

# Objetivos y estrategias para el proyecto territorial de los espacios abiertos metropolitanos. Hacia una ecología regional

Lorena Maristany Jackson<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Arquitecta y profesora del DUOT / UPC - Este artículo corresponde a la tesis doctoral Espacios abiertos Metropolitanos: criterios, objetivos y estrategias para el proyecto territorial. El caso de la Región urbana de Barcelona. Dirigida por Antonio Font Arellano.

**Keywords:** Open spaces, green infrastructure, systemic approach, regional ecology.

## **Abstract:**

Metropolitan open spaces, among which we consider agricultural and forest spaces, river spaces, beaches, parks, gardens, urban parterres and all those elements that, however small, have a certain degree of naturalness as opposed to paved and built-up spaces, make up the metropolitan green infrastructure. These spaces, which have traditionally been used as reserve spaces for urban growth, should be considered as structural elements in territorial and urban planning, at the same level of importance that urban systems and infrastructure.

The lack of a systemic approach, necessary for the way the biophysical matrix works, causes its preservation and protection not to be adequately addressed and not valued to its proper extent. This current situation of fragmentation, reduction and degradation affects territorial efficiency.

Their environmental, productive and cultural functions, as well as the shape and structure they present, make them fundamental spaces with structuring capacity in any metropolitan scenario that we must recognize and value through their integral territorial project that they have suffered. This project should be framed in a new paradigm: Regional Ecology. This perspective integrates in a single analysis metabolism and structure of the whole region, abandoning the dichotomy that has traditionally been established between built spaces and open spaces.

## 1 Los espacios abiertos de la Región Metropolitana de Barcelona

De manera inevitable, el proceso de crecimiento urbano lleva asociado el proceso inverso, esto es, el decrecimiento de los espacios abiertos. Hasta aquí una obviedad. Sin embargo, es una de las principales constataciones que se deduce de los estudios que durante años hemos llevado a cabo sobre las transformaciones territoriales y urbanas en la Región metropolitana de Barcelona (RMB).<sup>1</sup>

Mientras íbamos determinando las lógicas, los patrones morfológicos y tendencias de los procesos de crecimiento urbano, observábamos también cómo los mosaicos agroforestales iban disminuyendo y fragmentándose, hasta convertirse en piezas e intersticios cada vez más pequeños y frágiles, atrapados entre el tejido urbano y las infraestructuras de movilidad y de servicios.



Fig. 1. Transformación del paisaje entre 1956-2015 en el Delta del Llobregat. Fuente: ICGC.

Sobrevolando a vista de pájaro la RMB, en un recorrido transescalar, observamos una gran variedad de tipos y tamaños de espacios abiertos que se distribuyen alternados con los usos urbanos a lo largo del paisaje metropolitano. Entre ellos incluimos: los bosques, los espacios agrícolas, los espacios fluviales, las playas, los verdes públicos, los jardines privados, los parterres y los árboles que acompañan calles y avenidas, así como cualquier elemento que por más pequeño que sea presenta ciertos grado de naturalidad en contraposición a la materialidad de la ciudad caracterizada por hormigón asfalto, y el suelo como el elemento soporte fundamental.



Fig. 2. Tipos de espacios abiertos.

El denominador común es una cuestión topológica: todos ellos se encuentran inmersos en las dinámicas urbanas, en el intrincado escenario metropolitano y en situaciones de gran presión urbana.

Estos espacios han sido y son considerados como el gran fondo blanco sobre el que se extiende la metrópolis, son los espacios expectantes para futuros crecimientos urbanos propuestos a través de los Planes Generales. Son simplemente lo que les deja ser la ciudad. Son el **agente pasivo** en contraste con el gran dinamismo que presentan los procesos urbanizadores y se revelan como el negativo de la ciudad construida, convirtiéndose en los espacios más frágiles.

Podríamos apuntar que la causa principal de esta situación ha sido la **falta de proyecto** de los espacios abiertos a escala territorial ya que nunca, hasta el año 2010 en que se aprueba el Plan Territorial Metropolitano de Barcelona (PTMB), estos espacios han sido considerados como una capa fundamental en la planificación al mismo nivel que los sistemas urbanos y las infraestructuras. Esto quiere decir que la ordenación espacial que presenta actualmente la RMB no es otra que la suma de todos los Planes de Ordenación Urbanística Municipales (POUM) de cada uno de los municipios que conforman la región, a excepción de los del ámbito metropolitano que forman parte del Plan General Metropolitano (PGM 76). A esto se le suma el hecho de que el mosaico administrativo municipal del territorio catalán es de piezas pequeñas. En este escenario, donde cada municipio planifica sus crecimientos con una lógica local, es prácticamente imposible tener una visión global e integradora de la región y mucho menos de la estructura de los espacios abiertos.

La falta de proyecto de los espacios abiertos ha provocado que el suelo no urbanizable se haya convertido en la materia prima del **modelo económico-productivo** basado en la construcción, uno de los pilares de la economía española. Tal como muestran los estudios de Roca Cladera, este modelo provocó que en España se construyeran, en el periodo 2000-2006, más viviendas que en Reino Unido y Alemania juntos, pese a tener un peso demográfico menor y que el número de viviendas creciera más que la población (PEIRÓN, 2008). Esto fue avalado por las políticas de liberalización de suelo mediante la aplicación del *Decreto-Ley 4/2000*. Este decreto, que apuntaba como causa principal del elevado precio del suelo la falta de oferta y la complejidad de las intervenciones administrativas de los procesos urbanos, no sólo no consiguió sus objetivos, sino que los precios de la vivienda subieron exponencialmente hasta convertirse en una burbuja inmobiliaria que provocó en el año 2008 una crisis económica que todavía hoy no se ha superado definitivamente.

Detrás de todo esto encontramos como factor principal la falta de **critério ecológico** y por consiguiente la falta de **enfoque sistémico** en la planificación urbana y territorial. Esto ha provocado que no hayamos sabido valorar la gran importancia de los espacios abiertos y que se haya planificado el territorio de manera **sectorial**. Un enfoque muy inadecuado si tenemos en cuenta que la matriz territorial funciona como un sistema abierto donde todo está interconectado.

## 2 El funcionamiento de la matriz territorial, hacia un enfoque sistémico.

### La matriz territorial funciona como un sistema

El enfoque sistémico se basa en el funcionamiento de la **matriz biofísica**, definida como el soporte espaciotemporal subyacente a todo el territorio, conformada por el conjunto de vectores abióticos -atmósfera, hidrosfera y suelo- y bióticos -flora, fauna y el hombre como elemento vivo- y las relaciones funcionales que se establecen entre ellos. La matriz territorial o matriz biofísica funciona como un **sistema abierto** en el que, de acuerdo con el 2º principio de la termodinámica, hay un constante intercambio de materia y energía que circula a través de todos sus elementos. Tal como explica Schrödinger (1983) los organismos vivos necesitan intercambiar -comiendo, bebiendo, respirando etc.- energía y materiales con su entorno para evitar la degradación al estado inerte de equilibrio, es decir a al estado de equilibrio termodinámico o de máxima entropía.

De aquí se deriva que la matriz biofísica nunca pueda ser entendida ni explicada en términos de sus elementos separados; su manera de funcionar le confiere carácter global, holístico, con un alto grado de complejidad, dado que las relaciones que se establecen entre sus elementos son multidireccionales. Pero este enfoque no es nuevo; geógrafos como Alexander Von Humbolt, en el siglo XVIII, y Carl Sauer, a principios del siglo XX, han defendido esta concepción holística de la superficie terrestre, en la que todos sus elementos

aparecen interconectados y estructurados de una determinada manera, de la que dependerá el carácter de las relaciones que se den entre ellos (SAUER, 1927; BOLÓS, 1992).

