

# PROYECTO DE BOSQUE URBANO DE TORRE DEL MAR



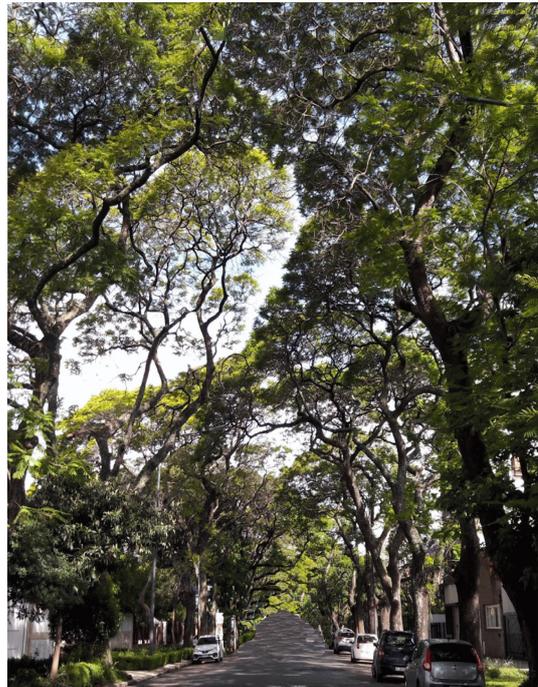
**Gabinete de Estudios de la  
Naturaleza de la Axarquía  
(GENA-Ecologistas en Acción)  
Vélez-Málaga**



## FUNDAMENTOS DEL BOSQUE URBANO

En Europa, más de dos tercios de la población vive en zonas urbanas, y en parte, debido a esto, la calidad del medio ambiente urbano es cada vez más reconocida como un ingrediente clave de la regeneración económica de las ciudades europeas. En el sector forestal, ahora parece que el énfasis en la forestación está, muy a menudo, en proyectos multipropósito y en áreas periféricas urbanas donde la recreación al aire libre y la amenidad paisajística juegan un papel importante. Los árboles tienen un impacto en los aspectos abióticos y sociales del medio ambiente de una ciudad y los llamados “bosques urbanos” influyen en la percepción que la gente tiene de la ciudad, además de proporcionar actividades recreativas, oportunidades y aumento de la vida silvestre. Estas influencias hacen que las zonas urbanas sean especialmente importantes. Por lo tanto, la sostenibilidad de las masas forestales y de los árboles urbanos es importante para un número rápidamente creciente de habitantes urbanos.

Investigaciones recientes han demostrado que los árboles urbanos benefician a las comunidades urbanas tanto en lo económico, como en lo social y ambiental. Pero los árboles en entornos urbanos se enfrentan a duras condiciones de crecimiento. Los patrones de tráfico más intensos han aumentado las demandas de construcción de carreteras y han cambiado las condiciones de crecimiento de muchos árboles al borde de calles y carreteras, afrontando suelos compactados y estructuras que impiden el crecimiento óptimo. La compactación restringirá el agua y el oxígeno disponibles para las raíces, y puede causar anegamiento que puede matar las raíces con mala condiciones de drenaje. Las raíces de los árboles obstaculizadas por el suelo compactado tienen una fuerte tendencia a crecer en las líneas de servicios públicos causando la obstrucción de éstas. Mantenimiento regular de líneas de servicios públicos. causa severos daños a las raíces de los árboles tanto dentro como fuera de las líneas. Además, la contaminación por el tráfico tiene un fuerte impacto perjudicial sobre los árboles urbanos. Además, el suelo puede carecer de suficientes nutrientes cuando se trata de productos de desecho que dejan los edificios industriales. Finalmente, las condiciones de crecimiento urbano también pueden verse obstaculizadas debido a los efectos de la sombra, fauna silvestre, sal de deshielo, cuando no sufren daños físicos directos por colisiones con vehículos, vandalismo, podas agresivas, etc. Los árboles sanos resisten estas presiones mejor que los árboles estresados y las buenas condiciones de crecimiento ayudarán al árboles para devolver beneficios a la comunidad. Son condiciones que provocan estrés y debilidad en los árboles, haciendo que sean cada vez más vulnerables a estas agresiones. De hecho, las duras condiciones de crecimiento urbano han provocado la caída de la vitalidad de los árboles urbanos drásticamente durante los últimos 30 o 40 años. En consecuencia, la vida útil promedio de una calle recién plantada es tan baja como de 7 a 15 años.



**Fig.1. Arboleda de una calle**

A pesar de estas amenazas, en las ciudades, los árboles son cada vez más valoradas. Las crecientes olas de calor, con temperaturas cada vez más altas, han revalorizado algunos de los servicios

de esto seres como refugios climáticos, animando a ampliar las zonas arborizadas, y los llamados “bosques urbanos” .En los últimos decenios se ha ido afianzando el término “**bosque urbano**”, cuyo exponente más cercano a la localidad de Vélez-Málaga es el que se viene defendiendo por una plataforma ciudadana (BUM) en la ciudad de Málaga. Pero este término puede ser interpretado de varias maneras, por lo que es pertinente clarificar el concepto de “bosque urbano”.

### Conceptualización del bosque urbano

Traemos este concepto aquí para enfatizar dos aspectos que encierra este poderoso concepto:

- a.- **La creación de espacios boscosos en la ciudad.** Es la acepción original, siguiendo la tradición forestal (silvicultura urbana) existente en diversas ciudades europeas, y consiste en recrear un espacio que imita al bosque natural, al combinar árboles y arbustos, con mayor o menor intervencionismo en su gestión
- b.- **La arboleda creada en todo el espacio urbano,** es decir el conjunto de árboles, arbustos y praderas creado en diversos puntos más o menos ajardinados, públicos y privados, de una ciudad, así como las hileras de calles, medianas, rotondas, etc.

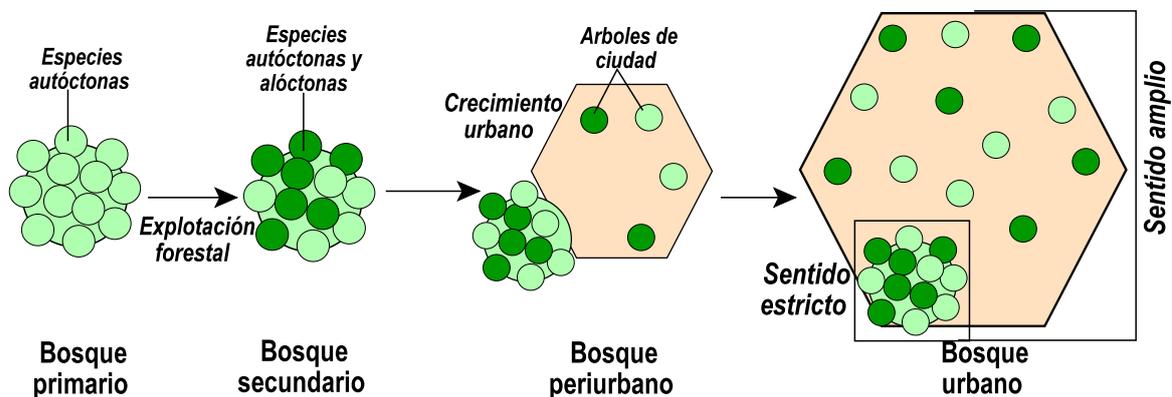


Fig.2. Origen y evolución del bosque urbano

Sin duda, es un término discutible, porque, en sentido estricto, el “bosque” es una formación vegetal extraurbana, de origen natural y dominada por determinadas especies de árboles y arbustos autóctonos y autosuficientes. Sin embargo, esta definición es difícil que se ajuste a muchos espacios extraurbanos que se denominan “bosques”, que, sin embargo, son casi monoespecíficos, a menudo sin sotobosque arbustivo, debido han sido gestionados por el hombre para fines de explotación forestal, o incluso, de manera secundaria, como parte de un espacio natural protegido. En realidad, en su sentido estricto, las únicas formaciones que merecerían denominarse “bosques” son formaciones naturales, que para diferenciarlos se suelen denominar como **bosques primarios** o **primigenios**, formaciones cada vez más raras, siendo los bosques selváticos, y unos pocos euroasiáticos y norteamericanos, los que mejor representan este concepto.

Las ciudades excluyen los bosques primarios, y si es necesario para el crecimiento urbanístico, los va eliminando, a veces quedando esos bosques como **bosques periurbanos**, situados en parte del entorno de la ciudad, aunque es más frecuente que los bosques que quedan en estos lugares tan antropizados sean bosques secundarios, o bosques residuales de antiguas explotaciones forestales.

Sin embargo, desde hace siglos, las ciudades han ido incorporando árboles en la ciudad, bien para conseguir sombras, o por otros motivos. También han ido plantando árboles a lo largo de caminos de

acceso a la ciudad, o los lados de ríos que atraviesan la ciudad (“alamedas”). En los últimos tiempos, este afán por incorporar árboles en la ciudad ha ido creciendo conforme aumentaba su extensión, con el fin de aumentar la confortabilidad en unos espacios hormigonados y pavimentados. A partir de entonces empezaron a crearse, en el núcleo urbano, parques, jardines, alineaciones arbóreas en calles y plazas, etc. La gestión de estos espacios recargados de especies forestales sobrepasa la de los jardineros, reclamándose, cada vez más, la intervención de expertos forestales, acuñándose para ello la especialidad de **silvicultura urbana**, cuya gestión incluye las dos acepciones anteriormente señaladas (Fig.2):

- a) En sentido estricto, los **bosques urbanos**, como espacios amplios de árboles y arbustos en superficies exclusivas, más o menos grandes, dentro o junto a la ciudad y
- b) En sentido amplio, las **arboledas**, el conjunto de árboles, arbustos y praderas dispersos en diversos puntos de la ciudad, pudiendo incluir espacios forestales exclusivos tipo “bosque urbano”.

Al parecer es la concepción amplia la que se ha ido imponiendo. Así, en un manual de la Comisión Forestal para Zonas Urbanas, los "bosques urbanos" se definían como "árboles que crecen en áreas urbanas y cerca de ellas por su valor en el paisaje, para recreación e inclusión de árboles en calles, avenidas, parques urbanos, en terrenos ganados a usos industriales anteriores, así como aquellos en bosques y jardines urbanos".

