Madrid, Cataluña, Andalucía y la Comunidad Valenciana, determinada tanto por la renta por hogar como por la ubicación en zonas con mayor potencial turístico.

La ubicación de prácticamente la totalidad de la vivienda de segunda residencia se sitúa en las proximidades del medio litoral. Dentro de lo que se denomina zona de influencia litoral, puede considerarse que el porcentaje es prácticamente del 100 %.

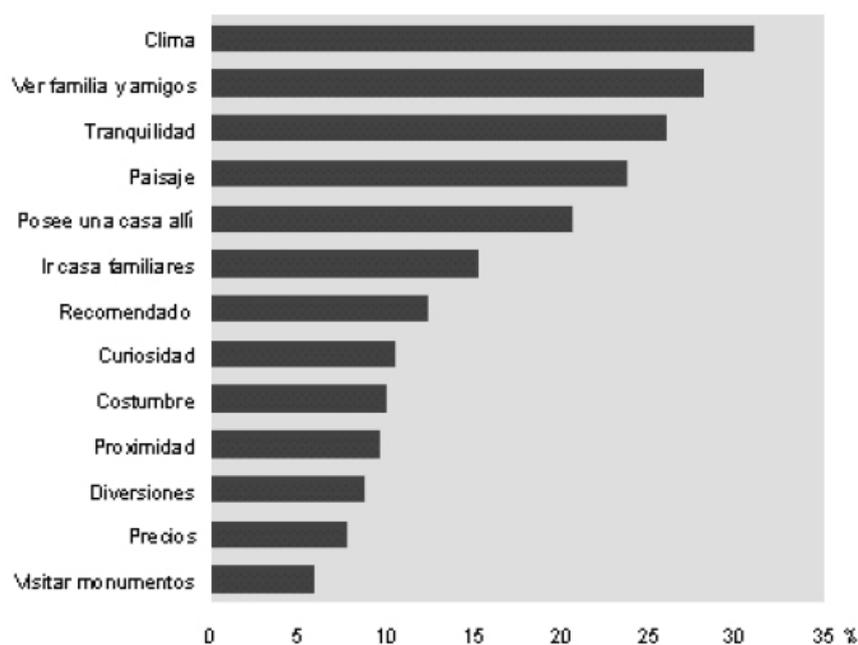


Figura B.11: Motivaciones generales para elegir el litoral como lugar turístico (Fuente: Frontur, ITE, 2004)

Algunas de las principales razones para dicho emplazamiento pueden observarse en la encuesta realizada por el Instituto de Estudios Turísticos, en los que el clima destaca en primer lugar y supone un tercio de las razones para elegir una zona litoral. Razones como la tranquilidad, denotan un tiempo de ocio, así como el paisaje tiene que ver con la biodiversidad propia de estas zonas. Otras razones relacionadas con posesión de una vivienda o la vivienda de familia y amigos hacen suponer la existencia de una segunda residencia en dicho lugares.

Por lo que a la situación concreta de las edificaciones en la zona litoral, como se ha mencionado anteriormente la "primera línea de playa" es el principal foco de atracción.

En el caso de no situarse en primera línea de playa la demanda implica la construcción de complejos residenciales con centros de ocio, piscina, y desde luego, en los últimos años, campos de Golf. A ello también ha contribuido el incremento de precios que hacen que la inversión en este tipo de viviendas ya no resulte tan atractiva y se busque en el interior un coste menor del suelo. Pese a ello, en el arco mediterráneo representan un porcentaje que va del 13 al 22 % del total de viviendas

El turismo

La Comisión de estadísticas de Naciones Unidas define el turismo como las actividades que realizan las personas durante sus viajes y estancias en lugares distintos al de su entorno habitual, por un periodo de tiempo consecutivo inferior a un año con fines de ocio, por negocios y otros motivos (IET, 2004). A efectos estadísticos, a todos los viajeros relacionados con el turismo se los denomina visitantes y se encuadran en las siguientes dos grandes categorías: (1) Turistas, que son aquellos visitantes que permanecen al menos una noche en un medio colectivo o privado del lugar visitado, y (2) Excursionistas, que son aquellos otros visitantes que no pernoctan en el lugar visitado. Estas categorías pueden combinarse de distintas maneras en función de que el visitante sea internacional, nacional o regional.

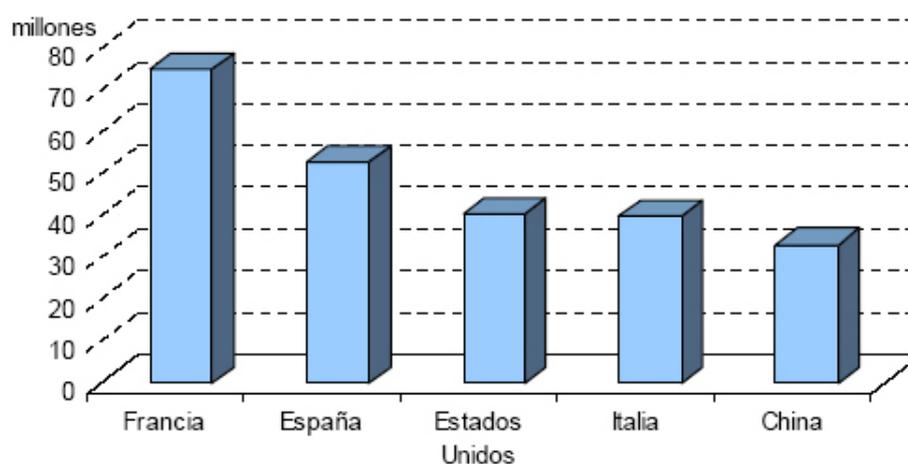


Figura B.12: Principales destinos turísticos en el mundo. (Fuente: Organización Mundial del Turismo, estimación para 2003)

En la escala global, relacionado por tanto con el turismo internacional, España es el segundo destino turístico a nivel mundial por detrás de Francia con una cifra que supera los 50 millones de turistas anuales (OMT, 2003). Su procedencia es mayoritariamente europea (Reino Unido, Alemania y Francia) y su distribución temporal tiene un mínimo absoluto en el mes de diciembre, mínimo que casi se cuadruplica en los meses centrales del verano. Los destinos habituales de estos turistas son las zonas litorales, siendo las principales las de Cataluña, Canarias, Baleares y Andalucía.

Forma de Alojamiento	%
Hoteles y similares	64,97
Vivienda gratuita	11,85
Vivienda alquilada	8,98
Vivienda en propiedad	7,67
Camping, caravana	3,32
Otros	3,20
TOTAL	100,00

Cuadro B.5: Turistas extranjeros, distribución por formas de alojamiento. (Fuente: OMT, 2004)

Muy ligado a periodos vacacionales y al ocio, el tipo de establecimiento en el que se alojan

habitualmente los turistas extranjeros es el establecimiento hotelero o análogo, un 64,97 % frente a un 28,51 % que componen la vivienda gratuita, alquilada o en propiedad, las cuales en su mayor parte forman parte del parque de viviendas de segunda residencia (ITE, 2004). Se observa, con respecto a 2002 una leve disminución del alojamiento en alojamientos colectivos, en parecido porcentaje al incremento que suponen los que lo hacen en vivienda gratuita, consecuencia como se ha mencionado anteriormente del cada vez mayor número de turistas extranjeros que optan por adquirir una segunda residencia.