## **Función conectora y Servicios Ecosistémicos**

El **flujo constante de materia y energía** (ciclo de carbono, nutrientes, agua, alimentos etc.) conecta a todos los elementos de la matriz, tanto abióticos como bióticos (metabolismo). De los ciclos naturales que se dan en la matriz biofísica se derivan **bienes y servicios ecosistémicos**<sup>2</sup> (servicios de provisión, servicios culturales, servicios de regulación y servicios de apoyo) considerados como fundamentales para el bienestar de nuestra sociedad y para la vida en el planeta (CAIRNS, 1996). Los **servicios ecosistémicos** se definen como las condiciones y los procesos a través de los cuales, los ecosistemas naturales y las especies que los conforman sostienen y satisfacen la vida humana (DAILY, 1997).

En este sentido, los servicios ecosistémicos tienen una componente de interés social y al mismo tiempo económico, ya que prestan servicios a la humanidad desempeñando una serie de tareas que, si las tuviéramos que sustituir artificialmente, nos supondrían unos costes enormes o, simplemente, no podríamos realizar esta sustitución (TERRADAS, 2000).

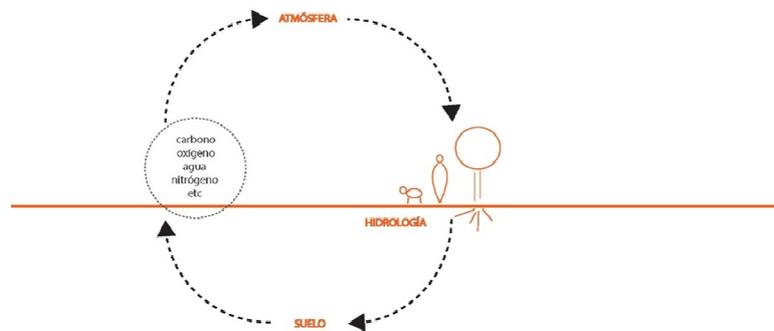


Fig. 3. Esquema de funcionamiento de la matriz biofísica. Elaboración propia.

## **Biodiversidad y Estructura del Paisaje**

Desde el punto de vista de su estructura, la ecología del paisaje nos explica que la matriz biofísica es un sistema funcional de escala kilométrica integrado por partes que interactúan en el que se dan flujos de materia y energía resultantes de unos procesos naturales o antrópicos (RODÀ, 2003).

La biodiversidad y la estructura del paisaje están directamente relacionadas. Por un lado, la **biodiversidad**, que se define como la variedad de formas de vida a todos los niveles de organización, desde las moléculas hasta la escala de paisaje, se genera en los ecosistemas y al mismo tiempo los mantiene (DAILY, 1997). Por otro lado, la ecología del paisaje expone que la **estructura espacial** y el **funcionamiento** de la matriz territorial no pueden separarse ya que su funcionamiento, definido como la capacidad de acoger **biodiversidad** y mantener **servicios ecosistémicos**, depende directamente de su **estructura**.

Al mismo tiempo, la estructura del paisaje se caracteriza por la heterogeneidad y la conectividad. La **heterogeneidad** se define como la variedad de elementos que componen el mosaico de un paisaje, tanto en lo referente a la forma y extensión -teselas, matrices o corredores (FORMAN, 1986)- o a los tipos en función de su cobertura -forestales, agrícolas, fluviales etc.- (RODÀ, 2003). La **conectividad** o permeabilidad (metabolismo) se define como la capacidad de mantener los flujos ecológicos, tanto abióticos (como ciclo del agua) como bióticos (movimiento de la fauna), entre los distintos espacios de la matriz (CASTRO, 2002). Así, un paisaje es permeable cuando la dispersión de especies entre los distintos ecotopos está garantizada (RODÀ, 2003).

Teniendo en cuenta todo esto, podríamos afirmar que la estructura del paisaje de un territorio urbano va a depender de tres factores: de la cantidad de espacio que ocupe la ciudad y las infraestructuras; de la forma en que se ocupa ese espacio, o sea, de la disposición espacial del conjunto de elementos que la conforman la ciudad (edificios, viarios etc.); y de la gestión que se lleve a cabo, por ejemplo, una agricultura que tienda al monocultivo provoca la disminución de la biodiversidad. En este sentido, la biodiversidad es un buen indicador del buen o mal estado ambiental. Estudios recientes de los mosaicos agroforestales en la AMB proponen un indicador para medir la integración del paisaje (ELIA) que combina la estructura del paisaje -heterogeneidad y permeabilidad- con los datos de balance energético -Energía e Información, es decir, manera en que se distribuye la energía en el paisaje (LET).<sup>3</sup>

## **Eficiencia territorial**

El buen funcionamiento de la matriz depende del **buen estado ecológico** de su paisaje que, a su vez, depende de la **eficiencia territorial**, entendida como las formas de aprovechamiento económico de la matriz biofísica que consiguen satisfacer las necesidades humanas (sostenibilidad), manteniendo al mismo tiempo el buen estado ecológico de su paisaje, evitando así la degradación medioambiental que acontece cuando aumenta la energía disipada (MARULL, 2008). Actualmente, la gran cantidad de energía disipada, tanto por las ciudades como por la industrialización de la agricultura, es la causa principal de la degradación de la matriz territorial.

## **3 Procesos y problemáticas de los espacios abiertos metropolitanos y sus factores**

El análisis sobre las situación de los espacios abiertos metropolitanos nos muestra cómo éstos están sufriendo procesos de disminución, fragmentación y degradación.

### **Fragmentación**

(1) Los espacios abiertos metropolitanos sufren procesos de fragmentación, a través de los cuales, el medio natural se ve reducido a piezas cada vez más pequeñas, aisladas y desconectadas entre sí, afectando así al intercambio de flujos abióticos y bióticos, y en consecuencia al buen funcionamiento de la matriz biofísica, que, como hemos comentado, depende de su **estructura**.

La fragmentación tiene una relación directa con los sistemas urbanos y las infraestructuras que recortan y fragmentan los espacios abiertos, dejándonos por negativo una determinada *mancha* de suelo no urbanizable en la que podemos detectar diferentes situación en términos de discontinuidad y posición relativa en la RMB.

Este proceso se da sobre todo en el área central de la región debido a las infraestructuras de movilidad y las estructuras urbanas, que han ido creciendo de forma extensiva por agregación hasta conurbarse, configurando, junto a las principales arterias viarias, los continuos urbanos, convirtiéndose en las grandes barreras que provocan la fragmentación y el aislamiento de los espacios abiertos a gran escala. Por otro lado, el patrón de crecimiento disperso genera una fragmentación de carácter intersticial y de escala menor, donde la baja densidad del modelo edificatorio no supone barreras tan importantes como en los modelos compactos.

En realidad, no es tanto un problema de pérdida de suelo en términos de superficie, ya que la ciudad al crecer, de manera necesaria, ocupa suelo, sino que la forma de ocupar el espacio, es decir, los parámetros morfológicos como la densidad, continuidad-discontinuidad que son, en definitiva, los caracterizadores de la estructura espacial resultante, tienen consecuencias directas en los procesos de fragmentación de los espacios abiertos. La forma de la ciudad es, por tanto, fundamental, ya que, si los crecimientos urbanos hubiesen sido planificados, asegurando la continuidad de la matriz agroforestal y los corredores fluviales, éstos no se habrían fragmentado.