A pesar del significado tradicional y restringido del término "bosque urbano" en muchos idiomas, parece existir acuerdo sobre el alcance más amplio del bosque urbano. Se ha hecho referencia a prácticamente todos los elementos del espacio verde urbano. Los expertos y las definiciones difieren en términos de qué elementos de recursos naturales incluir en el alcance de la silvicultura urbana. Algunos expertos, generalmente del sector forestal, consideran que sólo los bosques y los bosques/ecosistemas forestales deberían formar lo que se conoce como bosque urbano. Sin embargo, después de muchas discusiones, la mayoría de los expertos acepta que los árboles y arbustos individuales, la vegetación leñosa en general, así como - en la mayoría de los casos - estructuras no leñosas como el césped o las praderas urbanas, deben ser incluidos como parte del “bosque urbano”.

Esta **concepción holística** de bosque urbano concuerda con los principios de conectividad entre todos los elementos vegetales existentes en la ciudad. Según este concepto el bosque urbano estaría integrado por todas las zonas ajardinadas de la ciudad, que incluyen una vegetación leñosa y herbácea más o menos importante, cuya biodiversidad encontrará en otras formaciones vegetales adyacentes de la ciudad, como las alineaciones de árboles en los lados de calles y carreteras, las medianas, rotondas, etc., todo lo cual se conecta con el gran parque o bosque urbano en sentido estricto (Fig.3).

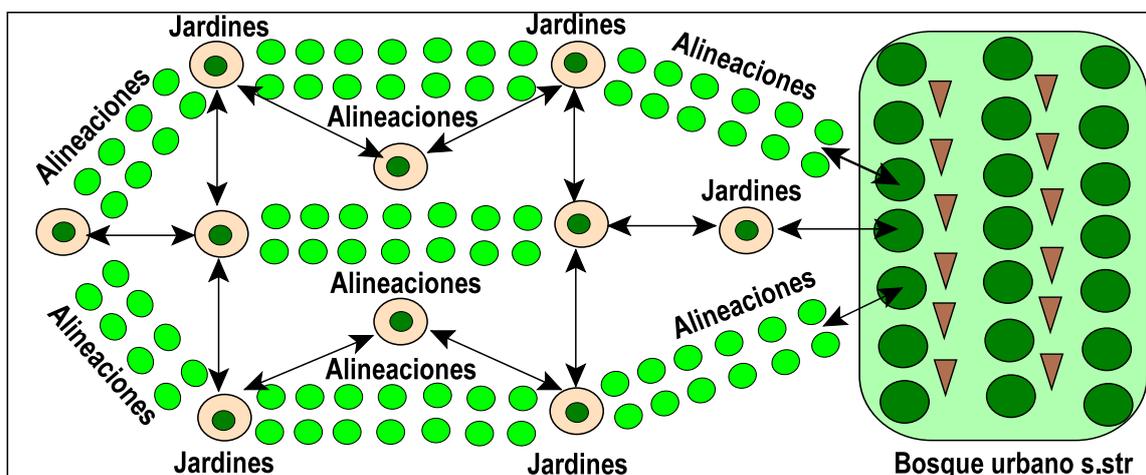


Fig.3. Conexión de las zonas verdes de una ciudad con un bosque urbano s.str.

Parece ser que los partidarios de considerar que un bosque urbano está formado principalmente por sistemas forestales consideran que el valor principal del bosque se relaciona con biodiversidad y también con aspectos sociales recreativos. Este paradigma viene consolidándose como modelo "convencional", considerado que el término **silvicultura urbana** abarca la gestión de los bosques urbanos, estén dentro o el entorno urbano, con el único objetivo de potenciar los servicios ecosistémicos de las zonas verdes de la ciudad, quedando un uso limitado o nulo en las funciones de producción que tienen los bosques de explotación). Pero, como mostramos en la Fig.3, el modelo holístico de bosque urbano permite la intercomunicación de todos los espacios verdes de la ciudad, aumentando con ello el número de biotopos y, por tanto su biodiversidad.

### a.-Marco para una definición europea

Una revisión realizada por Randrup *et al.* (2005) sobre el debate de conceptos y definiciones ha caracterizado a la silvicultura urbana, muestra que muchas definiciones coinciden en los puntos fuertes del enfoque forestal urbano que armonizan la diversidad de concepciones:

- **Es integrador**, incorporando diferentes elementos de estructuras verdes urbanas en un en su conjunto (el "bosque urbano").
- **Es estratégico** y apunta a desarrollar políticas y planes a más largo plazo para el cuidado del árbol urbano. recursos, conectándose con diferentes sectores, agendas y programas.
- **Es beneficioso**, su objetivo es ofrecer múltiples beneficios, destacando los aspectos económicos, medioambientales y bienes y servicios socioculturales que los bosques urbanos pueden proporcionar.
- **Es multidisciplinario** y aspira a ser interdisciplinario, involucrando a expertos. tanto de las ciencias naturales como de las sociales.
- **Es participativo** y apunta a desarrollar asociaciones entre todas las partes interesadas.

El marco para definir la silvicultura urbana se representa en la "**Matriz de Silvicultura Urbana**" (Fig. 4), que resume el carácter integrador y multidisciplinar de la silvicultura urbana en Europa. En términos de recursos forestales urbanos, la Matriz incluye tres tipos diferentes de bosques urbanos y ubicaciones forestales:

a) El **primero** se refiere a las zonas pavimentadas, a los lugares donde se ubican los árboles en las calles, en las plazas, hileras de árboles, alineaciones y callejones.

b) El **segundo** incluye árboles individuales o pequeños grupos, creciendo en jardines, parques, cementerios, terrenos abandonados y en zonas industriales, entre otros.

c) El **tercero** se refiere a masas de árboles en bosques y vegetación arbustiva (bosque urbano s.str.).

| El bosque urbano                                      |                                |   |   |
|---|--------------------------------|---|---|
|   | Árboles individuales           |   | Bosques urbanos y forestales  |
|   | Árboles de calles y carreteras | Árboles en parques, jardines privados, cementerios, tierras abandonadas, árboles frutales, etc. | Bosques y otras tierras forestales (ej. bosques naturales y plantaciones, pequeños bosques) |
| Forma, función, diseño, políticas y planificación     |                                |   |   |
| Enfoques técnicos (ej. selección de material vegetal) |                                |   |   |
| Gestión   |                                |   |   |

Fig.4. La Matriz de Silvicultura Urbana, que representa la magnitud y el alcance de la silvicultura urbana

Los tres tipos se encuentran en, o cerca de, zonas urbanas. Además, todos los tipos se relacionan no solo con elementos de vegetación leñosa, sino también con la herbácea de céspedes y praderas.

La Matriz también describe cómo se tratan las diferentes estructuras dominadas por árboles. en planificación, gestión, investigación o cualquier otra actividad relacionada con el bosque urbano. Hay tres categorías de actividad o participación: (a) formulación, planificación y diseño de políticas generales, (b) enfoques técnicos, incluida la selección y el establecimiento de plantas, y c) gestión.

La Fig. 5 sitúa al bosque urbano como **recurso**, los tres tipos principales de ubicación descritos en la Fig.4, como foco central de todas las áreas urbanas. actividades forestales, es decir, planificación y diseño, enfoques técnicos y gestión. Como se muestra en esta figura, todas estas actividades son parte de un conjunto global e integrado de acciones. Sin embargo, además, esta figura enfatiza el énfasis multifuncional de la silvicultura urbana, en línea con el concepto de **gestión sostenible de los recursos naturales** que incorpora aspectos socioculturales, ecológicos y económicos. Se destacan especialmente los aspectos culturales, debido a su importancia respecto del espacio verde urbano, como, por ejemplo, representa por jardines históricos. La Fig. 5 también demuestra el carácter participativo y asociativo al incluir una variedad de actores públicos y privados. Los actores forestales urbanos dentro del sector público incluyen políticos, funcionarios gubernamentales o civiles. funcionarios (principalmente a nivel local) y trabajadores públicos locales. Los actores privados incluyen consultores, el sector empresarial, usuarios o grupos de interés, así como la ciudadanía en general.

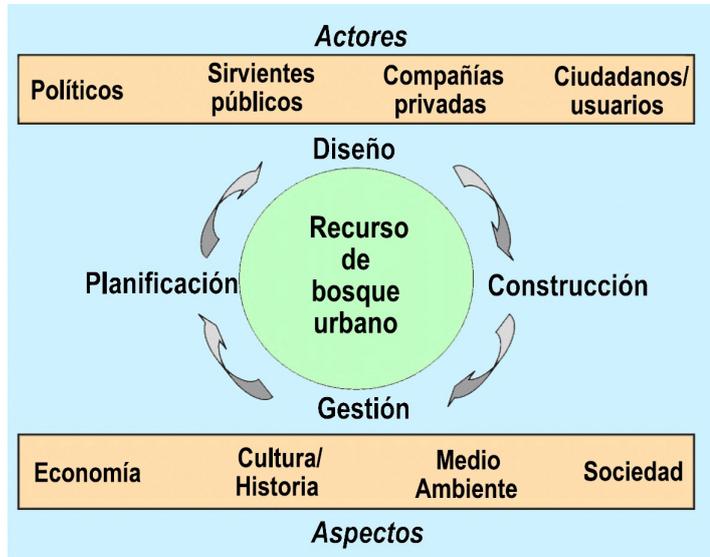


Fig.5. El bosque urbano como recurso en la actividad urbana

Los actores forestales urbanos dentro del sector público incluyen políticos, funcionarios gubernamentales o civiles. funcionarios (principalmente a nivel local) y trabajadores públicos locales. Los actores privados incluyen consultores, el sector empresarial, usuarios o grupos de interés, así como la ciudadanía en general.

En conclusión, la investigación y gestión forestal se centrará periódicamente en los espacios verdes urbanos, de forma integrada, incluyendo tanto la vegetación leñosa como la no leñosa. Además, en la práctica, la mayoría de los árboles urbanos y las áreas ajardinadas son parte de la compleja estructura urbana, que incluye edificios, infraestructura, así como una variedad de **estructuras verdes**. Como consecuencia, la silvicultura urbana debe verse sólo como una de una serie de iniciativas estratégicas, interdisciplinarias y enfoques participativos destinados a optimizar la planificación y gestión de las estructuras verdes de las ciudades para proporcionar múltiples beneficios a las sociedades urbanas.