En la escala nacional, esto es, en el turismo español predomina por el contrario el viaje de corta duración a la segunda residencia, que supone aproximadamente un 65 % de los movimientos (84.293.997 para 2003), frente a un 35 % de lo que pueden denominarse viajes turísticos (44.886.826 en el mismo año). En cuanto a su distribución temporal, también prima el mes de agosto, como mes central del verano. En el extremo opuesto los meses de febrero, junio, octubre y noviembre son los de menor movimiento, siendo las diferencias en el resto de la distribución mucho menos acentuadas.

Por lo que a la distribución espacial se refiere, el principal destino del turismo interior es Andalucía, 20,47 % del total, seguida de Cataluña, 13,04 % y de la Comunidad Valenciana, con un 12,53 %, es decir, el mayor porcentaje de la costa mediterránea.

Forma de Alojamiento	%
Hoteles y similares	29,01
Vivienda gratuita	37,19
Vivienda alquilada	9,21
Vivienda en propiedad	12,51
Camping, caravana	5,88
Otros	6,19
TOTAL	100,00

Cuadro B.6: Turistas españoles, distribución por formas de alojamiento. (Fuente: OMT, 2004)

En cuanto al tipo de alojamiento, priman los relacionados con alguna forma de segunda residencia: gratuita, alquilada o propia con un 58,91 % del total, acentuado sobre todo en los últimos años.

En el nivel local, la provincia de Cádiz representa aproximadamente algo más del 16 % de los turistas que recibe Andalucía, y dentro de la misma en la zona de estudio, Chiclana, en plena zona de dominio socioeconómico ha experimentado un fuerte crecimiento, desde alrededor de un 14 % en el año 1996, a representar el 40 % del total provincial (figura: B.13). Conil, dentro del mismo ámbito también representa un cierto crecimiento. En el resto de la zona, el comportamiento es relativamente homogéneo con una cierta tendencia a la baja en la zona de predominio natural, cuyo límite. La zona "interior" representada por Vejer posee el menor porcentaje de toda la zona.

En cuanto a la distribución entre viviendas principales y viviendas secundarias, sean estas segundas residencias o viviendas vacías, para la zona de estudio tenemos los siguientes datos:

Que sigue la tendencia apreciada anteriormente, con alrededor de un 60 % de viviendas principales y un 32 % de viviendas secundarias. Corrobora además la apreciación de situar la mayoría de estas viviendas en la zona costera, ya que todas las poblaciones pueden considerarse incluidas dentro del área litoral. Sin embargo, de ellas, la única que se sitúa en el interior es Vejer de la Frontera y como puede observarse el porcentaje de segundas residencias varía ostensiblemente a la baja. Tan sólo un 9,50 % frente a una tendencia que supera el 30 %.

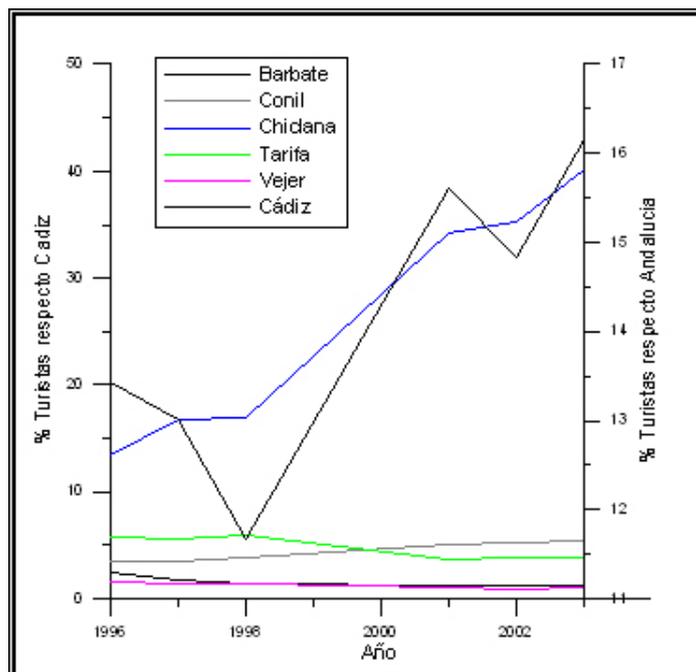


Figura B.13: Relación en porcentaje entre Cádiz y Andalucía (eje de ordenadas de la derecha), y entre Cádiz y los municipios de la zona de estudio (eje de ordenadas de la izquierda) (Fuente: Frontur, ITE, 2005)

En cuanto a la proporción entre viviendas principales y segundas residencias, en la zona de estudio se ha producido un desplazamiento a favor de las primeras, lo que indica un crecimiento de población. El más significativo, el caso de Chiclana, se ha pasado de un 50,0% de viviendas principales, frente a un 43,3% de segundas residencias, a un 57,3% de viviendas principales y un 36% de secundarias. En el nivel global de la zona de estudio, también se ha incrementado el número de viviendas vacías y otros, que han pasado de un 8,4% en 1991 a un 10,1% en 2001.

B.1.4. Precio de la vivienda

En los modelos económicos clásicos la determinación del precio y el nivel de producción de equilibrio puede mostrarse por medio de curvas de demanda y de oferta. El equilibrio es el punto en el que se cortan las dos curvas. Las variaciones en una u otra, o en ambas simultáneamente, provocan reajustes en ambas curvas buscando un nuevo punto de equilibrio.

Analizando en mayor detalle la evolución del precio de la vivienda en los últimos años pueden considerarse las siguientes variables como elementos que influyen en su determinación. Partiendo de un momento concreto y de una actividad, la construcción residencial, pueden considerarse:

1. Variables Demográficas. La edificación residencial responde en primer lugar a una necesidad de tipo primario cual es facilitar la posibilidad de una vivienda que aisle de la intemperie.
 - a) El crecimiento de población y su traducción en el crecimiento del (1.b) número de hogares sería el principal elemento a considerar. No obstante la demanda se complementa, en función de la capacidad económica, considerando

	1991					2001				
	Pples.	%	Secdrias.	%	Total	Pples.	%	Secdrias.	%	Total
Barbate	5469	60,9	2720	30,3	8976	6642	61,4	3429	31,7	10818
Conil	3905	52,4	2769	37,1	7458	5298	52,8	2569	25,6	10035
Chiclana	11311	50,0	9783	43,3	22607	18314	57,3	11506	36	31961
Tarifa	3925	64,7	1411	23,3	6064	5211	54,1	3207	33,3	9632
Vejer	3394	69,7	1111	22,8	4870	3970	80,3	470	9,5	4944
TOTAL	28004	56,0	17794	35,6	49975	39435	58,5	21181	31,4	67390

Cuadro B.7: Evolución de la relación entre viviendas principales y secundarias en la zona de estudio (Fuente: Censo de Población y vivienda (INE))

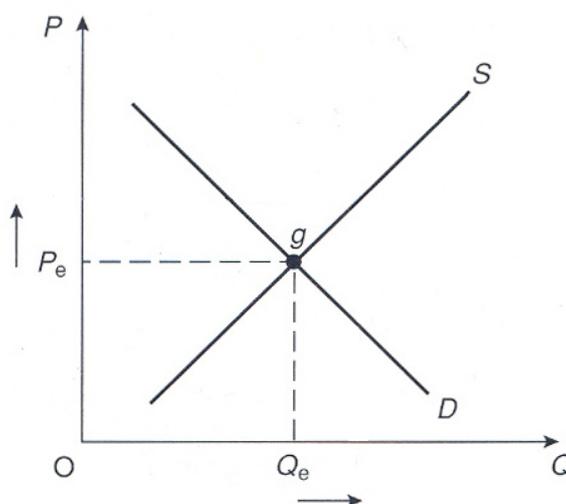


Figura B.14: Curvas de Oferta y Demanda. Determinación del equilibrio del Precio de mercado

b) el número de viviendas por hogar.