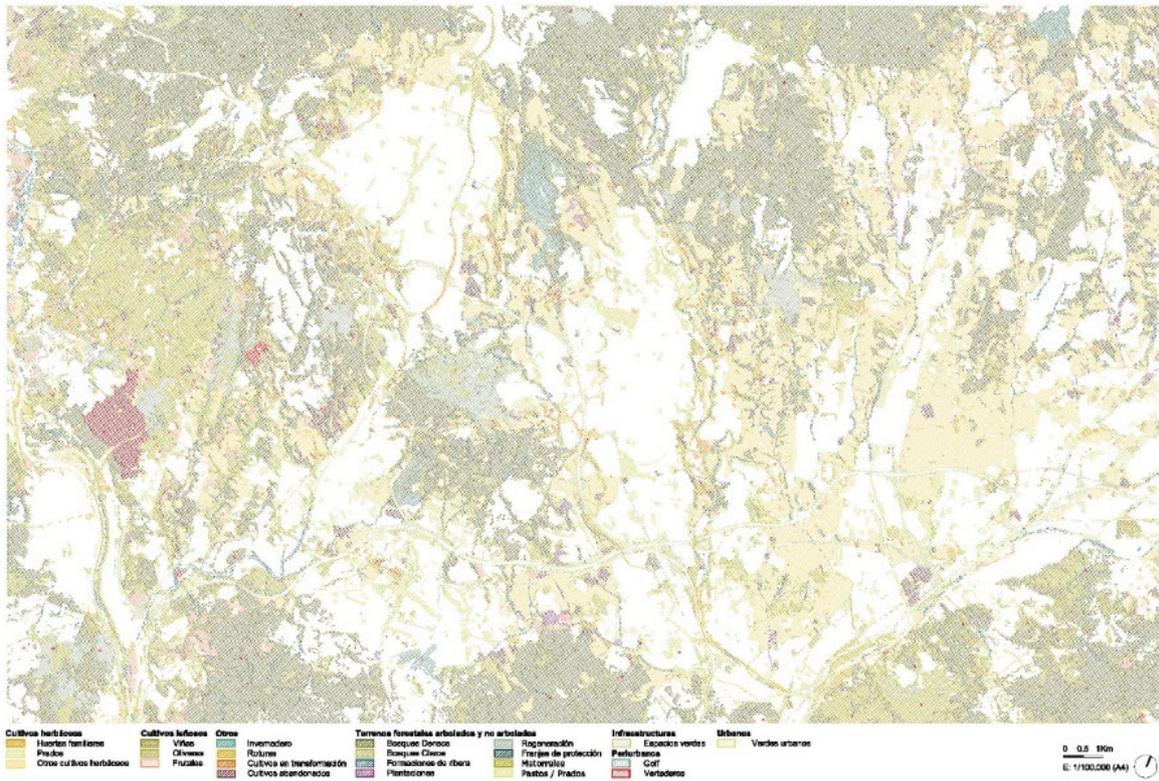


Fig. 4. Fragmentación del mosaico agroforestal en el ámbito central de la RMB. Elaboración propia a partir del Mapa Cubiertas del Suelo de Catalunya.

## Perdida y disminución

Hay procesos de pérdida y disminución de suelo natural por sellado que queda sepultado bajo el asfalto y el cemento. De acuerdo con los datos del MCSC, en la RMB el suelo sellado en el año 1956 era el 5,37% y en el año 2009 era el 22%; esto significa una pérdida de 54.476 ha.<sup>4</sup>

La cubierta de suelo que más ha disminuido ha sido la **agrícola**, que se pierde por usos urbanos, pero también por el aumento de la cubierta forestal cuando se abandona la agricultura. La pérdida de suelo se acentúa en las ciudades con densidades muy altas donde existe una falta de espacios verdes, provocando, entre otras cosas, el aumento del efecto isla de calor y que la media de la ratio de espacio verde por habitante sea de 11,3 m<sup>2</sup>/habitante, llegando a 1,9 m<sup>2</sup>/habitante en el ensanche barcelonés.

En la RMB, donde existe un gran contraste en términos de densidad entre las urbanizaciones residenciales de baja densidad dispersas en el territorio (41% de la superficie destinada a uso residencial) (FONT, 2005) y las tramas urbanas más densas, la búsqueda de las **densidades razonables**, en los futuros proyectos de regeneración y transformación de las ciudades, será una cuestión crucial.

## Degradación

Los espacios abiertos metropolitanos sufren procesos de **degradación**, a través de los cuales se reducen y desgastan las cualidades inherentes a cada tipo de espacio, impidiendo que puedan desarrollar sus funciones y haciéndolos, además, muy vulnerables.

El **suelo** se degrada por **contaminación**, causada por la actividad agrícola y ganadera (nitratos y plaguicidas), por actividad industrial, la actividad comercial de hidrocarburos y por una gestión de los residuos muy ineficiente.

Hay procesos de degradación y regresión de todos aquellos **espacios asociados con el ciclo del agua**. Los **espacios fluviales** se degradan debido a diferentes factores: las estructuras urbanas e infraestructuras de movilidad y servicios ocupan y alteran geomorfológicamente los espacios fluviales; la disfunción existente en el régimen de caudales (por demanda de agua para regadío, políticas hidráulicas inadecuadas, modelos urbanos de baja densidad, y redes urbanas y agrícolas ineficientes); la calidad del agua por falta de redes separativas y por la actividad agrícola; y las especies invasoras. Los **humedales** se degradan debido a la actividad agrícola del parque agrícola Baix Llobregat; los **pantanos**, por los vertidos industriales y urbanos; y las **aguas subterráneas**, por salinización, por lixiviación de los residuos, por nitratos de origen agrario y por sobreexplotación.

Las **playas metropolitanas** sufren también procesos de degradación y regresión debido a la interrupción de la dinámica sedimentaria, causada por la ocupación del litoral por parte de usos urbanos e infraestructuras y la construcción de puertos.

Con relación a los **bosques** hay que decir que, si bien su superficie ha aumentado (16% en el período 1956-2009 y actualmente representa el 51% de la región) en detrimento del suelo agrícola, que disminuye (58% en el período 1956-2009 y actualmente representa el 18% de la región), sufren degradación debido a su abandono (el 80% de los bosques catalanes no tiene gestión directa) y a la falta de agua permanente por una gran evapotranspiración, debida al aumento de la temperatura y la alteración en el régimen de lluvias por el cambio climático. Debido también a la falta de agua, los **espacios verdes urbanos** y la vegetación de las ciudades son muy vulnerables.

## Análisis de factores

Ante todas estas problemáticas parecería lógico proponer la **restitución de las continuidades** para contrarrestar la fragmentación; la **recuperación de espacios verdes** en las ciudades ante la pérdida de suelo natural; y la **restauración ecológica** de los espacios degradados. Sin embargo, todo esto sería inútil si no actuamos sobre las verdaderas causas de estas situaciones de una manera integral.

Pero ¿cómo podríamos asegurarnos de que actuamos sobre todos los factores, si es difícil establecer relaciones lineales causa-efecto, debido precisamente al carácter sistémico de la matriz biofísica, que se comporta de una manera multidireccional?