### La investigación sobre el bosque urbano

Los estudios relacionados con el bosque urbano vienen desarrollándose en Europa desde 1997 a 2002, desde una estructura gubernamental conocida como **Acción COST-E12 Bosques y árboles urbanos**. COST significa "Cooperación europea en el campo de la investigación científica y técnica". Su principal objetivo es garantizar que Europa mantenga una posición sólida en este ámbito. de la investigación científica y técnica con fines pacíficos, aumentando la cooperación europea e interacción en este campo. Se basa en las llamadas "Acciones", que son redes de proyectos de investigación nacionales coordinados en campos que son de interés para la diferentes estados miembros. Las acciones están descritas en un Memorando de Entendimiento (MOU) firmado por los gobiernos de los estados COST que desean participar en la acción.

## Beneficios del bosque urbano

Los beneficios del bosque urbano ya se han expuesto detalladamente en el capítulo correspondiente, pero es pertinente retomar esta cuestión en este apartado. Resumidamente, el bosque urbano contribuye a los siguientes efectos beneficiosos:

### Beneficios generales de los bosques urbanos

- **Biodiversidad:** al proporcionar espacio para la vida silvestre. Los árboles sustentan los ecosistemas, incluidas las redes de polinizadores.
- **Economía:** los árboles hacen los lugares más atractivos para vivir y trabajar, atrayendo negocios.
- **Educación:** los árboles son un punto focal clave para aprendizaje fuera del aula.
- **Alimentación:** algunos árboles proporcionan alimentos comestibles, frutas y bayas.
- **Salud:** los árboles fomentan la recreación física y apoyar una buena salud mental.
- **Ruido:** los árboles ayudan a reducir la contaminación acústica.
- **Madera:** los árboles proporcionan madera como combustible y artesanías.

No obstante, es conveniente desarrollar un poco más en otra de las propiedades del bosque urbano: la **termorregulación del aire de la ciudad**. De hecho, en los últimos años se viene insistiendo en la importancia del bosque urbano en la mitigación de los efectos del cambio climático por aumento de la resiliencia térmica que proporciona la arboleda y bosque urbano.

**a.-Las islas de calor.** Muchas ciudades y pueblos de todo el mundo experimentan niveles de temperatura del aire más elevados que la de las zonas rurales circundantes. Este efecto se denomina la *isla de calor urbana* (ICU) y varía según la estación, el tiempo de día, condiciones climáticas, tamaño y características de la ciudad. En climas templados, la ICU es particularmente notable en climas despejados y noches tranquilas y cálidas. Por ejemplo, las temperatura del aire nocturno de las zonas urbanas nocturnas son de entre 7 y 10°C más altas que las registradas en zonas rurales adyacentes.

El efecto ICU es causado por una combinación de factores relacionados con urbanización, ya que las zonas urbanas están cubiertas en gran medida por materiales inertes, sin vegetación. Las áreas con vegetación pierden gran parte de la energía que reciben de la radiación solar y de onda larga a través de evapotranspiración (efecto denominado "pérdida de **calor latente**"), lo cual puede reducir las temperaturas de sus hojas y del aire adyacente. Por el contrario, las zonas urbanizadas sin vegetación almacenan la energía que recibe y liberarla como radiación de onda larga y **calor sensible**, calentando así el medio ambiente local.

**1. El calor latente** es la energía necesaria para cambiar el estado de un sólido, líquido o gas, sin cambiar la temperatura de la sustancia. Cuando el agua se evapora en el suelo, desde la superficie del agua o dentro de las hojas, este proceso utiliza parte de la energía almacenado por la superficie y lo enfría. Por el contrario, el calor latente puede liberarse a la superficie por condensación de agua.

**2. El calor sensible** es el calor que podemos sentir y que calienta las superficies y el aire. Cuando dos superficies están en contacto directo o cuando una superficie está en contacto con el aire, el calor se conduce o convecta desde un lugar más cálido a un lugar más frío.

La energía almacenada por diferentes superficies se libera principalmente después atardecer; sin embargo, en las zonas urbanizadas esto se produce lentamente a medida que los edificios crean barreras que reciben, absorben y liberan el energía, impidiendo el escape directo a la atmósfera. De ahí la diferencia entre lo urbano y lo rural. Las temperaturas se acentúan por la noche.

Las zonas urbanas también están más densamente pobladas que las rurales. El consumo de combustible y energía que se produce dentro de ciudades y pueblos para actividades como el transporte, la fabricación, la calefacción y la refrigeración, producen grandes cantidades de calor, aumentando el efecto de calentamiento urbano, y libera contaminantes que se acumulan en la atmósfera. Estos contaminantes transportados por el aire absorben parte de la radiación de onda larga emitida y redirigirla. de regreso al área urbana, además de aumentar la cantidad de energía que circula en él.

Durante una ola de calor, la temperatura del aire es considerablemente más alta de lo normal durante un período prolongado, lo que, junto con los cambios en la humedad local, las condiciones de viento suave y el aumento de radiación solar, se puede reducir sustancialmente el confort térmico humano. Las altas temperaturas del aire pueden agravar aún más afecciones cardiovasculares, respiratorias y renales, que conducen a un aumento de enfermedades, ingresos hospitalarios y muertes en la mayoría vulnerables, especialmente los niños pequeños y los ancianos. Además, las altas temperaturas del aire pueden exacerbar la contaminación del aire, lo que también puede contribuir a la mala salud. Por ejemplo, el nivel de ozono que se forma en el suelo es perjudicial para la salud humana y su formación aumenta con temperaturas del aire más altas. También se sabe que las altas temperaturas del aire aumenta el número de muertes asociadas con ingestas de partículas  $<10 \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ). Por lo tanto, el riesgo de enfermedad o mortalidad durante los períodos cálidos se intensifica en las zonas urbanas que son afectadas por el efecto ICU y áreas que tienen concentraciones de contaminantes más altas en el aire.

Las proyecciones de cambio climático para la zona templada, incluyendo partes de Europa, América del Norte y el norte de Asia, pronostican que las olas de calor serán más frecuentes y severas en las futuras décadas. En consecuencia, las interacciones entre cambio climático, el efecto ICU y la calidad del aire urbano aumentarán el riesgo futuro para la salud pública en ciudades y pueblos de toda la región templada. Por lo tanto, se requieren estrategias de mitigación para reducir el impacto de las ICU y los climas más cálidos en el bienestar humano.

### **El bosque urbano como refugio climático**

La infraestructura verde incluye la red de árboles urbanos y bosques, espacios verdes públicos y privados (como parques, jardines, canchas deportivas, huertos y corredores verdes), así como techos y muros verdes y áreas con vegetación asociadas con cuerpos de agua (por ejemplo, humedales) y proporciona numerosos beneficios a la sociedad urbana. Uno de esos beneficios es la moderación de la temperatura del aire local, que ocurre de varias maneras, como se ilustra en Fig.6.

**a.-Mediante la evapotranspiración**, parte de la energía absorbida por las plantas evapora el agua dentro de sus hojas, enfriándolas. El vapor de agua resultante pasa luego a través de los poros (estomas) de la hoja, hacia el aire, sin calentar el aire a su alrededor. El agua en la superficie de las hojas, cuerpos de agua o suelo también puede evaporarse. El volumen total de agua que se evapora y es transcurrió depende no sólo del agua disponible para evaporación, sino también de las características de las hojas y suelo, el suministro de energía (de la radiación solar y de onda larga), la temperatura del aire, el déficit de presión de vapor del aire (la diferencia entre la cantidad de humedad en el aire y la máxima de humedad que el aire puede contener a una determinada temperatura) y las condiciones de viento.

**b.-Mediante mayor reflexión de radiación solar**. Las áreas con vegetación típicamente reflejan desde su superficie más radiación solar que las superficies artificiales oscuras. En consecuencia, se absorbe menos energía solar, dando como resultado que las áreas vegetadas tienen superficies más frías y temperaturas del aire más bajas en comparación con zonas urbanizadas y con poca o ninguna vegetación.



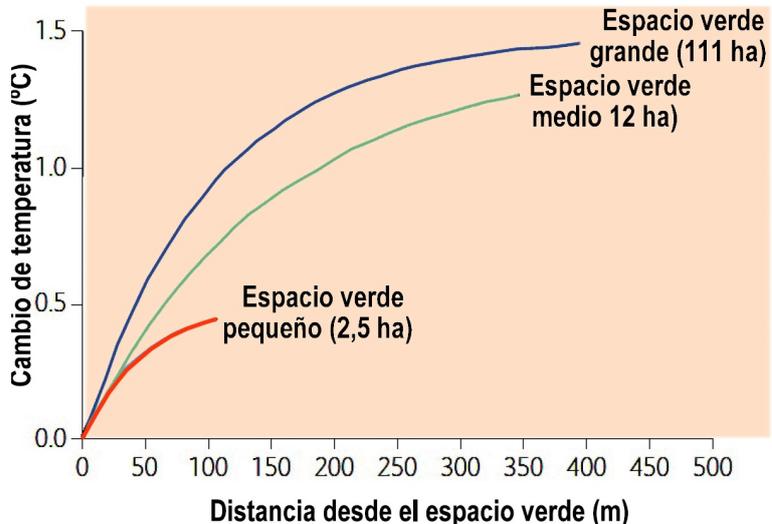
**Figura 6.** Balance energético de las infraestructuras verdes. Nota: las flechas representan fuentes de energía y pérdidas de energía. Las flechas naranjas son fuentes de energía hacia la infraestructura verde: radiación solar entrante (onda corta), radiación entrante de onda larga y ganancia de calor sensible (calor transferido cuando la temperatura del aire,  $T_a$ , es mayor que la temperatura de la superficie,  $T_s$ ). Ganancia de calor latente a través de la condensación de agua se supone ed para ser mínimo y no se muestra. Las flechas rojas son pérdidas de energía de la infraestructura verde que conducen a un aumento de la energía local. Temperaturas del aire: radiación de onda larga emitida y transferencia de calor sensible (cuando  $T_a$  es inferior a  $T_s$ ). Las flechas azules son pérdidas de energía de la infraestructura verde que pueden provocar una reducción de la temperatura del aire local: liberación de calor latente (evapotranspiración) y radiación solar reflejada. La flecha azul discontinua está sombreada, lo que contribuye a reducir las temperaturas de la superficie al reducir la cantidad de radiación.

c.- **Mediante una mayor capacidad de almacenamiento de calor y mediante sombra.** Las áreas con vegetación tienen menores capacidades de almacenamiento de calor que muchos materiales artificiales y transfieren energía rápidamente al aire porque de sus múltiples hojas pequeñas y ramas que facilitan el paso del aire. En consecuencia, una menor cantidad de energía en la radiación absorbida durante el día será almacenada por áreas con vegetación y liberadas para calentar el aire por la noche en comparación con zonas urbanizadas y sin vegetación. Cuando los árboles, arbustos y otra vegetación adherida a los edificios protege otras zonas urbanas superficies (por ejemplo, suelo, pavimento y edificios) de la radiación, También puede reducir la cantidad de energía que esas superficies almacenan y posteriormente liberar.

d.- **Mediante una vista más abierta del cielo.** Espacios verdes, incluidos parques, jardines, plazas y otros los espacios cubiertos por vegetación baja pueden tener una mayor proporción del cielo visible (factor de visión del cielo más alto) en comparación con el cielo construido áreas. Esto promueve la pérdida de radiación de onda larga y el aire. circulación y ayuda a disipar la energía recibida.