Una variable demográfica de importancia en los últimos años está constituida por

c) los procesos migratorios, tanto la inmigración económica como la inmigración ambiental, esta última de mayor poder adquisitivo y que está constituida por: residentes permanentes, en su mayor parte de los países del norte de Europa que tras la jubilación establecen su residencia permanente y adquirentes de segunda residencia, cuya estancia es temporal y ligada a períodos vacacionales.

2. Variables económicas. La posibilidad de acceder a la vivienda, y por tanto la demanda van a depender de

a) la riqueza, financiera o inmobiliaria existente, y

b) su accesibilidad que será una función de la situación del mercado de trabajo y del esfuerzo en renta que supone el acceso a la vivienda haya o no deducciones por su adquisición, así como

c) del crédito, en su modalidades de crédito hipotecario, o de los planes de financiación de la vivienda, cuyo volumen depende de los tipos de interés y por último

- d) de la rentabilidad anual de las inversiones alternativas, sean inversiones en activos financieros con mayor interés que el inmobiliario, sean por precio de los alquileres que hagan más interesante este tipo de vivienda que la propiedad.

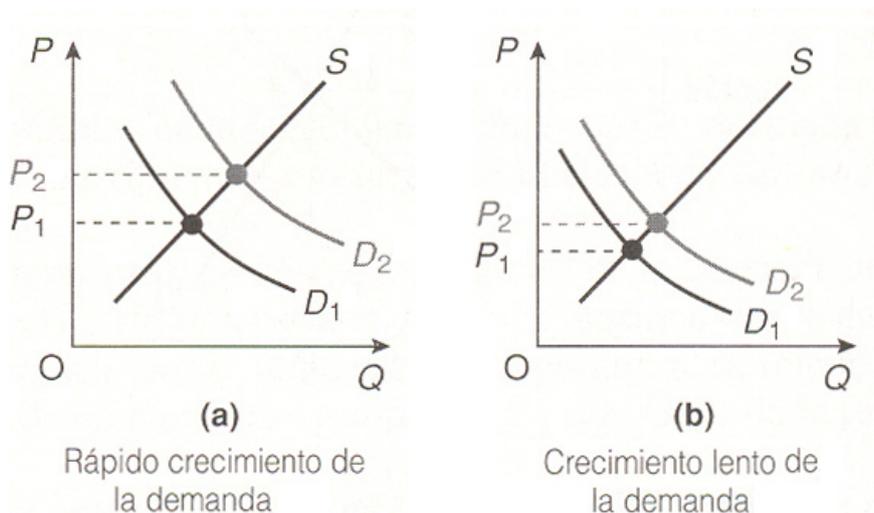


Figura B.15: Determinación del precio de la vivienda en función del incremento de la demanda relacionada con el tiempo

No obstante la posición de equilibrio de dichas curvas depende más que proporcionalmente de la escala temporal en las que se mueven las curvas. Como se ha mencionado anteriormente el número de viviendas en España ha pasado de algo más de 10 millones en 1970 a cerca de 22 millones en 2002. En la última década ha crecido a un ritmo del 3 % anual, lo que ha supuesto en los últimos años una oferta anual de alrededor de 600.000 viviendas. Sin embargo la demanda ha sido en estos últimos años superior a la oferta, pudiendo absorber toda edificación que saliera al mercado.

El crecimiento de población mencionado en el Capítulo V, con tasas anuales cercanas al 14 % (muy por encima del 10 % de crecimiento medio europeo), con una variación absoluta entre 1997 y 2002 de 1.324.300 habitantes (OCDE, 2005) en un período muy corto de tiempo, unido al crecimiento económico sostenido de los últimos años (entre un 2 y un 4 % anual en los últimos 10 años), unido a tipos de interés mínimos, desconocidos históricamente en España (en el entorno del 3 %), más la falta rentabilidad de los activos financieros (no alrededor del 6 % como máximo en los últimos años, más la demanda externa (crecimientos superiores al 10 %, han provocado que la evolución del precio de la vivienda en los últimos años se el que puede observarse en la tabla siguiente:

Variación porcentual del precio de la vivienda								
AÑO	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
δ %	3'40	6'00	11'00	12'50	8'90	14'70	16'00	17'45

Cuadro B.8: Evolución del precio medio de la vivienda (Fuente: Ministerio de la Vivienda)

Crecimiento muy superior al que han mantenido durante estos años los salarios y el Índice de Precios de Consumo (figura: B.16). Para afrontar dichas subidas ha sido necesario prorrogar

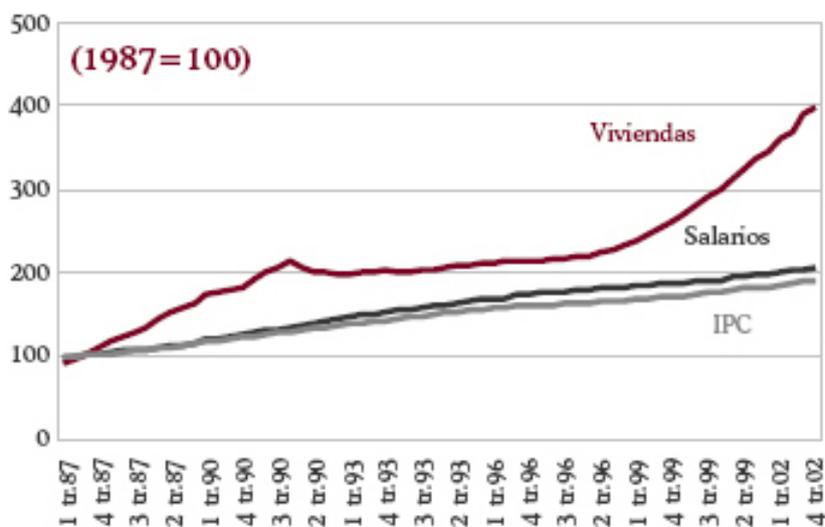


Figura B.16: Evolución en índices del precio de la vivienda relacionado con el incremento de salarios y el incremento del IPC (Fuente: INE, Ministerio de Fomento, BBVA)

los plazos de amortización de los préstamos, desde los 10 años, hasta los 25 actuales.

En cuanto a la distribución espacial, tampoco es homogénea, primando las zonas litorales tanto en cuanto a residencia permanente como a segunda residencia con una demanda en esta última distribuida al 50 % entre españoles y extranjeros. Según datos del Banco de España, los turistas gastaron durante 2003 en vivienda en España 7197 millones de Euros, casi un 17 % más que durante 2002, estimulando la edificación en el litoral de tal manera que muchos municipios costeros a lo largo del año triplicaron el número de viviendas visadas con respecto a lo que era normal en años precedentes. Los precios de las edificaciones siguieron un camino parecido.