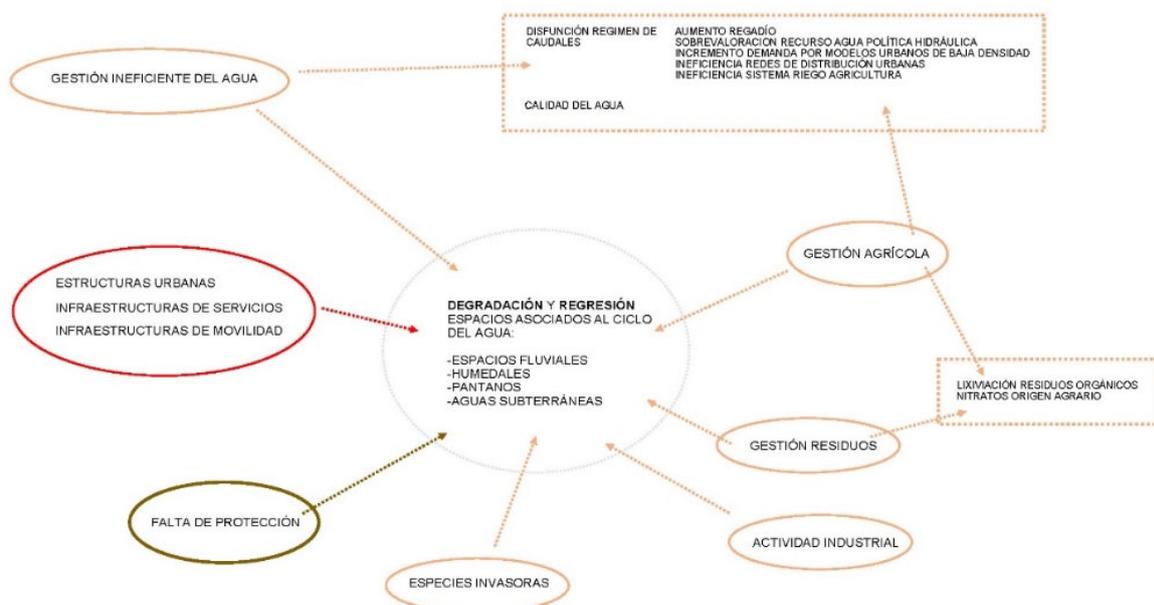


Fig. 5. Las múltiples causas del mal estado de los espacios relacionados con el ciclo del agua muestran que no podemos establecer una relación lineal causa-efecto. Elaboración propia.

Esta manera de funcionar puede generar diferentes relaciones: que una situación se deba a diferentes causas, como por ejemplo la degradación de los espacios fluviales que tiene que ver con las estructuras urbanas que ocupan el espacio fluvial, con las disfunciones en el régimen de caudales, con la calidad del agua y con las especies invasoras; o que una misma causa produzca diferentes situaciones, como por ejemplo la contaminación por usos agrícolas afecta al agua y al suelo; o incluso situaciones donde se den bucles de retroalimentación, en los que una acción actúa sobre un elemento y éste actúa sobre el primero, como el caso del aumento del efecto isla de calor al utilizar sistemas de refrigeración en verano. En realidad, si pudiésemos representar todas las relaciones que se dan en la matriz biofísica obtendríamos, seguramente, un gráfico algo caótico.

Por ello, a partir del análisis de los factores que provocan los procesos de fragmentación, pérdida y degradación, más que proponer una solución para cada uno de ellos, planteamos agrupar los factores que los causan en función de su naturaleza. Así podremos garantizar que actuamos sobre todos ellos. Se detectan tres tipos:

- **Estructuras.** Las estructuras urbanas e infraestructuras de movilidad y de servicios y sus configuraciones espaciales son las causantes directas de la pérdida de suelo y de la fragmentación, así como de la degradación de los espacios fluviales y de las playas, porque los ocupan, provocando la desaparición de esos espacios.

Será necesario, por tanto, actuar sobre las ciudades y las infraestructuras.

- **Legislación.** La falta de protección por parte de la planificación urbana, territorial y sectorial. Hasta el año 2010 en que se aprueba el Plan Territorial Parcial Metropolitano de Barcelona (PTPMB), no ha habido un instrumento de planificación que haya considerado los espacios abiertos como una capa fundamental en la planificación a escala territorial. Sin embargo, todavía son los Planes Generales, las únicas figuras que pueden clasificar suelo. Esto significa que las determinaciones en las lógicas de ocupación de suelo seguirán siendo locales, hasta que no haya una figura que proteja de manera vinculante los espacios abiertos con visión de conjunto.

Por otro lado, hasta el año 2006, no se aprueba la *Ley 9/2006 sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente*. Esto quiere decir que hasta esa fecha no se han evaluado los impactos en el medioambiente causados por el planeamiento.

También hay falta de instrumentos clave: agricultura y conectividad, y la ley de paisaje no es vinculante.

Hay que destacar también que, a pesar de que existe un extenso marco legislativo e instrumentos medioambientales<sup>5</sup>, tanto a nivel europeo, estatal y autonómico, que empiezan a redactarse en la década de los 80, hay **falta de integración** y de coordinación entre ellos, y además han sido laxos y poco eficaces y no se han aplicado con la rotundidad y el rigor necesario.

Por último, hay que apuntar que la planificación territorial y urbana han estado más enfocadas a la estructura, a la forma de la ciudad que a su metabolismo.

Por consiguiente, se hace evidente la necesidad de integrar y coordinar todos los instrumentos de planificación territorial y urbana con las políticas sectoriales medioambientales, así como de aplicarlos de manera más efectiva y rigurosa.

- **Gestión.** Por último, los factores asociados a una **gestión ineficiente** de los procesos relacionados con el agua, los residuos, la energía, las actividades agrícolas, ganaderas y forestales, y con las actividades económicas potencialmente contaminantes (industriales, los hidrocarburos o la minería), ya que tienen una relación directa con los procesos de degradación.

La gestión ineficiente del **agua** tiene diversas consecuencias. (1) provoca **disfunciones en el régimen de caudales**, debidas al aumento del regadío, a las políticas hidráulicas, a los modelos urbanos de baja densidad, a la ineficiencia de las redes de distribución, tanto urbanas como en los sistemas de riego de la agricultura; (2) afecta a la **calidad del agua** por inexistencia de redes separativas en las ciudades (al mismo tiempo, la disfunción en el caudal y la calidad del agua afectan a los espacios fluviales degradándolos); (3) provoca **salinización** en los acuíferos por sobreexplotación; (4) y tiene una relación directa con la **degradación de los bosques** y de la

**vegetación urbana**, debido a la falta de agua permanente por una gran evapotranspiración, debida al aumento de la temperatura y la alteración en el régimen de lluvias por el cambio climático.

Por tanto, una mala gestión del agua afecta a varios elementos de la matriz biofísica -hidrología, bosques y la vegetación urbana, la agricultura- poniendo en peligro la supervivencia de los seres vivos en el planeta.

La gestión ineficiente de los **residuos** urbanos, con unas tasas muy bajas de recogida selectiva y de recuperación en las TMB, provoca que una gran parte de residuos acaben en vertederos, donde se mezclan con la fracción orgánica, que no ha sido tratada para la generación de biogás o compostaje, y que, en su proceso de descomposición, forma lixiviados, arrastrando los productos tóxicos presentes en la basura, contaminando el suelo y las aguas subterráneas, que se utilizan para consumo humano y riego. Lo mismo sucede con los residuos de la construcción y los residuos industriales.

La utilización de **energía** producida por los combustibles fósiles para el transporte público y privado, para la edificación y los espacios públicos, es una de las principales causas de contaminación atmosférica por emisiones de gases efecto invernadero. La contaminación atmosférica impacta en la ciudad, degradando edificios, mobiliario, monumentos; reduciendo la biodiversidad y debilitando la vegetación; enfermando y reduciendo la esperanza de vida de los ciudadanos y causando el efecto isla de calor, contribuyendo así al calentamiento global de la atmósfera a una escala global.

El cambio en la **gestión agrícola**, debido a la industrialización, ha provocado muchos problemas. La pérdida de biodiversidad por la tendencia al monocultivo; la contaminación de suelos y aguas superficiales y subterráneas por nitratos, abonos químicos y plaguicidas; y disfunción en el régimen de caudales por aumento de superficie de regadío. Por otro lado, el **abandono de la gestión forestal** provoca el aumento de biomasa que, junto con la falta de agua, incrementan el peligro de incendios en verano. Detrás de todo esto está, en realidad, el **abandono de la gestión integrada entre la agricultura, la ganadería y el bosque** que provoca la interrupción de los flujos materiales y energéticos entre la actividad agraria, ganadera y forestal.