## Factores que afectan la eficacia de enfriamiento de espacios verdes urbanos

En climas templados, los beneficios refrescantes de los espacios verdes son más notables en noches tranquilas, claras y cálidas cuando el efecto del ICU es más fuerte. Durante estos periodos, la temperatura del aire dentro de los espacios verdes suele ser más baja que las áreas urbanizadas de los alrededores las temperaturas del aire en áreas adyacentes a los espacios verdes también se reducen conforme el enfriamiento se extiende más allá de los límites de los espacios verdes. Una investigación forestal encontró que un gran parque de Londres tenía temperaturas del aire nocturnas que eran hasta 4 °C más bajas (promedio 1,1 °C) que los de las zonas urbanas áreas en este tipo de noches y que el enfriamiento se extendió en forma no lineal hasta 440 m (promedio 125 m) desde el espacio verde (Figura 7). Además, estudios recientes también han registrado un enfriamiento significativo de los espacios verdes en climas templados durante el día. Esto se demostró, por ejemplo, en una campaña de seguimiento que registra temperaturas del aire durante el día y en alrededor de 62 parques urbanos y bosques en Leipzig, Alemania, donde los espacios verdes proporcionaron un enfriamiento cercano a los 3 °C (un promedio de 0,8 °C para bosques y 0,5 °C para parques), extendiéndose hasta 470 m desde su límites.



**Figura 7.** Un ejemplo de aumento estimado de la temperatura del aire con distancia creciente de espacios verdes de diferentes tamaños durante periodos cálidos y noches tranquilas hasta una distancia en la que la temperatura del aire se estanca.

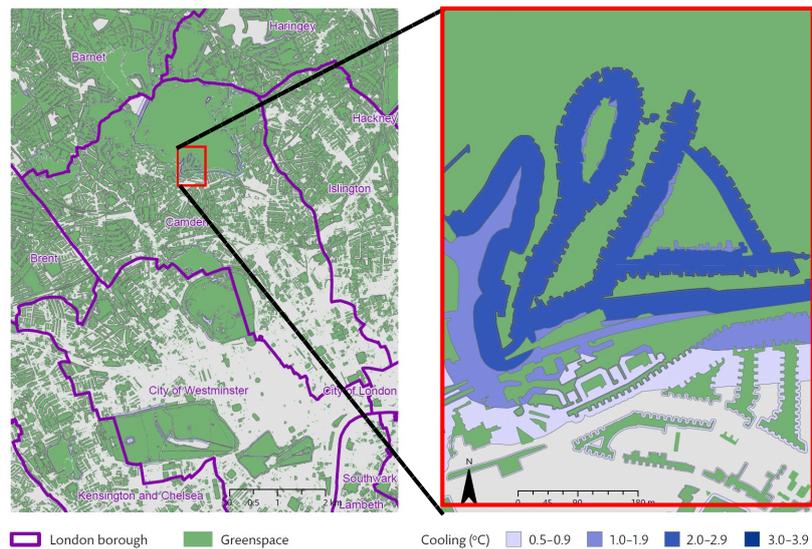
temperaturas del aire durante el día y en alrededor de 62 parques urbanos y bosques en Leipzig, Alemania, donde los espacios verdes proporcionaron un enfriamiento cercano a los 3 °C (un promedio de 0,8 °C para bosques y 0,5 °C para parques), extendiéndose hasta 470 m desde su límites.

La intensidad máxima de enfriamiento y la máxima distancia máxima en la que hay un enfriamiento medible depende de las condiciones climáticas, las características del espacio verde y las de el área urbana circundante.

**a.-El tamaño del espacio verde** es una clave determinante. En Londres, por ejemplo, los espacios verdes más grandes proporcionan más enfriamiento que los más pequeños (Fig. 7). En oches cálidas y en calma, las intensidades y distancias máximas de refrigeración proporcionada por espacios verdes pequeños y medianos (0,5-12 ha) estaban en el rango de 0,4-1°C y a 30-330 m, respectivamente, aunque no se encontró ningún enfriamiento estadísticamente significativo en espacios verdes muy pequeños (<0,5 ha). Sobre la base de esta evidencia, el modelado sugirió que para lograr el enfriamiento de ~0,7°C en todo Londres en noches cálidas y tranquilas, espacios verdes de 3 a 5 ha de superficie necesitarían estar situadas entre 100 y 150 m entre sí.

El distrito londinense de Camden se utilizó como caso de estudio para probar las implicaciones espaciales de lograr tal red de espacio verde. Camden ocupa 2.179 ha, y 907 ha (42%) de ellas están ya cubiertos por espacios verdes (Fig. 8). Basado en un modelo desarrollado para mapear la variación espacial del enfriamiento del aire nocturno proporcionado por espacios verdes en Londres, el espacio verde actual se estimó que proporcionaba un enfriamiento nocturno >0,5°C a 381 ha del área edificada restante (17% de Camden), lo que significa que los espacios verdes actualmente no afectan a las temperaturas del aire en 891 ha (41% de Camden). Para conseguir enfriamiento en todo Camden con

espacios verdes de 3 a 5 ha, sería necesario asignar ~360 ha de tierra a 120 nuevos espacios verdes de 3 ha (16% de Camden) o ~320 ha de tierra para 64 espacios verdes nuevos de 5 ha (15% de Camden; asumiendo que estos espacios verdes son rectangulares). Es evidente que existen diferencias espaciales y barreras económicas para lograr una red tan estrecha en países con zonas altamente urbanizadas de ciudades como Londres. Sin embargo, esta información puede ser útil en el diseño de nuevas ciudades y urbanizaciones. Para reducir el desarrollo de una ICU. Además, esta estimación sólo tiene en cuenta el enfriamiento de los espacios verdes y no el enfriamiento potencial que ofrecen otras formas de infraestructura verde, como son los techos y paredes verdes y las hileras de árboles en las calles.



**Figura 8.** Variación espacial del enfriamiento de la temperatura del aire nocturno proporcionado por los espacios verdes (que incluyen áreas predominantemente cubiertas de césped), y vegetación baja o con >30% de cobertura arbórea, según lo definido por UKMap) en el distrito londinense de Camden, según el modelo desarrollado por Vaz Monteiro, Handley y Doick (2017).

Otras características de los espacios verdes que influyen en su eficacia de enfriamiento son su forma y densidad, los tipos de árboles, arbustos y la cobertura del suelo, presentes en el espacio verde, la disposición de la planta, el porcentaje de área impermeable y la topografía. El papel exacto de cada uno de estos factores en los climas templados aún no están claros. Por ejemplo, un aumento en la relación entre el perímetro y el área de un espacio verde, aumenta el efecto de borde, y la complejidad de su forma reduce la intensidad del enfriamiento medida durante la iluminación nocturna. Esta relación también parece funcionar durante el día, pero sólo para espacios verdes con áreas de >6 ha. Además, un aumento en la densidad de árboles dentro del espacio verde normalmente conduce a más enfriamiento durante el día, pero por la noche, las densas copas de los árboles, con calor almacenado durante el día, pueden dificultar la disipación del calor y la pérdida de radiación de onda larga. Sin embargo, el efecto negativo de los árboles durante la noche se puede minimizar mediante una colocación cuidadosa del árbol. Por ejemplo, en un ensayo se utilizaron modelos a escala para examinar el enfriamiento nocturno potencial de cuatro parques con diferentes disposiciones de los árboles:

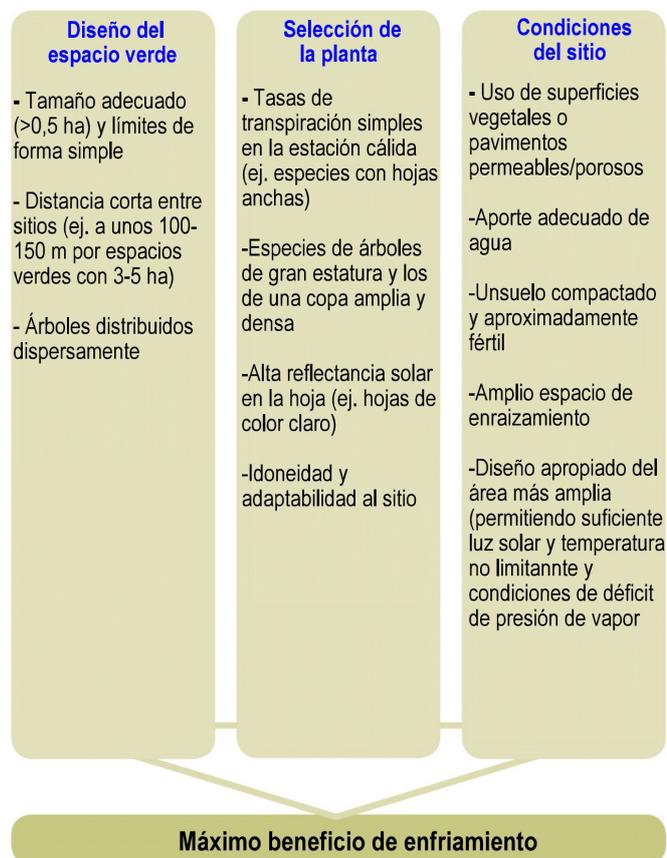
- 1) un parque con césped y sin árboles;
- 2) un parque tipo sabana con árboles dispersos;
- 3) un parque rodeado de árboles; y
- 4) un jardín parque con grupos de árboles y parches abiertos.

De este modo, se encontró que, respecto a modelo de parque sin árboles, todos los modelos de parques con árboles tenían el potencial de ser más fresco al atardecer, pero no a altas horas de la noche. Sin embargo, el estudio no aclaró qué diseño ofrecía la mayor cantidad de enfriamiento nocturno y tal modelo de espaciamiento entre árboles aún no se han investigado adecuadamente en las condiciones de vida real.