El incremento medio de los precios en la costa en el período 1999-2002 fue de un 16 % anual según la consultora DBK (Análisis sectorial y estratégico), sin embargo atribuye la culpa de dicho encarecimiento en exclusiva al suelo, y no tiene en cuenta la demanda. Según dicha consultora el coste del suelo representa entre el 50 y el 60 % del precio total de la vivienda, mientras que el de la construcción viene a ser de un 34 por 100. Lo que no tiene en cuenta dicho estudio es que el proceso de producción de suelo edificable tiene un proceso medio de maduración de alrededor de 4 años, con lo que el incremento de la demanda siempre irá por delante de la oferta de suelo. Según el Ministerio de Fomento, las viviendas en las costas españolas subieron un 17 % también en 2003. Estos fuertes incrementos, unidos a los resultados poco atractivos de los mercados financieros han hecho también que muchos inversores hayan obtenido plusvalías de forma rápida a través de la negociación de compra y venta. Para 2005, siguiendo la tendencia de 2004, las previsiones de construcción residencial oscilan entre las 500.000 y 600.000 viviendas, de las que se ha descrito anteriormente alrededor de un 33 % son residencias en la zona costera.

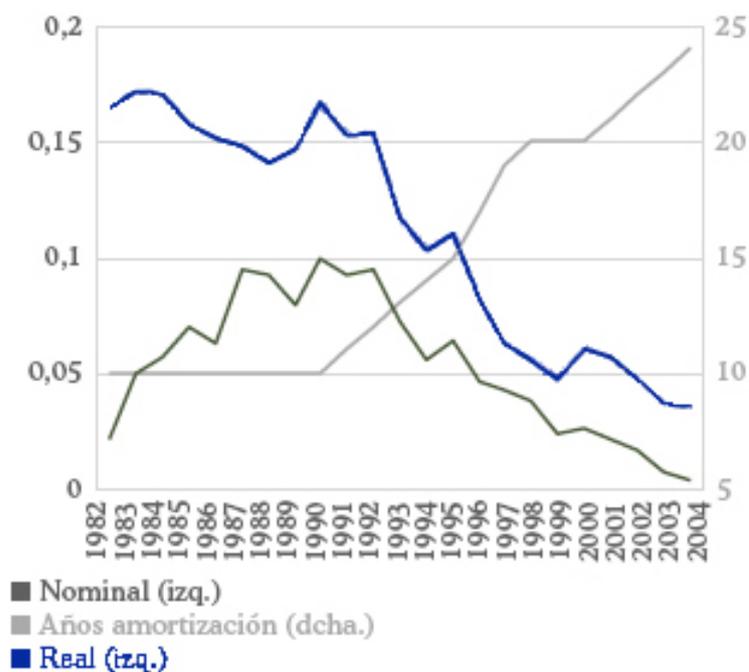


Figura B.17: Relación entre los tipos de interés y los períodos de amortización.

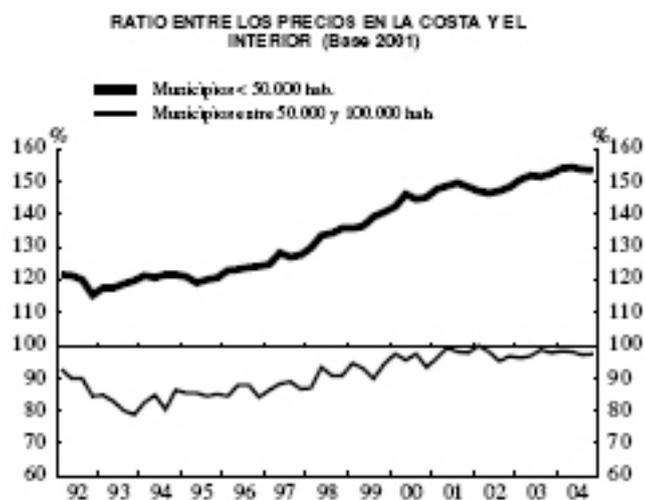


Figura B.18: Relación entre los precios de las zonas costeras y el interior (Fuente: Ministerio de la Vivienda)

Bibliografía

- AGENCIA EUROPEA DEL MEDIO AMBIENTE (AEMA), (1998.) *Europe's environment: the second assessment*. European Environment Agency, Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg.
- ALESSIO M. ET AL., (1998.) *La curva di risalita del Mare Tirreno negli ultimi 43 ka ricavata da datazioni su speleotemi sommersi e dati archeologici*. Note scientifiche - Volume degli Abstract di Geosub 94, Palinuro 8-10 Giugno 1994. Memorie Descrittive del Servizio Geologico Nazionale, 52.
- ANTONIOLI F. ET AL., (2004.) *215-ka History of sea-level oscillations from marine and continental layers in Argentarola Cave speleothems (Italy)*. *Global and Planetary Change* 43, pp. 57-78l.
- ANTONIOLI F. ET AL., (1994.) *El sitio prehistórico del arco natural del Cabo Zafferano (Sicilia). Aspectos geomorfológicos y relaciones con la varciación del nivel medio del mar holoceno*. *El Cuaternario*, 7 (1), pp.: 109-118.
- ARCILA GARRIDO, M.L., (1999.) *Análisis de un Área Metropolitana Litoral: Bahía de Cádiz. El uso de un S.I.G. para la Gestión Integrada*. Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla, Sevilla.
- ARROJO, P., (1998.) *Conclusiones del I Congreso Ibérico sobre Planificación y Gestión de Aguas*. Zaragoza, Ed. Prensas Universitarias de Zaragoza.
- ASOCIACIÓN DE PROMOTORES Y CONSTRUCTORES DE ESPAÑA (ASPRIMA), (2004.) *El Mercado Inmobiliario Español*. Madrid.
- BAQUERIZO, A., LOSADA M.A., (2004.) *A method to asses the uncertainty of the long-term prediction in the coastal environment.*, Submitted to ASCE Waterways.
- BARNETT, T.P., (1983.) *Recent changes in sea level and their possible causes*. *Climatic change*, 5, 15-38.
- BARRAGÁN, J. M., (1995.) *Puerto, ciudad y espacio litoral en la Bahía de Cádiz*. Salamanca, Autoridad Portuaria de Cádiz.
- BARRAGÁN, J.M., (1994.) *Ordenación, planificación y gestión del espacio litoral*. Barcelona, Oikos Tau.
- BARRAGÁN, J.M., (2002.) *Medio ambiente y desarrollo en áreas litorales : introducción a la planificación y gestión integradas*. Universidad de Cádiz.
- BARRAGÁN, J.M., (2004.) *Las áreas litorales de España : del análisis geográfico a la gestión integrada*. Ariel, Barcelona.
- BARRAGÁN, J.M., (2004.) *La gestión de áreas litorales en España y Latinoamérica*. Universidad de Cádiz.
- BATESON, G., (1972.) *Steps to an Ecology of Mind*. San Francisco: Chandler Publishing Company.
- BEATLEY ET AL., (1994.) *An Introduction to Coastal Zone Management*. Island Press, Washington D.C.
- BEGON, M. ET AL., (1987.) *Ecology: Individuals, Populations and Communities*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