De acuerdo con los datos de la Agencia de Residuos de Catalunya (ARC), en Catalunya el 82% de los casos de contaminación de suelo han sido originados por **actividades industriales y comerciales**. De las actividades industriales, el 66% corresponde a la industria química, la industria metalúrgica, la industria del petróleo y la gestión de residuos. De las actividades comerciales, el 88% de la contaminación se debe a las estaciones de servicio y a los centros de distribución de hidrocarburos. Teniendo en cuenta que en la RMB es donde se concentra el mayor número de polígonos industriales, podemos afirmar que es aquí donde encontramos más superficie de suelo contaminado.

La mala gestión de la **actividad minera** es también un factor que afecta a la calidad del agua, que se ve contaminada por usos mineros, localizados sobre todo en la cuenca del Llobregat, con las minas de sal de Sallent.

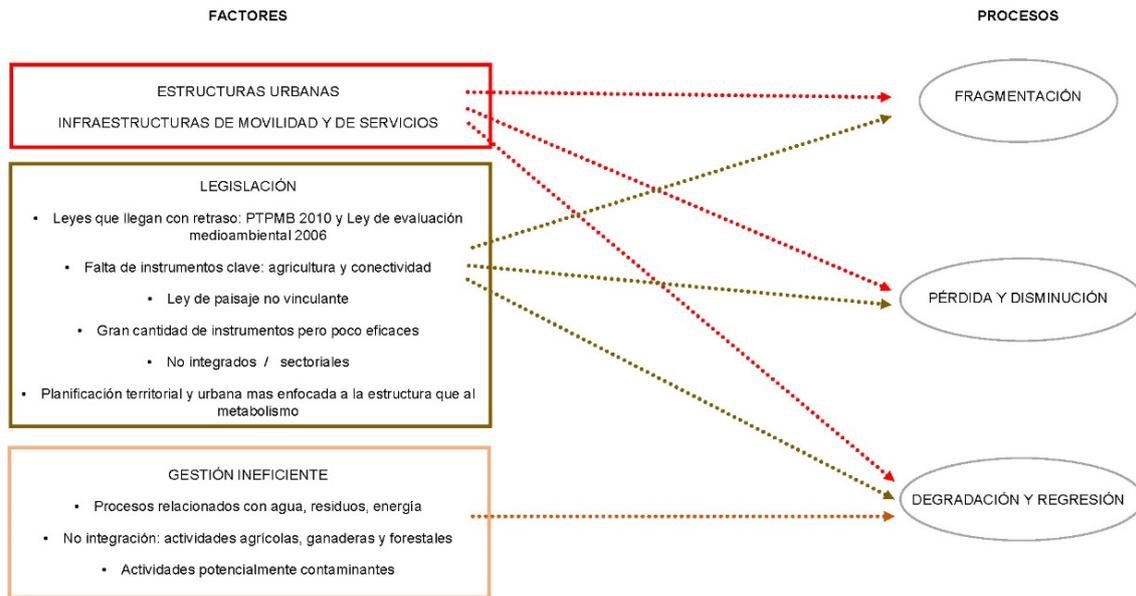


Fig. 6. Clasificación de los factores en función de su naturaleza. Elaboración propia.

## 4 Las claves para abordar el proyecto de los espacios abiertos metropolitanos

A partir de todo lo expuesto anteriormente se proponen una serie de objetivos, así como un criterio general y un sistema de actuación para el desarrollo del Proyecto de los Espacios Abiertos Metropolitanos.

### La Ecología Regional, un nuevo paradigma

El proyecto de Red Espacios Abiertos Metropolitanos debe enmarcarse en un nuevo paradigma, que podemos denominar ecología regional, basado en el enfoque sistémico que se deriva del funcionamiento de la matriz biofísica. La Ecología Regional propone:

- **Superar división entre escenarios urbanos y espacios abiertos.** Debemos abandonar la dicotomía entre lo natural y lo artificial ya que en el planeta no existen prácticamente paisajes naturales, sino paisajes transformados que son herencia de la relación entre el hombre y la matriz biofísica (MARULL, 2008). Los factores humanos (ecosistemas-ciudades), no pueden aislarse de los factores abióticos (atmósfera, hidrosfera, pedosfera) y bióticos (flora y fauna), sino que los dos juntos funcionan como un sistema acoplado humano-natural que conducen procesos y son afectados por los patrones y procesos que ellos mismos crean (MARFLUZZ, 2008). En este sentido, como dice Terradas (2001), la actividad humana no constituye una perturbación, sino un conductor y un condicionante de los procesos ecológicos.
- **Superar dicotomía entre ecología urbana y ecología del paisaje.** La ecología ha separado su análisis en dos ámbitos. Por un lado, la ecología urbana se ha centrado en el análisis del metabolismo urbano, es decir, en los flujos de materia y energía que circulan a través del ecosistema-ciudad. Por otro, la ecología del paisaje, que inicialmente se centra en la estructura del paisaje a través del modelo matriz-tesela-corredor (FORMAN, 1986) en el que se basan los proyectos de redes ecológicas en regiones metropolitanas y ciudades, combina en estudios recientes, la estructura con datos de balance energético, es decir, cómo energía e información se distribuyen en el paisaje (MARULL, 2008).
- **Integrar en un mismo análisis metabolismo y estructura.** La complejidad y la escala de una región urbana, donde sistemas urbanos, infraestructuras y los espacios abiertos funcionan de una manera conjunta, nos obliga a integrar los dos enfoques -ecología urbana y ecología del paisaje- en

lo que podríamos denominar **ecología regional**, cuyo objetivo sería tender a cerrar los ciclos metabólicos de los usos urbanos (agua, residuos, alimentos y energía), así como el de las actividades que se desarrollan sobre los mosaicos agroforestales (ganadería, agricultura y bosque) y el de todas aquellas actividades urbanas o periurbanas que puedan afectar la matriz biofísica.

La ecología regional debe integrar en un único análisis: (1) la forma y metabolismo de la ciudad, (2) la forma y metabolismo del conjunto de los espacios abiertos y (3) la estructura o configuración espacial de los sistemas urbanos e infraestructuras a escala de región, ya que de ella dependerá la fragmentación de los espacios abiertos metropolitanos. Para ello es necesario **RELACIONAR ESTRUCTURA Y METABOLISMO**, a través de instrumentos de **planificación física** y de instrumentos de **gestión**, que deben trabajar de manera integrada.

## Estructurar

A pesar del poco valor que se ha atribuido al conjunto de los espacios abiertos de la RMB, éstos juegan un papel fundamental en términos de forma y estructura y por el carácter esencial de las funciones medioambientales, sociales y productivas que desempeñan y, de manera subyacente, ya configuran una Red que hay que poner en valor, **identificando, estructurando y jerarquizando** todos sus elementos.

Tomando como referencia las propuestas de redes ecológicas de las regiones metropolitanas de Lisboa<sup>6</sup>, Bologna<sup>7</sup> y Álava por sus dimensiones similares a la RMB (3.239 km<sup>2</sup>), proponemos la estrategia de establecer un **sistema de tres redes**, de contenido, funciones y escalas diferentes.