La Figura 9 resume el conocimiento actual sobre las estrategias de diseño que se pueden implementar para garantizar la máxima refrigeración desde espacios verdes urbanos. No obstante se requiere una mayor investigación sobre algunas de las estrategias descritas en la Figura 9 para proporcionar información detallada o especificación cuantitativa.

## b.-Características del árbol

Otro factor que influye en el papel termorregulador del bosque urbano es el de las características de cada árbol. Las especies de árboles tienen diferentes características inherentes que controlan su crecimiento, forma, fisiología y propiedades radiativas, responsables de que algunas especies tengan un mayor potencial para proporcionar enfriamiento que otros. Al respecto, se ha investigado la capacidad de enfriamiento de árboles urbanos comúnmente plantados en los subtrópicos y se ha encontrado que las características que tuvieron la mayor contribución para reducir las temperaturas del aire bajo la copa durante el día fueron (en orden de importancia decreciente): el color de la hoja, el índice de área foliar (LAI), el espesor de hoja y la rugosidad de hoja. Lamentablemente se ha recopilado muy poca evidencia sobre la importancia relativa de las características de diferentes árboles en su capacidad de refrigeración en las regiones templadas.



**El color de la hoja y la rugosidad** (a menudo dictado por la presencia o ausencia de pelos o de características de cera en la superficie de la hoja) puede influir en la temperatura de la hoja y del aire a través de su efecto sobre la habilidad para reflejar la radiación. La rugosidad, la forma y el tamaño de la hoja pueden influir aún más en su suministro de agua y transferencia de energía. Modificando el equilibrio entre la pérdida de calor sensible y evapotranspiración, estos atributos de las hojas pueden impactar en la cantidad de refrigeración proporcionada al aire.

Por ejemplo, las hojas lobuladas y seccionadas como las de muchas especies de robles y arces tienen una capa límite foliar (i.e. la capa de aire quieto contigua a la superficie de la hoja) más delgada que las hojas de forma simple y tamaño similar. Una capa límite más delgada produce más transferencia efectiva de calor y vapor de agua de la hoja al aire. Hojas pequeñas como los de las coníferas también son eficaces para perder calor y vapor de agua. En comparación, las especies con hojas grandes tienden a calentarse más, pero a menudo tienen poros estomáticos más grandes, más numerosos y más abiertos, que permiten una mayor pérdida de calor latente cuando hay agua disponible.

**Figura 9.** Conocimiento actual de las estrategias de diseño que pueden conducir a Máximo espacio verde y enfriamiento de árboles.

1. Sólo está disponible información de orientación.
2. Ver también Factores que afectan la eficacia de enfriamiento de los árboles urbanos (página 5).
3. Específico de cada especie: en términos de árboles, es importante elegir "el árbol adecuado para el lugar correcto". Las herramientas de selección de especies están disponibles en línea
4. Véase también Lograr un enfriamiento eficaz a partir de la vegetación urbana (página 7).

**Estacionalidad de la capacidad de enfriamiento.** Otras características que controlan no sólo la cantidad sino también la estacionalidad de la capacidad de enfriamiento por evapotranspiración de un árbol son la tolerancia a la sequía, el área foliar, el hábito de las hojas y la estructura de la madera. Un estudio que compara la evapotranspiración y la eficiencia en el uso del agua de los árboles de vivero recomendaba sembrar una mayor proporción de especies de hábitats secos con densas copas de los árboles en calles. Estas especies pueden tener tasas de transpiración de las hojas más bajas que los árboles originarios de ambientes húmedos, pero normalmente se adaptan mejor a la sequía y, por lo tanto, pueden ser capaces de transpirar durante más tiempo durante los períodos secos, ofreciendo un mayor enfriamiento.

Por otra parte, los árboles urbanos de hoja caduca y porosidad difusa, como *Tilia* o *Juglans* (donde se encuentran las células para el transporte del agua de manera uniforme a lo largo de la temporada de crecimiento) consumió más agua durante junio y julio que las hojas perennes de coníferas o géneros caducifolios con poros anulares (por ejemplo, *Fraxinus* o *Ulmus* donde las células creadas a principios de la estación son más grandes y pueden transportar más agua que las creadas más tarde). Sin embargo, los autores también observaron que las coníferas tienen una mayor cantidad de transpiración anual por unidad de área de la copa, por lo que estuvieron funcionando activamente durante más tiempo (ocho meses en lugar de cuatro) y tenía un LAI más alto y áreas proyectadas de la copa más pequeñas. La forma general de la copa y la disposición y densidad de las hojas y ramas también influyen en la cantidad de sombra proporcionada, dado que los árboles que tienen una copa amplia y una alta densidad de hojas y las ramas, proyectan una sombra más efectiva.

Varios estudios han investigado un pequeño número de especies de árboles que típicamente se encuentran en ubicaciones urbanas templadas por su capacidad para proporcionar enfriamiento a través de la evapotranspiración y la sombra. Uno estudio realizado en Dresde (Alemania), demostró que los árboles *Corylus colurna* y *Tilia cordata* tienen una mayor potencial de enfriamiento diurno que el *Ginkgo biloba*; y los árboles *Liriodendron tulipifera* y *Ulmus × hollandica*, debido a su mayor evapotranspiración potencial y área foliar. Como consecuencia, las temperaturas del aire alrededor de las marquesinas diferían hasta a  $\sim 2^{\circ}\text{C}$  en los días calurosos de verano. Otro estudio realizado en Manchester (Reino Unido), demostró que los jóvenes *Pyrus calleryana* y los árboles de *Crataegus laevigata* pueden proporcionar de tres a cuatro veces más enfriamiento diurno que *Sorbus arnoldiana* y *Prunus 'umineko'* de edad similar, ya sea por su altura, tasas de evapotranspiración o su amplia copa y alto índice foliar LAI. Los árboles también pueden continuar transpirando en las primeras horas de la noche y, por lo tanto, pueden continuar brindando algunos beneficios adicionales de enfriamiento. Esto se demostró en Gotemburgo (Suecia), donde transpiración nocturna de las hojas de *Tilia × europaea*, *Quercus robur*, *Betula pendula*, *Acer platanooides*, *Aesculus hippocastanum*, *Fagus sylvatica* y *Prunus serrulata* daban un promedio del 7% del valor registrado durante el día en sus soleadas hojas.

### c.-Influencia del lugar

La cantidad de enfriamiento que proporciona un árbol no es sólo una consecuencia de sus características sino también del tipo de pavimento que lo rodea, tipo de suelo, cantidad de agua accesible en el terreno, temperatura del aire local, déficit de presión de vapor y corona de exposición a la radiación (Fig. 9). Los árboles suelen responder a las condiciones de estrés hídrico cerrando sus estomas para reducir la pérdida de agua. Por ejemplo, se ha demostrado que los árboles de *Tilia* que se encuentran en calles o en una plaza pavimentada (con suelos que frecuentemente contienen bajas cantidades de agua) en varias ciudades alemanas, transpiran casi la mitad del agua que los árboles de *Tilia* que se encuentran en un parque o en una plaza con césped. Sin embargo, si los árboles plantados en áreas pavimentadas tienen suficiente acceso al agua, entonces su evapotranspiración puede verse incrementada por el

microclima cálido, y será superior al registrado en los árboles plantados en zonas con vegetación. En otro lugar de Estados Unidos, los árboles colocados en asfalto perdieron ~30% más agua (expresada por unidad de área foliar) que aquellos que crecían sobre el pastizales, porque los primeros recibieron más radiación de onda larga desde el asfalto. Sin embargo, la demanda de evapotranspiración creada por las condiciones del microclima puede ser tan alto que puede hacer que los árboles cierren sus estomas y supriman la pérdida de agua, incluso cuando están bien regados.

Los suelos urbanos de mala calidad y el uso generalizado de pavimentos impermeables pueden intensificar aún más el estrés de los árboles en las zonas urbanas y obstaculizar su crecimiento. Las superficies impermeables impiden infiltración de agua al suelo y agua de lluvia directa al red de drenaje superficial, lo que da como resultado una baja disponibilidad de agua en el suelo para las plantas. Además, muchos suelos urbanos están severamente compactados, lo que inhibe tanto la penetración del agua, como la aireación del suelo y, por tanto, expansión de las raíces. También pueden carecer de materia orgánica y nutrientes necesarios para apoyar el crecimiento de las plantas. El tamaño del árbol y el diámetro de su copa generalmente disminuyen en situaciones donde hay un gran porcentaje de zona pavimentada impermeable que rodea un árbol. Sin embargo, las restricciones al crecimiento creadas por el pavimento puede atenuarse si la calidad del medio de siembra es adecuada. Una evaluación de árboles de *Prunus serrulata* y *Ulmus parvifolia* con diferentes medios de enraizamiento, demostraron que los árboles que crecen en suelos no compactados debajo del pavimento eran más grandes, proporcionaban más sombra y parecían más saludables después de 14 meses que los que crecían en hoyos rellenos con *stalite* (un agregado liviano de pizarra expandida).

### **Lograr un enfriamiento efectivo desde vegetación urbana**

Las plantas sanas proporcionan un enfriamiento eficaz; tienen mas hojas que las plantas estresadas y proporcionan más sombra. Sus hojas también son más activas fisiológicamente, por lo que transpira más. Por lo tanto, para maximizar el enfriamiento es necesario proporcionar condiciones de crecimiento que promuevan la buena salud y funcionamiento de las plantas, así como un suministro adecuado de agua (Fig.7). Si es recurrente la baja disponibilidad de agua, las plantas pueden tener un crecimiento reducido, pueden perder algunas o todas sus hojas o incluso morir. Los requerimientos de agua vegetal probablemente son probables que aumenten en las zonas urbanas debido a las temperaturas más altas del aire, los déficits de presión de vapor y cargas de radiación. Por ejemplo, se ha registrado un 7% aumento de la demanda de evapotranspiración en el centro de urbano de Madison (USA), en comparación con las zonas circundantes no urbanas.

Con proyecciones de cambio climático que indican un aumento de la temperatura del aire y una reducción de las precipitaciones en el verano en climas templados, es probable que el suministro de agua para las plantas urbanas en esta región sea un factor limitante. Nuevos enfoques del diseño urbano, como los incorporados a sistemas de drenaje sostenibles (SuDS), pueden facilitar la recarga de agua al suelo y a la vegetación, así como ofrecer soluciones rentables para el alivio de las aguas pluviales. Estos sistemas incluyen el uso de jardines de lluvia, humedales, bioswales (canales de drenaje con vegetación junto a carreteras), techos verdes, muros verdes y zonas sin vegetación. medios para capturar aguas pluviales (por ejemplo, tanques de agua, cuerpos de agua, acuíferos subterráneos).