- BERRY, B., (1971.) *Geografía de los centros de mercados y distribución al por menor.*, Ed. Vicens Vives. Barcelona, 1971
- BIANCHI C.N., DORE G., MORRI C., (1995.) *Guida del subacqueo naturalista: Mediterraneo e tropici.* Editrice AFS, Nuoro.
- BLOOM, A.L., (1977.) *Atlas of Sea-level Curves.* IGCP-200, Cornell University, New York.
- BULLER, H. Y HOGGART, K. (1994.) *International counterurbanization: British migrants in rural France.* Ed. Avebury. Aldershot.
- CALVO SALAZAR, M. Y SANCHO ROYO, F., (2002.) *Estimación de la Huella Ecológica de Andalucía y su aplicación a la Aglomeración Urbana de Sevilla.* Sevilla, Universidad de Sevilla.
- CARCOPINO, J., Y ROWELL, H. T., (1960.) *Daily Life in Ancient Rome; the People and the City at the Height of the Empire.* Yale University Press, New Haven
- CARTER, R. W. G., (1999.) *Coastal Environments: an introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastlines.* London, Academic Press.
- CARVALHO, G.S., VELOSO, F. Y TAVEIRA, F., (1997.) *Seminário Sobre Lagunas Costeiras e Ilhas-Barreira da Zona Costeira de Portugal.* Associação Eurocoast-Portugal, Universidade de Aveiro.
- CICIN-SAIN, B. Y KNETCH R.W., (1985.) *The problem of governance of U.S. ocean resources and the new exclusive economic zone.* Ocean Development and International Law 15 (3-4), 289
- CICIN-SAIN, B. Y KNETCH R.W., (1998.) *Integrated coastal and ocean management: concepts and practices.* Washington, D.C., Island Press.
- CLARK, JOHN R., (1996.) *Coastal zone management handbook.* Boca Raton, London, Lewis Publishers.
- CLARK, JOHN R., (1991.) *The Status of Integrated Coastal Management: A Global Assessment.* Miami, University of Miami.
- COMISIÓN EUROPEA, (2000.) *An assessment of the Socio-Economic cost and benefits of Integrated Coastal Zone Management.* Final report. XXXX
- COMISIÓN EUROPEA, (1996.) *Programa de demostración sobre gestión integrada de zonas costeras .* D.G. Medio Ambiente. XXXX
- COMISIÓN EUROPEA, (1997-1999.) *Lecciones del programa de demostración, de la Comisión Europea sobre la Gestión Integrada de Zonas Costeras (GZIC).* XXXX
- CONESA, V., (1995.) *Guía Metodológica para la evaluación del impacto ambiental .* Madrid, Mundiprensa. XXXX
- CONFEDERACIÓN HIDROGÁFICA DEL GUADALQUIVIR, (2000.) *Memoria 1996-1999.* Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, Ministerio de Medio Ambiente, Sevilla.
- CONFEDERACIÓN HIDROGÁFICA DEL GUADALQUIVIR, (2004.) *Memoria 2000-2003.* Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, Ministerio de Medio Ambiente, Sevilla.
- CONFEDERACIÓN HIDROGÁFICA DEL GUADALQUIVIR, (2005.) *Protocolo de Actuación en Sequías. Tomo II.- Memoria y Anexos.* Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, Ministerio de Medio Ambiente, Sevilla.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, (1995.) *Plan de Medio Ambiente Andalucía 1995-2000.* Sevilla, AMA, Junta de Andalucía.
- CHRISTALLER, W., (1966.) *Central places in southern Germany.* New Jersey, Prentice-Hall. 1966.

- CONSEJO SUPERIOR DE COLEGIOS DE ARQUITECTOS DE ESPAÑA, (2005.) *Viviendas libres y protegidas contenidas en los proyectos de ejecución visados por los colegios de arquitectos*. Estadísticas. Series Históricas. <http://www.cscae.com/consejo/consejo00.html>
- CHABOT, B.F. Y MOONEY H.A., (1985.) *Physiological ecology of North American Plant communities*. Chapman and Hall.
- CHAIN, NASSIR Y REYNALDO CHAIN, (1989.) *Preparación y evaluación de proyectos*. Bogotá, McGraw Hill, pp. 142-164)
- CHICA OLMO, J., (1994.) *Teoría de las Variables Regionalizadas. Aplicación en Economía Espacial y Valoración Inmobiliaria*. Biblioteca de Económicas y Empresariales, Universidad de Granada.XXXX
- CHILDE, V. GORDON, (1942.) *What Happened in History*. Harmondsworth: Penguin Books, 288 pp.
- CHOW, V.T.; MAIDMENT, D.R.; MAYS, L.W.(1994) *Hidrología Aplicada*. McGraw-Hill, Bogotá.
- CHUA, T.E., (1993.) *Essential Elements of Integrated Coastal Management*. Ocean and Coastal Management 21 (1-3), pp.81-108.
- DABRIO, C.J., ZAZO, C, ET AL, (.) *Depositional history of estuarine infill during the last postglacial transgression Gulf of Cadiz, Southern Spain*. Marine Geology 162, pp. 381-404.XXXX
- DARWIN, R. Y TOL, R., (2001.) *Estimates of the Economic Effects of Sea Level Rise*. Environment and Resources Economics 19, pp. 113-129, Kluwer Academic Publishers.XXXX
- DAVIS, W. M., (1889.) *The Rivers and Valleys of Pennsylvania*. National Geographic Magazine 1: pp. 183-253
- DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT, (1996.) *Coastal Zone Management: Towards Best Practice*. London, DoE
- DEWEY, J.W., HELMAN, M.L., TURCO, E., HUTTON, D.H.W. Y KNOTT, S.D., (1989.) *Kinematics of the Western Mediterranean*. Alpine Tectonics (Ed. Coward, M.),Spec. Publ. Geol. Soc. Lond., London, 45, pp. 265-283
- DÍEZ GONZÁLEZ, J.J., (2000.) *A review to some concepts involved in the sea level rise problems*. Journal of Coastal Research 16-(4), pp. 1179-1184.
- DIPUTACIÓN DE CÁDIZ, (1995.) *Atlas de la provincia de Cádiz, Dirección y coordinación de la publicación Juan Manuel Barragán Muñoz*. Cádiz.
- DONOVAN, D.T. Y JONES, E.J.W., (2000.) *Causes of world-wide changes in sea level*. Journal of Geological Society Vol. 136, pp. 187-192, London.
- EUROPEAN COAL AND STEEL COMMUNITY-ECONOMIC EUROPEAN COMMUNITY-EUROPEAN ATOMIC AND ENERGY COMMUNITY, (1997.) *Better Management of Coastal Resources: A European Programme for Integrated Coastal Zone Management*. European Coal and Steel Community-Economic European Community-European Atomic and Energy Community
- ESTRATEGIA ESPAÑOLA DE DESARROLLO SOSTENIBLE, (2002.) *Una Estrategia de Desarrollo Sostenible para España*. Ministerio de Medio Ambiente.
- EMERY, K.O., (1980.) *Relative sea levels from tide-gauge records*. Proceedings of the National Academy of Sciences, Vol.77, N° 12a, pp. 6968-6972.
- EMERY, K.O., Y AUBREY, D.G., (1991.) *Sea Level, Land Levels and Tide Gauges*. New York: Springer Verlag.
- ESCARRÉ, A. MARTÍN, J. SEVA, E., (1989.) *Estudio sobre el medio y la biocenosis en los arenales costeros de la provincia de Alicante*. Patrimonio 9, Instituto de Cultura Juan Gil-Albert. Diputación Provincial de Alicante. 131 pp.