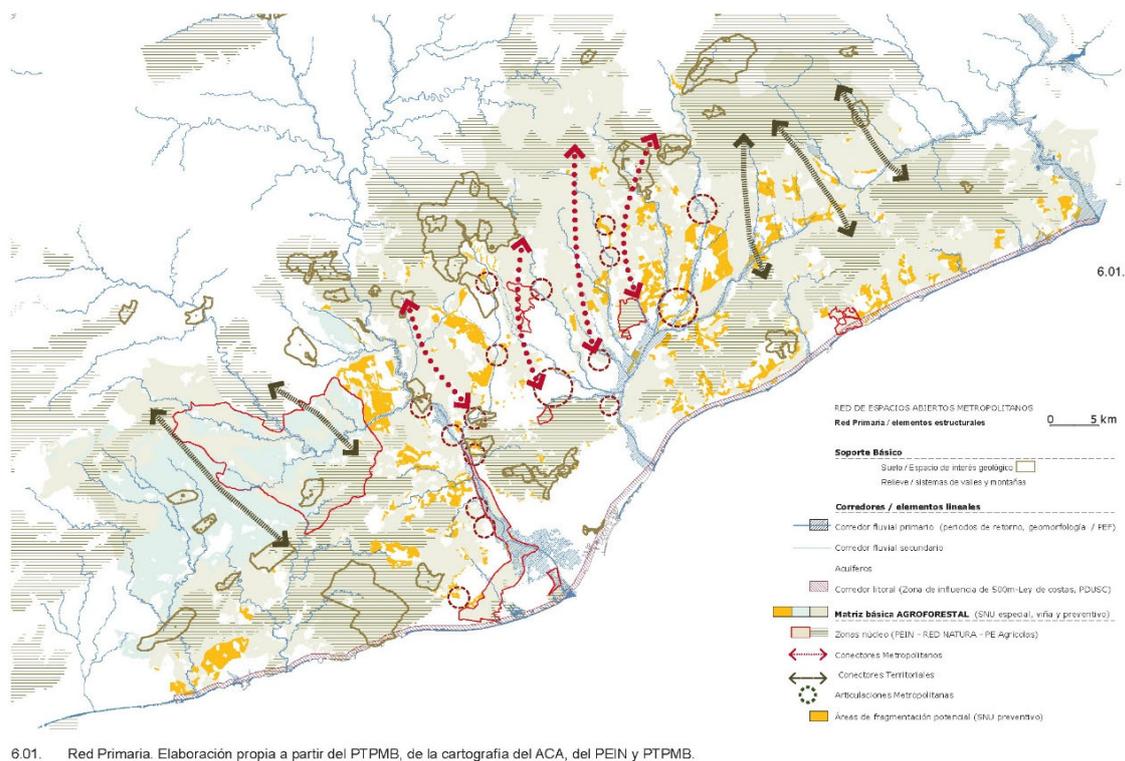


Fig. 7. La red primaria.

La **Red Primaria** incluye los **elementos estructurales**: el soporte básico como el suelo y el relieve; los elementos lineales territoriales como los ejes fluviales y sus acuíferos asociados, y el sistema litoral; y la matriz básica agroforestal.

Sobre ellos se propone una jerarquía en función de las distintas situaciones que detectamos en términos de discontinuidad y posición relativa en la RMB: **Zonas Núcleo**, los **Conectores Territoriales**, los Conectores Metropolitanos, las Articulaciones Metropolitanas y las Zonas de Fragmentación Potencial.

La **Red Secundaria** actúa en los límites y tiene como finalidad conectar los espacios de la red primaria con los espacios abiertos que se localizan en el interior de los tejidos urbanos y que configuran la red verde urbana.

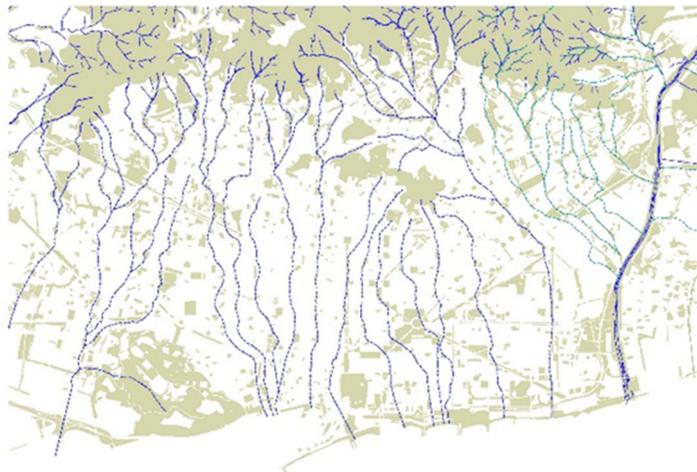


Fig. 8. Espacios verdes y ejes fluviales soterrados en el barcelonés. Elaboración propia a partir cartografía ICGC y MCSC.

La **Red Verde Urbana** incluye todos los espacios verdes que se localizan en el interior de los tejidos urbanos entre los que incluimos parques, jardines, parterres hasta los alcorques de los árboles. En términos de estructura y continuidad, identificamos las áreas o nodos y los corredores, definidos como los instrumentos estratégicos para trabajar la conectividad entre los nodos.

### **Conectar**

Para la restitución de las continuidades territoriales y urbanas de los espacios abiertos se proponen tres estrategias: transiciones, transversalidades y *buffers*. Cada una de ellas actúa en situaciones y a escalas diferentes sobre los elementos que provocan las barreras: los sistemas urbanos y las infraestructuras de movilidad. La aplicación de las tres estrategias nos garantizaría las conectividades a escala de territorio.

La estrategia **transiciones** actúa sobre los **límites**, es decir, sobre la Red Secundaria. Se basa en la idea de entender los límites urbanos como un espacio de proyecto, mediante la delimitación de un área de transición, de geometría variable, que se adapta a las características de cada tramo en función de los usos, elementos y espacios, ya sean de carácter urbano o rural, que se vayan incorporando. Los límites dejan de ser los espacios por donde avanza la ciudad y se convierten en **espacios finalistas**.



Fig. 9. Un ejemplo de área transición es el área funcional que establece *Plan Especial del Parque Natural de la Sierra de Collserola* (PEPNat).

La estrategia **transversalidades** se basa en la **permeabilización de barreras**, mediante la intervención en los elementos que las producen: las **infraestructuras de movilidad** y los **corredores urbanos**, cuando éstos tienen una medida suficientemente pequeña para que las conexiones, a través, sean viables. La idea es hacer emerger las rieras y torrentes y los caminos históricos que yacen bajo estos tramos de ciudad y que, complementados por los ejes de mayor urbanidad, los equipamientos y los espacios verdes, conformen la malla soporte de las nuevas conectividades.



Fig. 10. Proyecto “Abriendo caminos” de los alumnos del máster de proyectación urbanística de la UPC del módulo proyectar la ciudad, 2017.

La estrategia **buffers** se basa en la idea de aprovechar los **elementos lineales del territorio**, naturales o no, de largo alcance, como los ejes fluviales, los sistemas litorales, las infraestructuras de movilidad y los más pequeños, como los caminos. Si a todos estos elementos les aplicamos un buffer, adaptado a su medida, la superposición de todos ellos nos garantizaría la conexión total de todo el territorio de manera automática, ya que se convierte en una red. No es una idea nueva. Se basa en el Park System que Olmsted ya propuso en el siglo XIX y que consiste en extender los parques, a modo de buffer, a lo largo del sistema viario, el único que por regla general siempre está conectado.

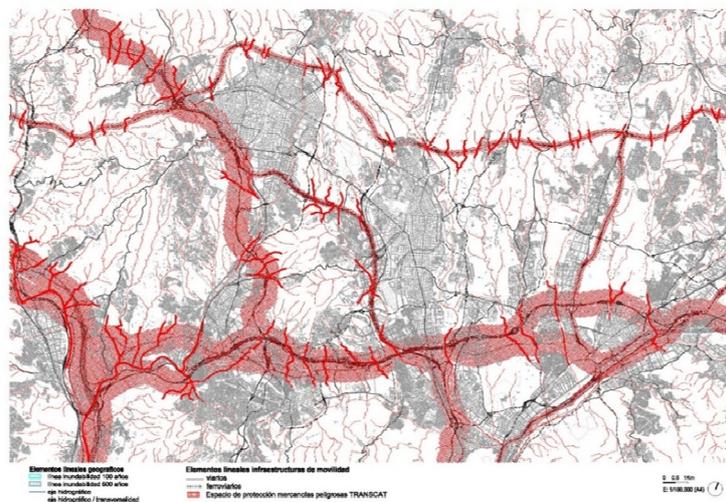


Fig. 11. Aplicación de las estrategias de Buffers, en las infraestructuras de movilidad, y de Transversalidades a través de los ejes fluviales que pasan por debajo de las infraestructuras de movilidad. Elaboración propia a partir cartografía ICGC.