El uso de pavimento permeable o pavimentos porosos y hoyos apropiados para plantar árboles de gran tamaño también pueden aumentar el volumen de agua que llega al suelo (Figura 9). El tamaño del alcorque requerido es proporcional a la proyección de la copa del árbol maduro y hay información disponible para ayudar a guiar el diseño del pozo. Técnicas como la reconstrucción del perfil del suelo, aumentan la calidad y la capacidad de retención de agua. También se deben seguir los suelos urbanos

en los sitios de plantación, ya que pueden acelerar considerablemente el establecimiento y crecimiento de las plantas y reducir la necesidad de riego adicional. Una orientación sobre la regeneración del suelo en terrenos abandonados urbanos para una futura creación de espacios verdes recomienda un mínimo de del 10% de contenido de materia para soportar la retención de humedad del suelo. Sin embargo, las preferencias de suelo de las especies varían y el medio de la plantación debe adaptarse a la especie elegida. Para obtener consejos sobre la selección el árbol correcto para el lugar correcto consulte el manual de árboles urbanos.

Además, aumentar la cobertura verde en ciudades y pueblos puede ayudar a mejorar las restrictivas condiciones microclimáticas urbanas que puede causar estrés hídrico incluso cuando hay agua disponible y el sitio de plantación es apropiado y, a su vez, mejorar la condición de la vegetación existente. Esto ayudará a maximizar su capacidad para proporcionar refrigeración, ayudando aún más a mejorar el confort térmico de los ciudadanos urbanos y reducir el efecto de la ICU.

### **Aplicaciones prácticas en el urbanismo**

En algunos países, los beneficios de refrigeración de la **infraestructura verde** están empezando a ser reconocidos en los círculos de investigación y por varias organizaciones medioambientales, organismos gubernamentales y asociaciones profesionales. Sin embargo, gran parte de la información recopilada no llega a la política de planificación y desarrollo de infraestructura verde. Las principales razones de la brecha. entre investigación, práctica y política estaban vinculados a:

- 1.- Una sobrecarga de información, lo que resulta en que los profesionales y los formuladores de políticas no pueden acceder a él y/o comprenderlo;
- 2.- Falta de diálogo entre investigadores, profesionales y responsables políticos; y
- 3.- Falta de justificación financiera para inversión en infraestructura verde.

Incluso si se gestionan estos problemas, los beneficios de la maximización del enfriamiento no llegan a considerarse una prioridad en el diseño y gestión de infraestructuras verde. Por ejemplo, cuando se le preguntó sobre su razones para invertir en infraestructura verdes, las autoridades locales mencionaron más beneficiosos frecuentemente vinculados a la gestión del agua, el valor de amenidad o la purificación del aire que la reducción de calor.

Pero se empieza a reconocer que las altas temperaturas del aire son un importante factor de riesgo potencial para la salud humana. Las proyecciones advierten que el número de muertes relacionadas con el estrés por calor en países europeos podría ser mayor más del doble para mediados de siglo desde una base de ~2000 si no se toman medidas para reducir el sobrecalentamiento de los edificios y el efecto ICU. Además, la información sobre la beneficios y compensaciones de diferentes pavimentos permeables está empezando a llegar a los profesionales y estas tecnologías y prácticas no se están adoptando específicamente para maximizar la efectividad de enfriamiento de las plantas, las mejorarán.

### **Cuantificación y valoración del beneficio de enfriamiento**

La cuantificación precisa del enfriamiento por la vegetación urbana (por sí sola o integrada en espacios verdes) es difícil de lograr ya que depende no sólo de la forma y funcionamiento en que las plantas crecen, sino también por las condiciones climáticas locales, la calidad suelos, y el diseño y características del entorno. Sin embargo, se están desarrollando modelos para estimar la refrigeración y/o previsión de refrigeración adicional proporcionada a través de un aumento de la cobertura verde, con o sin árboles. Por ejemplo, en un espacio verde londinense se estimó que ofrecía un enfriamiento de la

temperatura del aire de  $>0,5^{\circ}\text{C}$  en noches claras, tranquilas y cálidas a una superficie edificada de 39.725 ha que rodea a los espacios verdes, lo que equivale al 23% de Área de Londres. Además, un aumento del 20% de cobertura verde en la región de Glasgow, proyectada para ser capaz de reducir futuros promedios de temperatura del aire en verano en  $0,3^{\circ}\text{C}$ , un tercio de la ICU adicional esperada para el área en 2050 bajo las proyecciones actuales por el cambio climático.

Algunos estudios, particularmente en los EE.UU., han colocado un valor del beneficio de refrigeración logrado por la vegetación del sistema urbano. A escala local, gracias a los árboles las fachadas oeste y sur de 460 edificios en Sacramento, California se estimó que cada hogar ahorra un promedio de \$25 de uso

de electricidad en verano debido al efecto de sombra. A escala regional, se predijo que los árboles conducirían a un ahorro neto anual de energía (refrigeración y calefacción) de 101 millones de dólares. A escala nacional, urbano, se estima que los bosques comunitarios en los EE. UU. ahorraron \$7,8 mil millones en costos de energía por año, \$4,7 mil millones de los cuales provinieron de reducción del uso de electricidad. En

otro lugar, este enfriamiento causado por los árboles urbanos se predijo que lograban un ahorro de hasta £22 millones en consumo anual de energía sólo en el interior de Londres. En este mismo país, el Consejo Nacional de Construcción de Viviendas del Reino Unido ofrece orientación práctica sobre la colocación de árboles para reducir el calentamiento de fachadas de los edificios por la energía solar (Fig.10). Estos ahorros financieros potenciales, añadidos al valor económico de otros beneficios proporcionados por la infraestructura verde más amplia (como la reducción de la contaminación del aire, la gestión de inundaciones y secuestro de carbono) puede compensar, o incluso superar, los costos asociados a su expansión y gestión. Implementación de un análisis de costo-beneficio es, por lo tanto, un medio eficaz para justificar inversión.

## Conclusiones

Las ciudades frecuentemente demuestran un promedio de temperaturas más alto que las zonas rurales circundantes, el llamado efecto "isla de calor urbano" (ICU). La intensidad de la ICU varía en una ciudad y con el tiempo y puede alcanzar los  $9^{\circ}\text{C}$  en algunas ciudades. Las proyecciones de cambio climático indican que un aumento de las temperaturas y un aumento en la ocurrencia e intensidad de eventos de calor extremo exacerbará la ICU. Períodos prolongados de altas temperaturas pueden tener efectos profundos en la salud humana y se necesita adaptación a las ICU para planificar, a corto y medio plazo y cambios a más largo plazo. Hay pruebas convincentes de que Los árboles, los espacios verdes urbanos y una infraestructura verde más amplia proporcionan reducciones significativas en las temperaturas urbanas y pueden ayudar evitar pérdidas innecesarias de vidas durante las olas de calor.



Fig.10. Efecto termorregulador del arbolado en las fachadas de edificios

Los planificadores y desarrolladores pueden ayudar a combatir las ICU y aumentar la resiliencia urbana a los impactos del cambio climático mediante aprovechamiento máximo de las oportunidades que se ofrecen a través de reurbanizaciones, para ecologizar el entorno urbano, dando prioridad a la plantación de árboles de copa amplia, cerca de edificios, colocados al oeste, suroeste o sur de los edificios para mitigar el impacto localizado de la ICU en ciudades europeas.

La infraestructura verde puede desempeñar un papel importante en la reducción de la temperatura del aire urbano, atenuando sus impacto negativo en el confort térmico y la salud humana. Para que esto suceda, es importante diseñar nuevos espacios verdes y gestionar los establecidos de manera que maximicen el enfriamiento. El conocimiento de las propiedades refrescantes de los espacios verdes urbanos y los árboles urbanos aislados en climas templados han avanzado considerablemente en los últimos años:

- Los espacios verdes >0,5 ha pueden enfriar la temperatura del aire local.
- La refrigeración en toda una zona urbana requiere que los espacios verdes estén muy cerca, ya que el enfriamiento disminuye con distancia del espacio verde. Por ejemplo, la modelización sugiere que, en áreas urbanas templadas, los espacios verdes de 3 a 5 ha necesitan que sean situados a una distancia de entre 100 y 150 m.
- Los espacios verdes deben tener árboles, pero se requiere prestar cuidado en el colocación de árboles, ya que las copas densas e ininterrumpidas pueden bloquear la disipación de calor y la pérdida de radiación de onda larga por la noche, anulando así su potencial refrigerador.
- Algunos árboles son mejores para enfriar el ambiente que otros, no sólo por las características inherentes a su especie, sino también su forma y tamaño. Los árboles con típicas altas tasas de transpiración, alta reflectividad, y con copas más densas y más anchas, reducen las temperaturas de los alrededores más que otros árboles, siempre que estén sanos y tengan suficiente espacio, agua del suelo y recursos de nutrientes para mantener su crecimiento.
- El ambiente aéreo y del suelo del árbol es tan importante como el árbol mismo para determinar la cantidad de enfriamiento que será capaz de proporcionar. No solo es importante elegir el árbol adecuado para el lugar adecuado, sino también que reúna "las condiciones adecuadas para el árbol adecuado". Las nuevas plantaciones deben combinarse con estrategias innovadoras que conduzcan a una mayor disponibilidad de agua para la arboleda y la mejora de suelos y pavimentos urbanos para las raíces circundantes.

Hay más por descubrir sobre el diseño óptimo de espacios verdes y colocación de árboles para lograr el máximo enfriamiento, y la capacidad de enfriamiento de diferentes especies de árboles. A pesar de estudios recientes, todavía falta hacer una comparación del potencial de enfriamiento diurno de una amplia gama de especies de árboles comúnmente plantadas en entornos urbanos templados, y los mecanismos a través de los cuales proporcionan enfriamiento. Además, el impacto que las limitaciones del medio ambiente local pueden tener sobre la efectividad de enfriamiento de una especie en particular requiere más investigación de forma que la planificación y desarrollo de la infraestructura verde pueda ser óptima. De cara al futuro, también se debería centrar la atención en mejorar intercambio de conocimientos entre investigadores, profesionales y formuladores de políticas, dirigiendo nuevas investigaciones hacia la mejora de los métodos para justificar la inversión en infraestructura verde.