- ESTEBAN MORATILLA, F., (2002.) *Desarrollo sostenible. Una nueva cultura. Un nuevo objetivo*. Revista de Obras Públicas, 3.427 17 21. XXXX
- EUROCONSTRUCT, (2005.) *Informe Euroconstruct 2005. Prospectiva Económica del Sector de la Construcción en Europa*. Grupo Euroconstruct, Cardiff, Ed. ITEC.
- FRANESQUI GARCÍA, M.A., (2002.) *Movilidades y Transporte sostenible en un territorio insular. Directrices para el desarrollo futuro en el caso de Canaria*. Revista de Obras Públicas, 3.247 33 44. XXXX
- FREDJ G., BELLAN-SANTINI D., MENARDI M., (1992.) *Etat des connaissances sur la faune marine méditerranéenne*. Bull. Inst. Oc. Monaco, 9, pp. 133-145.
- FRENCH, PETER W., (1997.) *Coastal and estuarine management*. London, Routledge.
- GARCÍA DE LOMAS LATÍN, J., GARCÍA JIMÉNEZ, C.M., HERNÁNDEZ CARRERO, I., BENAVENTE GONZÁLEZ, J., GARCÍA PRIETO, J. Y LÓPEZ AGUAYO, F., (2001.) *Dunas y arenales del litoral de la provincia de Cádiz: Recomendaciones para su conservación y restauración*. Universidad de Cádiz, Ministerio de Medio Ambiente.
- GASCARD, J.C. Y RICHEZ, C., (1985.) *Water masses and circulation in the Western Alboran Sea and in the Strait of Gibraltar*. Progress in Oceanography 15, pp. 157-215.
- GHIOTTI, S., (2001.) *Le bassin versant dans les dynamiques rurales contemporaines. Essai de formalisation*. Revue Economic de la Mediterranée 49, pp. 169-189.
- GÓMEZ OREA, D., (1994.) *Ordenación del territorio. Una aproximación desde el medio físico*. Madrid, EAE. XXXX
- GONZÁLEZ LASTRA, J., GARCÍA DE DOMINGO, A. HERNÁIZ, P.P., ZAZO C. Y GOY, J.L., (1990.) *Memoria y Mapa Geológico de España, Escala 1:50.000. Hoja nº 1.077, Tarifa*. Instituto Tecnológico GeoMinero de España, Madrid, 41 pp.
- GONZÁLEZ RUIZ, J. (ED.), (1996.) *El Puerto de Motril*. Autoridad Portuaria de Almería Motril, Motril.
- GONZÁLEZ TASCÓN, J. (ED.), (1989.) *La Ciudad Hispanoamericana. El Sueño de un Orden*. Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo, MOPU, Madrid.
- GORNITZ, V. Y LEBEDEFF S., (1982.) *Global sea level trend in the past century*. Science 215, pp. 1611-1614.
- GORNITZ, V. Y LEBEDEFF S., (1987.) *Global sea-level changes during the past century*. Sea-Level Change and Coastal Evolution, SEPM, Special Publication No. 41.
- GRACIA, F.J. Y BENAVENTE, J. (COORDS.), (2000.) *Geomorfología de la costa atlántica gaditana*. J.R. de Andrés y F.J. Gracia (Eds.): Geomorfología Litoral. Procesos activos, Monogr. S.E.G. nº 7, ITGE y Serv. Publ. Univ. Cádiz, pp. 235-255.
- GREEN, DAVID R.; KING, STEPHEN D, (2003.) *Coastal and Marine Geo-Information Systems. Applying the Technology to the Environment*. Netherlands, Kluwer Academic Publishers.
- GREGORY, J.M. AND J. OERLEMANS, (1998.) *Simulated future sea-level rise due to glacier melt based on regionally and seasonally resolved temperature changes*. Nature 391, pp. 474-476.
- GRINDLAY MORENO. A.L., (1999.) *El Litoral: Espacio soporte de infraestructuras. El Mediterráneo Andaluz*. Trabajo de Investigación para la obtención de la Suficiencia Investigadora, Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica y en la Ingeniería, Universidad de Granada.
- GRINDLAY MORENO, A.L., (2001.) *Los Puertos mediterráneos andaluces: Centralidad Urbana y Dimensión Territorial*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada.
- GUBBAY, S., (1995.) *Marine Protected Areas: Principles and techniques*. London, Chapman and Hall.

- GUTEMBERG, B., (1941.) *Bulletin of the Geological Society of America*. Geol. Soc. Am. Bull. 52, pp. 721-772.
- GUTIÉRREZ-MÁS, J.M., (1992.) *Estudio de los sedimentos recientes en la Plataforma Continental y Bahía de Cádiz*. Tesis Doctoral, Universidad de Cádiz.
- HANSOM, J.D., (1988.) *Coast*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 96 pp.
- HANSOM, J.D., (2001.) *Coastal sensitivity to environmental change: a view from the beach*. *Catena* 42, 291-235. XXXX
- HARVEY, J.G., (1976.) *Atmosphere and Ocean: Our Fluid Environments*. Sussex, Artemis. XXXX
- HAUPT, A. Y KANE, T, (1991.) *Guía Rápida de Población*. Population Reference Bureau, Inc, Washington, D.C.
- HERNÁNDEZ-MOLINA, F.J., (1993.) *Dinámica sedimentaria y evolución durante el Pleistoceno terminal-Holoceno del margen noroccidental del Mar de Alborán. Modelo de estratigrafía secuencial de muy alta resolución en plataformas continentales*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada.
- HUNTER, C., (1997.) *Sustainable Tourism as an Adaptive Paradigm*. *Annals of Tourism Research*, 14, 4, pp. 850-867
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, (2004.) *Analysis of the Impact of High Oil Prices on the Global Economy*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. Agencia Internacional de la Energía.
- INSTITUTO DE ESTADÍSTICA DE ANDALUCÍA (IEA), (2005.) *Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía*. Consejería de Economía y Hacienda, Junta de Andalucía, Sevilla.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE), (2005.) *Censo de Población y Vivienda*. Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, (2004.) *Cuenta Satélite del Turismo en España (CSTE)*. Subdirección Nacional de Cuentas Nacionales, Instituto Nacional de Estadística, Ministerio de Economía y Hacienda.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA, (2004.) *Noticias*. Instituto Nacional de Meteorología (www.inm.es), Ministerio de Medio Ambiente.
- INSTITUTO PIRENAICO DE ECOLOGÍA, (.) *Los efectos del Cambio Global sobre la dinámica de procesos hidrológicos, y geomorfológicos*. Área de Investigación: Erosión y Usos del Suelo, Zaragoza.
- INSTITUTO DE RECURSOS MUNDIALES (WRI), (2002.) *Recursos Mundiales 2002: La guía global del planeta*. Ecoespaña, Madrid.
- IUCN (INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES), (1994.) *Guidelines for integrated coastal zone management*. Washington, D.C., World Bank.
- KETCHUM, B.H., (1972.) *The Water's Edge*. MIT Press, Boston.
- KING, P., (1999.) *The Fiscal Impact of Beaches in California*. Report 29 pp. Public Research Institute. San Francisco State University.
- LEVI, L. Y ANDERSON L., (1980) *La tensión psico-social. Población, ambiente y calidad de vida*. El Manual moderno. México
- LACOMBE, H., (1961.) *Contribution a l'étude de regime du détroit de Gibraltar. I. Etude dynamique*. *Cahier Océanographique* 8(2), pp. 12-34.
- LANGER, WILLIAM L.,(1935.) *A Critique of Imperialism*. *Foreign Affairs*, XIV (October, 1935), 102-115, October, 1935. Copyright by the Council on Foreign Relations, Inc., New York