## Recuperar, hacia la renaturalización de las ciudades

Dada la pérdida de suelo natural que se acentúa, sobre todo, en ciudades con densidades muy altas, se plantea la necesidad de recuperar suelo natural y espacios verdes con actuaciones de pequeña escala encaminadas a recobrar espacios para el agua y la vegetación, con el objetivo de hacer los tejidos urbanos más porosos, recuperando así las funciones que desempeñan los espacios verdes en las ciudades.

Se propone las estrategias: **porosidad, productividad, proximidad, y peatonalización**. Éstas podrían incorporarse a la LU como nuevos **parámetros** urbanísticos y aplicarse a través de los Planes de Mejora Urbana.

La estrategia **porosidad** busca reducir las superficies impermeables de las ciudades, recuperando la capacidad de filtrar, retener y acumular agua de lluvia, recobrando así el *efecto esponja* de la vegetación y del suelo natural. Así, se evitan las escorrentías superficiales y la contaminación del agua que, a su paso por las calles, recoge la contaminación depositada en el asfalto que acaba en las depuradoras<sup>8</sup>; se reduce el efecto isla de calor y se recuperan espacios que actúan como sumideros de carbono y son refugio de biodiversidad; se aprovecha el recurso del agua, en lugar de perderlo por el alcantarillado, alimentando los acuíferos (RUEDA, 2012).

Con la porosidad conseguimos **espacios productivos alimentarios** que contribuye a mejorar el metabolismo urbano, ya que optimizan los flujos de alimentos, de agua y de residuos; minimizan la entrada y por tanto el transporte de alimentos a las ciudades reduciendo así la energía; reducen el procesado y evita el uso de conservantes para mantener los alimentos que vienen de muy lejos (PAUL Y MCKENZIE, 2011).

Los parámetros de porosidad y productividad podrían establecer la proporción de suelo permeable en relación con la superficie total del ámbito de proyecto.

La estrategia **proximidad** se basa en la idea de que un sistema de parques idóneo sería aquel conformado por diferentes tipos de parque, de tamaños distintos, repartidos de manera homogénea y equilibrada en función de la densidad de los barrios. El parámetro proximidad establecería la distancia máxima que hay que recorrer para acceder a un espacio verde, tal como plantea Clarence Perry (1928) en su propuesta de Unidad Vecinal de 1916, nos garantizaría una distribución equilibrada de espacios verdes en la ciudad.

La **peatonalización** de la ciudad propone devolver el espacio público, que actualmente utilizan los coches, a las personas. En este sentido, dado que, en Barcelona, el 70% del espacio público está destinado a los coches, podríamos decir que hay margen de maniobra suficiente. La idea es invertir esta proporción, tal como hizo Unwin en 1906 a través de sus ensayos en Hamstead, y, poco a poco, como dice Jan Gehl (1971), podemos ir humanizando la ciudad, recuperando espacios sociales, con calidad medioambiental donde se pueda estar y caminar, alejados del ruido y la contaminación de los coches, a velocidades peatonales, con zonas verdes, jardines y árboles. La red peatonal conectaría todas las zonas verdes existentes, a través de elementos y espacios urbanos de naturaleza muy distinta. La sistematización de todos ellos en una red los convierte automáticamente en elementos estructurantes en el paisaje urbano y asegura la continuidad del sistema.

## Restaurar

El objetivo restaurar se centra en la rehabilitación de todos aquellos ecosistemas degradados, como el suelo, los espacios fluviales, las playas, la matriz agroforestal y los espacios verdes urbanos.

La **restauración ecológica** (SER, 2004) consiste en ayudar al restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido y su objetivo es la **conservación y reposición del capital natural**, así como la **restitución de los servicios ecosistémicos**. A diferencia de otras prácticas, como la bioingeniería, la reforestación, la jardinería o el paisajismo (sic), la restauración ecológica se basa en el enfoque sistémico del territorio, que trata la tierra como un conjunto de partes que interactúan (BALAGUER, 2013), y no como partes y procesos aislados, que es el enfoque con el que normalmente

se abordan algunos proyectos de restauración. Por esta razón, los ámbitos de los proyectos pueden llegar a tener escalas espaciotemporales, que van más allá de la escala local. Los ríos son un buen ejemplo, ya que la degradación de los espacios fluviales no tiene sólo que ver con las actividades que se hacen al lado del cauce, sino que pueden verse afectados por actividades que se dan a escala de cuenca.



Fig. 12-13. El proyecto *Recuperación Medioambiental del tramo final del río Besòs* tiene como objetivos la renaturalización del río y conseguir su acercamiento a la ciudad. En este caso, se crean zonas húmedas para la depuración terciaria de las aguas residuales de la EDAR de Montcada i Reixac. Fuente: <https://www.planur-e.es/articulos/ver/el-bes-s-historia-de-una-transformaci-n/completo>

Fig. 14. En el año 1992, Gavà lleva a cabo el primer paseo marítimo. La clave del proyecto de Gavà fue priorizar el espacio para las dunas (LASCURAIN, 2017), minimizando la cinta por donde pasean las personas y las bicicletas. Foto: L. Maristany

## Regular, hacia la gestión integral del territorio

La relación directa que existe entre la degradación de la matriz medioambiental y la gestión ineficiente de los procesos relacionados con el agua, los residuos, la energía, las actividades agrícolas, ganaderas y forestales y las actividades económicas potencialmente contaminantes -recogidas en *Real Decreto 9/2005, por el cual se establecen la relación de actividades potencialmente contaminantes y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados*- pone en evidencia la necesidad de **regular** de una manera más efectiva y, sobre todo, integrada la **gestión** de estos procesos y actividades. De este modo, conseguiremos actuar en el conjunto de todas las causas que realmente degradan la matriz territorial.

Los criterios generales con los que debemos llevar a cabo la gestión de estos procesos son: el **principio de visibilidad** ((HOUGH, 1998), que haga visible los procesos naturales y el gran esfuerzo tanto económico y energético que hay, por ejemplo, detrás de la gestión del agua para el consumo urbano; la **gestión multifuncional**, basada en el hecho de que estos espacios son por naturaleza potencialmente multifuncionales (GORRIZ, 2015); y estar encaminada hacia una **economía circular**, que tienda a cerrar flujos metabólicos, minimizando la entrada de energía y materiales y, al mismo tiempo, reduciendo la disipación de la energía, la generación de residuos y el desperdicio del agua, y hacia la **autosuficiencia** en términos de agua, alimentos y energía, ya que la disminución de recursos externos hace que una región urbana sea menos dependiente y por lo tanto más resiliente.

El primer paso sería volver a integrar la **gestión entre la agricultura, ganadería y bosque**. De esta manera, volveremos a conectar espacialmente (en el mismo lugar) los flujos de materia y energía que tienen lugar entre estas actividades, pudiendo minimizar o eliminar los inputs de energía externos, tal como propone la agricultura orgánica. Para ello es necesario introducir claros agrícolas en los bosques e introducir teselas forestales en las zonas agrícolas, pasar de una ganadería intensiva a una ganadería extensiva y evitar los monocultivos, volviendo a los paisajes en mosaico. Los **paisajes en mosaico**, anteriores a la revolución verde, son, de acuerdo con la idea de Ramon Margalef, una buena forma de explotación de la naturaleza, no sólo porque disipan menos energía al reutilizar los flujos de energía internos, es decir, los recursos propios de las fincas agrícolas, sino porque incluso incrementan la biodiversidad del territorio. Esto los convierte en estructuras complejas, capaces de combinar producción y conservación. Constituyen, por tanto, los instrumentos de conservación más eficaces (TELLO, 2013).