## Hacia un bosque urbano en Torre del Mar

En la misma provincia que el BUM, en Vélez-Málaga, capital de la comarca de la Axarquía, sus principales poblaciones, Vélez-Málaga y Torre del Mar, concentran la mayor parte de la población municipal, incrementándose notablemente en temporadas turísticas. La superficie de zonas verdes que afectan a la población (es decir excluyendo las rotondas y medianas) está por debajo de la mínima superficie verde recomendada por la OMS, especialmente Torre del Mar, una población que creció desmesuradamente desde los años 1960 por la construcción de viviendas vacacionales, dando lugar a una ciudad muy densa, con muy escasos espacios verdes, siendo el más grande el Paseo de Larios, con apenas 7.000 m<sup>2</sup> de superficie.

En el año 2022, el Gabinete de Estudios de la Naturaleza de la Axarquía (GENA), a la vista de los innumerables problemas detectados en la gestión de los espacios verdes del municipio, decidió redactar el presente proyecto de Plan Director del Arbolado Urbano de Vélez-Málaga para ofrecer un marco conceptual desde el que se redacten las oportunas ordenanzas sobre la gestión de las zonas verdes, tomando como referencia los últimos avances en materia de jardinería y silvicultura. Fue en este contexto en el que esta asociación empezó a considerar la relevancia del concepto holístico de bosque urbano, incluyendo toda la arboleda urbana y parte de la arboleda de los alrededores, protagonizada especialmente por los pinares del Cerro de la Fortaleza, los olivares de las Campiñuelas y las alamedas de las márgenes del río Vélez.

El hecho que, desde el año 1997 esta asociación haya estado impulsando la protección del Delta del Río Vélez, en el que el humedal de la desembocadura ya tiene un reconocimiento como parte de la Red de Humedales de Andalucía, y para el que considerábamos necesaria crear áreas forestales tampón a ambos lados del río, no sólo para proteger la intimidad de la avifauna de dicho humedal, sino también para obtener un área forestal nueva, con las posibilidades habilitar nuevos biotopos que incremente la deteriorada biodiversidad provocada por los excesos agrícolas y urbanísticos, nos condujo a considerar la oportunidad de crear un bosque urbano en el Delta del río Vélez (Fig.18).



Fig.18. Parcela del Delta del río Vélez escogida para la creación de un bosque urbano s.str.

De este modo se generaría un nuevo espacio verde, esta vez de envergadura notable, tomando las márgenes fluviales de la desembocadura, que forman parte del delta. Ambas franjas de suelo no son urbanizables, están en suelo inundable de especial protección, y por tanto está exento de intereses urbanísticos, que se detienen en el SUB-T12, en la parte oriental y el controvertido proyecto urbanístico con marina interior de la casa Larios (Fig.18):

- a.- **Margen oriental.** Abarca una superficie de 16,94 ha (169.429 m<sup>2</sup>) de suelo arcilloso-limoso fluvio-marítimo, actualmente dedicado a cultivos hortícolas, presentando una orla de álamos blancos (*Populus alba*) en la margen fluvial. Sus límites van desde la N-340 , bajando hacia la costa por el Camino de la Culebra y tras bordear la playa hacia el W, sube por la margen izquierda del río Vélez, hasta retornar a la N-340.
- b.- **Margen occidental.** Abarca una superficie de 18,09 ha (180.902 m<sup>2</sup>) de suelo similar al de la margen oriental, también dedicado actualmente a cultivos hortícolas pero bajo plástico, presentando también una orla de álamos blancos (*Populus alba*). Sus límites también parten de la N-340, baja por la margen derecha del río Vélez y, tras un corto tramo en el límite de la playa, sube de nuevo por un sendero hasta la N-340.

De este modo, el Bosque Urbano de Torre del Mar (BUT) constaría de un conjunto forestal formado por especies autóctonas mediterráneas de árboles y arbustos, así como zonas de praderas floríferas (Fig.19), que cumplirían muy bien funciones tales como:

- a.-Globalmente, superficies tampón del humedal frente a las áreas urbanizadas
- b.-Generar biotopos diversos para generar una alta diversidad
- c.-Luchar contra el declive de insectos, especialmente los polinizadores
- d.-Crear ambientes para la avifauna terrestre y, complementariamente, la acuática
- e.-Crear áreas recreativas para la población
- f.-Generar refugios climáticos y fuente de refrigeración a las áreas pobladas.



**Fig.19. Recreación del Bosque Urbano de Torre del Mar (BUT)**

Además de los objetivos sociales, de contribuir a elevar la ratio de superficie de espacios verdes/habitante, y nuevos refugios climáticos, este proyecto tiene una decidida función de fomentar la biodiversidad en torno al Humedal Delta del Río Vélez.

### 1.-Ambientes generadores de biodiversidad.

El Delta del río Vélez ya es actualmente un espacio que reúne características que lo convierten en un espacio natural relevante, destacando sobre todos el humedal de la desembocadura, que forma parte de la Red de Humedales de Andalucía, y áreas aledañas, como las márgenes fluviales. El resto de su superficie ha venido estando dominado por la actividad agrícola, dando lugar a un paisaje pintoresco que en su día fue catalogado y protegido como "Paisaje agrícola" en el Plan Especial de Protección del Medio Físico de Málaga.

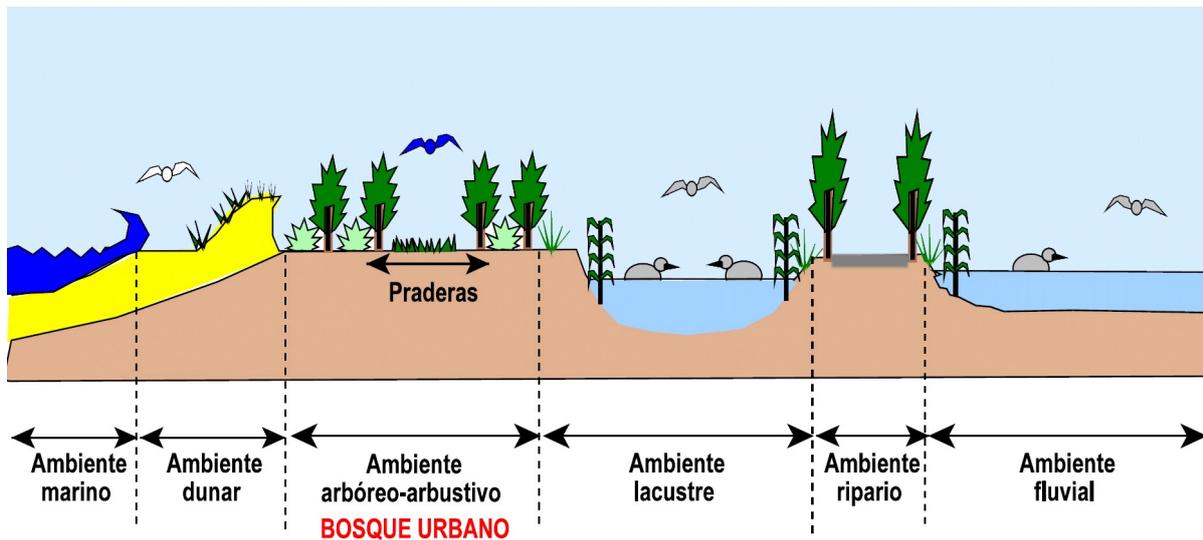


Fig.20. El Bosque Urbano entre los ambientes reconstruidos en el Delta del río Vélez

Tras los cambios creados a nivel urbanístico (Plan General de Ordenación Urbana de Vélez-Málaga 2021, estos espacios aledaños al río han quedado como suelo no urbanizable de especial protección, y por tanto sin valor alguno desde el punto de vista urbanístico. Es en estas nuevas circunstancias que consideramos que se podría una amplia zona del Delta del río Vélez para la renaturalización marítimo-terrestre y fluvial, logrando con ello habilitar diversos ambientes en los que se podría reconstruir una biodiversidad actualmente perdida por el manejo secular de este lugar. Los principales ambientes que se crearían, desde el litoral al interior, se encuentran (Fig.20):

**a.-Ambiente marino.** Es un espacio en que la intervención humana debe ser mínima, pero, al igual que en el ambiente dunar, debe excluirse su actual uso como "playa canina" en us margen izquierda, una decisión política que en su día calificamos como totalmente desafortunada e insensible a las exigencias de un espacio, como el Delta del río Vélez, en el que la paz debe reinar para la protección de la fauna, especialmente la avifauna, que en este espacio en concreto es la avifauna marina, beneficiada por la protección (incumplida) litoral como Zona de Especial Protección para Aves "Bahía de Málaga-Acantilados de Maro" (Código ES0000504), principalmente por la invernada de la gaviota cabecinegra (*Larus melanocephalus*), que durante la migración prenupcial alcanza concentraciones de varios miles de ejemplares, y también la parcela balear (*Puffinus mauretanicus*), que utiliza el área para alimentación y descanso. La actual playa canina es totalmente incompatible con los objetivos de este área protegida, por lo que debe anularse esta infraestructura en toda la zona protegida.

**b.-Ambiente dunar.** El espacio marítimo-terrestre de este paraje es una playa en regresión que está actualmente muy castigado por la erosión del delta, desde el instante en que se bloqueó el aporte de aluviones por el río Vélez, a ser represada prácticamente toda su cuenca. También está afectado por el comentado uso actual como playa de perros (margen izquierda), incompatible con cualquier medida de protección de la biodiversidad en este tramo marítimo-terrestre. Para esta zona, planteamos una renaturalización de la biodiversidad psammófila, La finalidad de esta revegetación es fijar estas dunas primarias e iniciar la restauración del ecosistema dunar aportando una masa de productores que atraiga y sostenga una fauna de consumidores psammófilos. Para ello proponemos la creación de un cordón dunar (Fig.21) en la zona limítrofe con la servidumbre del dominio marítimo terrestre, de modo que al arenal de la playa le sigue, hacia el interior una elevación arenosa continua, a modo de cordón dunar, existente en otros puntos de este litoral, como El Morche. En ese cordón se procedería a una revegetación de plantas psammófilas autóctonas de la zona, con especies como:



**Fig.21. Ejemplo de cordón dunar**

|  |   |  |
|--|---|--|
| <i>Eryngium maritimum</i><br><i>Pancretium maritimum</i><br><i>Pseudorlaya pumila</i><br><i>Ruellia ciliatiflora</i> | <i>Schrankia uncinata</i><br><i>Silene ramosissima</i><br><i>Elymus farctus</i><br><i>Polygonum maritimum</i> | <i>Salsola kali</i><br><i>Cakile maritima</i><br><i>Sporolobus pungens</i><br><i>Vulpia alopecurus</i> |
|--|---|--|

Algunas de estas especies brotan espontáneamente a partir de semillas transportadas por el viento, el mar o los animales, incluido el hombre. Esta plantas podrían actuar como colonizadoras y fijadoras de las dunas. En una segunda operación, ya consolidada la duna, se podrían incluir otras especies, incluidos algunos matorrales:

| Matorral bajo   | Plantas anuales  |
|---|--|
| <i>Helichrysum dasyanthum</i><br><i>Teucrium dunense</i><br><i>Otanthus maritimus</i> | <i>Crucianella maritima</i><br><i>Medicago marina</i><br><i>Lotus creticus</i> |

Sería interesante implicar a la población (asociaciones de vecinos, escolares) en las labores de revegetación, para hacerles partícipes y protagonistas de la creación de un entorno que posteriormente sólo se mantendrá si la población persiste en valorarlo como tal.