- LANGER, W.L., (1965.) *The Diplomacy of Imperialism*. Ed. Knopf, New York.
- LARDIÉS, R. (1999.) *Turismo e inmigrantes extranjeros de origen Comunitario: el desarrollo de empresas turísticas En el litoral catalán*. Geographica, (1999),37,00-00
- LÓPEZ MARTOS, J., (.) *Los problemas del Agua y su Gestión en el Territorio Andaluz*. , , , ,
- MAGOON O.T., CONVERSE H., ET AL., (2002.) *California and the World Ocean '02 Revisiting and Revising California's Ocean Agenda*. Proceedings of the California and the World Ocean 02 conference in Santa Barbara, California, October 27-30. American Society of Civil Engineer.
- MAHLMAN J.D., (1997.) *Uncertainties in Projections of Human-Caused Climate Warming*. Science 278, pp. 1416-1417, , ,
- MALDONADO, A. Y NELSON, C.H., (1988.) *Dos ejemplos de márgenes continentales de al Península Ibérica: el margen del Ebro y el Golfo de Cádiz*. Revista de la Sociedad Geológica de España, 1(3-4), pp. 317-325.
- MALDONADO, A. BARAZA, J., CHECHA, A., NELSON C.H., BARBER, J.H., HAMPTON, M.H., KAYEN, R.E. Y LEE, H.J., (1989.) *Tectonic framework, pattern of sedimentation and potential environmental problems of the Cadiz continental margin, Spain*. 28th International Geology Congress, Washington. 2-3, pp. 2-356.
- MATARÁN MUÑOZ, A., (2005.) *La Valoración Ambiental-Territorial de las Agriculturas de Regadío en el Litoral Mediterráneo: El caso de Granada*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada.
- MÉLIÈRES, F., (1974.) *Recherches sur la dynamique sédimentaire du Golf de Cádiz (Espagne)*. Tesis Doctoral, Universidad de París.
- MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD, (.) *Shoreline management plans. A guide for coastal defence authorities*. The Welsh Office. East Anglia XXXX
- MMA, DG CYEAS (1992.) *Sistema español de indicadores ambientales: subáreas de agua y suelo*. Ed. Centro de Publicaciones de la Secretaría General Técnica del Ministerio de Medio Ambiente. Madrid
- MMA, DG CYEAS (2001.) *Sistema español de indicadores ambientales: subáreas de costas y medio marino*. Ed. Centro de Publicaciones de la Secretaría General Técnica del Ministerio de Medio Ambiente. Madrid
- MORENO-CASASOLA, P. Y S. CASTILLO, (1992.) *Dune ecology on the eastern coast of México*. En U. Seeliger. Coastal plant communities of Latin America. Academic Press Inc., Nueva York, Estados Unidos.
- MÖRNER, N-A., (1973.) *Eustatic changes during the last 300 years*. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, Vol. 13, pp. 1-14.
- MORRIS, A.E.J., (1984.) *Historia de la Forma Urbana. Desde sus Orígenes a la Revolución Industrial*. Barcelona, Ed. Gustavo Gili.
- MUÑOZ, J.L. Y SÁNCHEZ A., (1994.) *El medio físico y biológico de la Bahía de Cádiz*. Informaciones Técnicas 28/94. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.
- MUÑOZ PÉREZ, J.J. ET AL., (2001.) *Cost of beach maintenance in the Gulf of Cádiz (SW Spain)*. Coastal Engineering 42, 143-153.
- NANÍA, LEONARDO S. ET GÓMEZ VALENTÍN, MANUEL (2004) *Ingeniería Hidrológica*. Grupo Editorial Universitario.
- ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO (OCDE), (1972.) *Recomendación sobre principios directores relativos a los aspectos económicos internacionales de las políticas ambientales*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

- ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO (OCDE), (1992.) *Trends in International Migration*. SOPEMI. Ed. Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris.
- ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO (OCDE), (1994.) *Project and Policy Appraisal. Integrating Economics and Environment*. Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris.
- ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO (OCDE), (1995.) *Gestión de Zonas Costeras. Políticas Integradas*. Coed. OCDE - Mundiprensa.
- ORGANIZACIÓN DE ESTADOS AMERICANOS (OEA), (1978.) *Estrategia del desarrollo turístico del Ecuador*. Washington (Informes y Estudios, 24), pp 106 y ss.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL TURISMO (WTO), (2005.) *Yearbook of Tourism Statistics. Data 1999-2003*. World Tourism Organization, Madrid.
- PAYO GARCÍA, A., (2004) *Predicción de la Evolución de Sistemas Costeros a Gran Escala, basado en Soluciones analíticas del Modelo de Una Línea*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- PAYO GARCÍA, A. BAQUERIZO AZOFRA, A. Y LOSADA, MIGUEL A., (2004) *Uncertainty assessment of long term shoreline prediction*. 29th ICCE, Lisboa, Portugal.
- PEÑA, D., (2002.) *Análisis de datos multivariantes*. Mc Graw Hill, Madrid.
- PETHICK, J., (1984.) *An introduction to Coastal Geomorphology*. Edward Arnold. XXXX
- PETHICK, J., (2001.) *Coastal management and sea-level rise*. Catena 42 307-322 XXXX
- PIRAZZOLI, P.A., (1986.) *Sea Level Research*. O. van de Plassche, ed., pp. 361-400, Geobooks, Norwich.
- PIRAZZOLI P.A., (1991.) *World Atlas of Holocene Sea level Changes*. Elsevier, Oceanography Series, Núm. 58.
- PROUDMAN OCEANOGRAPHIC LABORATORIES, (2005.) *Permanent Service for Mean Sea Level*. Natural Environment Research Councils, <http://www.pol.ac.uk>.
- PORN TARIFA-ALGECIRAS, (2000.) *Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Frente Litoral de los Términos Municipales de Algeciras y Tarifa*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- REAL ACADEMIE ESPAÑOLA DE LA LENGUA, (2001.) *Diccionario de la Lengua Española*. Real Academia Española de la lengua, Ed. Espasa Calpe, Madrid.
- REES, W. Y WACKERNAGEL, M., (1996.) *Our ecological footprint. Reducing Human Impact on the Earth*. New Society Publishers, Gabriola Island. XXXX
- REID, J.L., (1979.) *On the contribution of the Mediterranean Sea outflow to the Norwegian-Greenland Sea*. Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers 26, pp. 1199-1223.
- REIF, B., (1978.) *Modelos en la planificación de ciudades y regiones*. Madrid, I.E.A.L., 422 p.
- RODERO PÉREZ, J., (1999.) *Dinámica sedimentaria y modelo evolutivo del margen continental suroriental del Golfo de Cádiz durante el cuaternario superior (Pleistoceno Medio - Holoceno)*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada.
- ROBERTS, D.J., (1970.) *The Rif-Betic orogen in the Gulf of Cadiz*. Marine Geology, 9, pp. 1031-1037.
- RECOMENDACIONES PARA OBRAS MARÍTIMAS, (2001.) *Procedimiento general y bases de cálculo en el proyecto de obras marítimas y portuarias*. Puertos del Estado, Ministerio de Fomento.
- RECOMENDACIONES PARA OBRAS MARÍTIMAS, (1992.) *Oleaje. Anejo I. Clima marítimo en el litoral español*. Dirección General de Puertos.