El **agua** constituye el vector transversal del que depende la supervivencia de la matriz territorial, incluidas las ciudades. Uno de los principales objetivos de la Directiva Marco de Aguas de la Unión Europea (DMA) es la restitución del buen estado ecológico de los ecosistemas fluviales que han sido deteriorados. Para alcanzar este objetivo serán necesarios proyectos de restauración ecológica de muchos espacios fluviales, pero, sobre todo, dependerá de la gestión eficiente del agua, que no sólo afecta a los espacios fluviales, sino que afecta también a los bosques, a la agricultura de la cuenca (aunque la propia gestión de la agricultura es al mismo tiempo causa directa de la mala gestión relacionada con el agua) y a la vegetación urbana que se degradan por falta de agua. Por consiguiente, los objetivos principales que deben incorporar los Planes de Regulación y Gestión del Agua son: la **minimización de su consumo** y la **gestión**, siempre desde un enfoque transescalar que ponga en relación la disponibilidad de agua de la cuenca hidrográfica con las actividades demandantes de agua, desde la agricultura hasta el consumo urbano.

Las estrategias principales son: la reconversión de un modelo de ingeniería hidráulica a un modelo basado en el funcionamiento natural de los ríos; la mejora de los sistemas de distribución de agua para el abastecimiento en ciudades y para riego en la agricultura; potenciar el diseño del paisaje ya que puede mejorar también la eficiencia del uso del agua; restringir la localización de usos y actividades más demandantes de agua -como el regadío o los modelos urbanos de baja densidad- que debe tener en cuenta la capacidad hídrica del territorio; controlar rigurosamente la explotación de los acuíferos por pozos ilegales, implementar redes separativas y sistemas urbanos de drenaje sostenible, fomentar el almacenaje de agua de lluvia a escala de ciudad y de edificio, fomentar la reutilización de aguas grises y su reciclado in situ y su reutilización en la agricultura urbana.

En cuanto a la **gestión de residuos**, la finalidad principal debe ser impedir que éstos acaben en vertederos, evitando así la contaminación de suelos y aguas subterráneas y, por extensión, al mar. Para ello es necesario minimizar la generación de residuos. Este objetivo pasa necesariamente por un cambio de paradigma en el modelo de gestión, que debe hacer la transición de una economía lineal (materia prima-productos-residuos) a una economía circular, donde el residuo se revaloriza y pasa a ser considerado recurso, utilizado como materia prima para hacer otra vez productos. Las claves serán: por un lado, la **separación en origen** y la **recogida selectiva** tanto a nivel de usuario como comercial, y especialmente el tratamiento de la materia orgánica y su separación del resto de residuos desde el origen, ya que si no se separa bien es la causante de problemas muy graves de contaminación de suelo y aguas subterráneas por los lixiviados, y por otro, la gestión de los residuos a **pequeña escala**, que se ha mostrado mucha más eficiente en comparación con los modelos centrales basados en macro Plantas de Tratamiento Mecánico Biológico, con unas tasas de recuperación que apenas alcanza el 5%.

Por último, se propone la Fiscalización **las actividades económicas potencialmente contaminantes**, aplicando la ley de manera efectiva, ya que a pesar de que de acuerdo con el *Real Decreto 9/2005* los titulares de las actividades están obligados a presentar los Informes Preliminares de Situación (IPS), éstos no lo hacen, ya que del total de las 30.000 actividades potencialmente contaminantes solo se ha registrado 9.000 en Catalunya.



Fig. 15. Esquema de gestión integral territorial. Elaboración propia.

## Sistema de actuación

Para el desarrollo y gestión de la Red de Espacios Abiertos Metropolitanos se propone la creación de un Plan Integral que haga de paraguas, agrupando los instrumentos necesarios para su implementación. Este plan se articula a través de dos ejes estratégicos claramente diferenciados que trabajan de manera complementaria.

El primero agrupa los Instrumentos de Planificación Física, que tendrán como finalidad llevar a cabo los objetivos que inciden físicamente en el territorio -estructuración de los espacios abiertos en una red, restitución de conectividades, recuperación de espacios verdes en las ciudades y restauración ecológica de los espacios degradados-, y el segundo eje agrupa instrumentos para la gestión de usos, actividades y procesos que degradan la matriz ambiental relacionados con el agua, los residuos, las actividades agrícolas, ganaderas y forestales y todas aquellas actividades potencialmente contaminantes que recoge el Real Decreto 9/2005.

Sistema de actuación

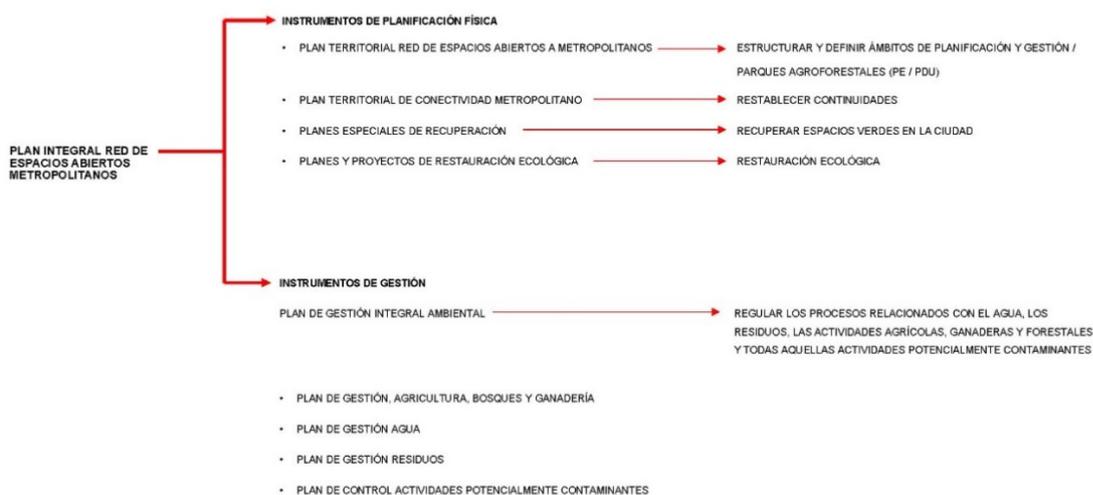


Fig. 16. Esquema de sistema de actuación. Elaboración propia.

## 4 Bibliografía

<sup>1</sup> Equipo de investigación de la Cátedra de Urbanística de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura del Vallès (ETSAV) de la Universidad Politécnica de Catalunya (UPC).

<sup>2</sup> La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. En: <http://www.millenniumassessment.org/en/index.html>

<sup>3</sup> <https://iermb.uab.cat/es/laboratorio-metropolitano-de-ecologia-y-territorio-de-barcelona-let/>

<sup>4</sup> Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya.

<sup>5</sup> Ley de Política Territorial (1983), Ley de Espacios Naturales (1985), Ley de Aguas (1985) y Reglamento del Dominio Público Hidráulico (1986), Ley de Impacto Ambiental (1986) y su Reglamento (1988), la Ley de Costas (1988), Ley de Residuos (1998), Real Decreto que establece las actividades potencialmente contaminantes y la declaración de suelos contaminados (2005) y la Ley de responsabilidad ambiental (2007).

<sup>6</sup> PROT-AML. Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa. En: PROTAM\_versao\_2002\_Pag\_1\_92.pdf

<sup>7</sup> Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP)2.

En: [http://www.comune.bologna.it/media/files/piano\\_territoriale\\_coordinamento\\_provinciale.pdf](http://www.comune.bologna.it/media/files/piano_territoriale_coordinamento_provinciale.pdf)

<sup>8</sup> En: <https://www.diba.cat/es/web/xarxasost/-/jornada-suds-sistemes-urbans-de-drenatge-sostenible>