- RUBIO, D., (2003.) *Gestión Integral de Playas*. Premio Turismo 2001, Madrid, Ed. Síntesis. XXXX
- RUEDA, S., (1996.) *La ciudad compacta y diversa frente a la conurbación difusa*. Primer Catálogo español de Buenas Prácticas Hábitat II, Ministerio de Fomento, (Disponible en <http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a009.html>)
- SALM, R. Y PRICE, A., (1995.) *Selection of marine protected areas*. Marine Protected Areas. Principles and techniques for management, London, Chapman and Hall.
- SALT, J. (1.) *Migration pressures on Western Europe*. En: COLEMAN, D. (Ed.): Europe's Population in the 1990s. 92-126. Oxford University Press. New York.
- SAMPER, F.J., CARRERA, J., (1996.) *Geoestadística. Aplicaciones a la hidrología subterránea*. CIMNE (Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, Universidad Politécnica de Cataluña. XXXX
- SANTIAGO, J.M., (2004.) *Metodología para el establecimiento de nuevos criterios de ordenación del territorio en el medio litora. Calidad de Vida y Sostenibilidad. Aplicación en el litoral Atlántico de Andalucía: Zahara de los Atunes*. VII Jornadas Españolas de Ingeniería de Costas y Puertos, Almería.
- SANTIAGO, J.M., (2005.) *Memoria de Síntesis para la presentación de la Tesis Doctoral*. Universidad de Granada.
- SHEEHAN, R., (1994.) *Coastal Zone Management is Okay but it is not as Good as the Real Thing*. Proceedings of AGI 94 Hydrology and the Marine Environment, London, AGI, pp.13.2.1-13.2.4
- SMITH, A.G. Y WOODCOCK, N.H., (1982.) *Tectonic Synthesis of the Alpine-Mediterranean region: a review*. Alpine-Mediterranean Geodynamics (Eds. Berckhemer, H. y Hsü, K.J.) Amer. Geophys. Un., Washington D.C. 7, pp. 15-38.
- SORENSEN, J.C. Y MCCREARY S.T., (1990.) *Institutional Arrangements for Managing Coastal Resources and Environments*. Renewable Resources Information Series N° 2, Washington D.C.
- SRIVASTAVA, S.P., SHOUTEN, H., ROEST, W.R., LITGORD, K.D., KOVACS, L.C., VERHOEF, J. Y MACNAB, R., (1990.) *Iberian plate kinematics: a jumping plate boundary between Eurasia and Africa*. Nature 344, pp.756-759.
- SWIFT, J.H., AAGAARD, K. Y MALMBERG, S.A., (1980.) *The contribution of the Denmark Strait overflow to the deep North Atlantic*. Deep-Sea Research part A. Oceanographic Research Papers 27, pp. 29-42.
- TARBUCK Y LUTGENS, (1999.) *Ciencias de la Tierra. Una introducción a la Geología Física*. Madrid. Ed. Prentice Hall.
- TAVEIRA, F. (ED.), (2003.) *Good Practices in Coastal Zone Management and Coastal Defence*. EUCC - The Coastal Union, Hydraulics and Water Resources Institute, Faculty of Engineering, University of Porto. XXXX
- TAYLOR, F.W., (1911.) *The principles of scientific management*. New York: Harper and Bros
- TERWINDT, J.H.J. Y BATTJES, J.A., (1990.) *Research on large scale coastal behaviour*. Proc. 22nd ICCE, Delft, pp. 1975-1983.
- TOBLER, W., (1979.) *A Geographical Migration probability Density Function*. The Ontario Geographer, pages 41-46
- TRONCOSO, J.C. ET AL., (2003.) *Predicción de la localización de actividades urbanas en el gran Santiago utilizando técnicas de econometría espacial*. Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, 2003
- UNITED NATIONS CONFERENCE ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, (1992.) *United Nations Conference on Environment and Development. Outcomes of the Conference*. Río de Janeiro, Brasil.

- UNIVERSIDAD DE CÁDIZ, (.) *Agenda 21: Litoral de la Janda hacia un desarrollo sostenible*. Cádiz, Universidad, Diputación. XXXX
- VALLEGA, A., (2001.) *Focus on integrated coastal management, comparing perspectives*. Ocean and Coastal Management 44, pp. 119-134.
- VALLEGA, A., (1992.) *The Management of the Mediterranean Sea: The Role of Regional Complexity*. Ocean and Coastal Management 18 (2-4), pp. 279-290.
- VALLEJO, S.M., (1993.) *The Integration of Coastal Zone Management into National Development Planning*. Ocean and Coastal Management 21, pp.163-181.
- VALVERDE, H.R., TREMBANIS, A.C., PILKEY, O.H., (1999.) *Summary of beach nourishment episodes on the US East Coast Barrier Islands*. Journal of Coastal Research 15 (4), pp.
- VAN DER VALK, A. G., (1974.) *Environmental factors controlling the distribution of forbs on coastal foredunes in Cape Hatteras National Seashore*. Canadian Journal of Botany 52, pp. 1057-1073.
- VAN DER WEIDE, J., (.) *A Systems of Integrated Coastal Management*. Ocean and Coastal Management 21, pp. 129-148.
- VAN KONINGSVELD, M., (2003.) *Matching Specialist Knowledge with End Users Needs*. Doctoral Thesis, University of Twente, Nehterlands.
- VAN KONINGSVELD, M., ET AL., (2003.) *Usefulness and Effectiveness of Coastal Research: A Matter of Perception?*. Journal of Coastal Research 19-2, 441-461.
- VELOSO, F., (1996.) *Alterções na Zona costeira e Impactes nas Lagunas Costeiras*. Seminário Sobre Lagunas Costeiras e Ilhas-Barreira da Zona Costeira de Portual. Associação Eurocoast-Portugal, Portugal.
- VINUESA, J. ET AL., (1997.) *Demografía. Análisis y Proyecciones*. Col. Espacios y Sociedades, Madrid, Ed. Síntesis.
- VIVAS, H. (.) *Economía Regional y Urbana*. Departamento de Economía. Universidad del Valle
- VON THÜNEN, J., (1826) *Der isolirte Staat in Beziehung auf Landwirthschaft und Nationalökonomie, oder Untersuchungen über den Einfluss, den die Getreidepreise, der Reichtum des Bodens und die Abgaben auf den Ackerbau ausüben*. Vol. 1, 1826
- VRIEND, H.J. DE, LOUTERS, T. BERBEN, F. Y STEIJN, R.C., (1989.) *Hybrid prediction of a sandy shoal in a mesotidal estuary*. Grower Technical, Aldershot, pp. 145-156.
- WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (WCED), (1987.) *Our Common Future*.Oxford University Press, Oxford.
- WELLS, S. Y WHITE, A. T., (1995.) *Involving the comunity*. Marine Protected Areas. Principles and techniques for management, London, Chapman and Hall.
- WILLIAMS, A.M; KING, R. Y WARNES, T. (1997.) *A place in the sun: international retirement migration from northern to southern Europe*. European Urban and Regional Studies. 2, 4, 115-134.
- WILLIAMS, A.T. ET AL., (2001.) *Integrated coastal dune management: checklist*. Continental Shelf Research 21 1937-1960. XXXX