**c.-Ambiente arbóreo, arbustivo y pratense.** Representaría el **bosque urbano** que hemos definido anteriormente en su sentido estricto, es decir un área amplia cubierta por vegetación principalmente arbórea y arbustivas, recreando en su interior algún espacio abierto, cubierto por vegetación herbácea, que renaturalizaría el hábitat pratense, que congrega una fauna específica, como insectos florícolas o polinizadores, a diferencia de las zonas cubiertas por vegetación arbórea y arbustiva, más cerrada, ideal para crear ambientes que atraigan especies ombrófilas y saproxílicas y refugio para aves.

El estrato **arbóreo** estaría representado preferentemente por especies resistentes al calor y las

sequías, teniendo en cuenta las tendencias de aridificación por el cambio climático. Preferentemente deben ser árboles frondosos, perennifolios y nativos, si bien se podrían usar especies exóticas que reúnan las condiciones idóneas para crear un ambiente boscoso. Puede recurrirse a las listas de especies de alta rusticidad y resistencia a la sequía que publicó Roloff *et al.* (2009). Según la evaluación de este autor, la resistencia a la sequía y robustez al invierno (rusticidad) son los criterios decisivos, que incluiría a las especies leñosas. El proceso de selección también debe incluir criterios adicionales, dependiendo de los requisitos individuales, como parámetros del suelo, sombra, resistencia, estética, etc. A modo de ejemplo, entre los árboles recomendados se encontrarían las siguientes especies, de más a menos idóneas:



Fig.22. Ejemplo de bosque urbano s.str.

|                      |   |  |  |
|----------------------|---|--|--|
| <b>Más idóneas</b>   | <i>Acer campestre</i><br><i>Pinus nigra</i><br><i>Pinus sylvestris</i>        | <i>Robinia pseudoacacia</i><br><i>Prunus mahaleb</i><br><i>Ceratonia siliqua</i> | <i>Sorbus aria</i><br><i>Ulmus pumila</i><br><i>Celtis australis</i>           |
| <b>Menos idóneas</b> | <i>Cedrus libani</i><br><i>Catalpa speciosa</i><br><i>Cupressus arizonica</i> | <i>Ginkgo biloba</i><br><i>Gleditsia triacanthos</i><br><i>Quercus pubescens</i> | <i>Sophora japonica</i><br><i>Tilia tomentosa</i><br><i>Platanus hispanica</i> |

El estrato **arbustivo** es precisamente lo que diferencia una mera plantación de árboles de un bosque. El bosque urbano no sólo debe tener árboles, sino también arbustos distribuidos entre los árboles y formando setos. Los setos, al tener una ramificación desde el suelo, ofrecen hábitats más seguros para muchas especies de la fauna, frecuentemente diferentes de las que se encuentran en otros lugares del bosque. Siguiendo las recomendaciones de Roloff *et al.* (2009), algunos ejemplos de arbustos son:

|                      |   |  |  |
|----------------------|---|--|--|
| <b>Más idóneas</b>   | <i>Juniperus communis</i><br><i>Amelanchier ovalis</i><br><i>Buxus sempervirens</i> | <i>Crataegus laciniata</i><br><i>Lycium intricatum</i><br><i>Rhamnus alaternus</i> | <i>Rosa gallica</i><br><i>Viburnum lantana</i><br><i>Calicotome intermedia</i> |
| <b>Menos idóneas</b> | <i>Thuja orientalis</i><br><i>Colutea arborescens</i>                               | <i>Elaeagnus angustifolia</i><br><i>Whitania frutescens</i>                        | <i>Prunus cerasifera</i><br><i>Suaeda vera</i>                                 |

El estrato **herbáceo**, que en teoría crea por todos los espacios libres, se debe concentrar de forma específica en determinadas áreas despejadas de sombras arbóreas y arbustivas, formando praderas. Las praderas mediterráneas están formadas por plantas anuales, en su mayor parte Gramíneas, pero también de muchas otras familias, como las Asteráceas, Brasicáceas, Fabáceas, Borragináceas, etc. A modo de ejemplo podría contemplarse las siguientes especies:

|                       |  |  |  |
|-----------------------|--|--|--|
| <b>Gramíneas</b>      | <i>Aegilops ovata</i><br><i>Brachipodium phoenicoides</i>  | <i>Briza maxima</i><br><i>Dactylis glomerata</i>   | <i>Lolium perenne</i><br><i>Piptatherum milliaceum</i>   |
| <b>Otras familias</b> | <i>Anthrinum majus</i><br><i>Asphodelus fistulosus</i><br><i>Ballota hirsuta</i><br><i>Borago officinalis</i><br><i>Calendula arvensis</i><br><i>Centaurium erythraeum</i> | <i>Coronilla juncea</i><br><i>Chrysanthemum vulgare</i><br><i>Daucus carota</i><br><i>Echium plantagineum</i><br><i>Foeniculum vulgare</i><br><i>Lavandula multifida</i> | <i>Malva sylvestris</i><br><i>Medicago sativa</i><br><i>Melilotus officinalis</i><br><i>Psoralea bituminosa</i><br><i>Ononis natrix</i><br><i>Papaver rhoeas</i> |

**d.-Ambiente lacustre.** Aunque en la zona ya hay un humedal importante (desembocadura del río Vélez), proponemos la creación de una laguna o charca de discretas dimensiones tanto en la franja izquierda como en el de la derecha. Estas charcas podrían habilitarse simplemente con extracción de sedimentos deltaicos, aflorando el agua salobre. De hecho, al menos en la franja izquierda, se conocen hasta dos lagunas históricas (Laguna Grande y Laguna Chica), presentes en mapas antiguos, que fueron aterradas para lograr terreno para la agricultura, pese a lo cual todavía se conserva la toponimia en determinados negocios como el camping La Laguna. Esta laguna podría situarse en un terreno dedicado a praderas (Fig.23) y en ella se regeneraría la vegetación correspondiente. A modo de ejemplo:



**Fig.23. Ejemplo de laguna para el delta**

|   |  |   |
|---|--|---|
| <i>Typha latifolia</i><br><i>Scirpus holoschoenus</i> | <i>Phragmites australis</i><br><i>Juncus maritimus</i> | <i>Iris pseudocorus</i><br><i>Lemna minor</i> |
|---|--|---|

Este humedal atraería a algunos elementos de la avifauna, que podría llegar a ser sedentaria y para su observación se habilitarían los oportunos miradores camuflados.

**e.-Ambiente ripario.** En el ámbito del propio río Vélez, en su desembocadura (tomada desde la antigua N-340 hasta el mar), el río presenta en sus dos márgenes una vegetación lineal, de carácter ripario, en el que, junto a la vegetación arbórea climácica (sotos de álamos blancos: *Populus alba*) (Fig.24), se ha venido desarrollando una vegetación invasora de cañas (*Arundo donax*). La construcción de una defensa rocosa en la margen izquierda ha permitido la regeneración espontánea de álamos blancos, y también se ha procedido a realizar algunas plantaciones de esta especie de árbol por parte de las autoridades provinciales y regionales, si bien con poco éxito por falta de mantenimiento y vandalismo. Como alternativa, proponemos una regeneración más completa y diversificada en ambas márgenes, tomando al álamo blanco local (*Populus alba*) como especie dominante, acompañado, de forma dispersa, por otras especies, como el fresno (*Fraxinus angustifolia*) y las mimbreras (*Salix pedicellata*), además de arbustos riparios como la adelfa (*Nerium oleander*), zarzamoras (*Rubus ulmifolius*), y otras como las siguientes:



**Fig.24- Soto de álamos blancos (*Populus alba*)**

|                   |   |   |   |
|-------------------|---|---|---|
| <b>Arbóreas</b>   | <i>Populus alba</i><br><i>Populus nigra</i>       | <i>Fraxinus angustifolia</i><br><i>Celtis australis</i> | <i>Tamarix africana</i><br><i>Salix elaeagnos</i>   |
| <b>Arbustivas</b> | <i>Nerium oleander</i><br><i>Rubus ulmifolius</i> | <i>Salix pedicellata</i><br><i>Rosa canina</i>          | <i>Coryaria myrtifolia</i><br><i>Prunus spinosa</i> |

En este lugar se debe colocar un observatorio para aves. En la margen izquierda ya hay uno construido por la Diputación Provincial, pero está pendiente construir otro en la margen derecha.

**f.-Ambiente fluvial.** Está claramente representado en el tramo de la desembocadura del río Vélez, al menos desde el viaducto de la N-340 hasta el mar. Es un espacio protegido como humedal, que siempre ha conservado una laguna lineal producida por el propio caudal del río Vélez, pero que desde el represamiento de la cuenca, ha tenido un caudal variable, en gran parte alimentado por entrada de agua marina, mezclada con desagües de riegos, resultando un agua salobre, en el que entran peces de estos ambientes, como las lisas (*Mugil cephalus*). Es frecuente la creación de zonas emergidas y zonas sumergidas en un régimen fluvial léntico, cambiando a lótico sólo en cortos periodos de lluvias intensas. Es en este humedal donde se congrega una importante avifauna acuática, en gran parte migrante (al estar situado el humedal en la ruta de migraciones), que encuentran aquí un lugar adecuado para avituallamiento, gracias a los alimentos vegetales y animales que encuentran en este humedal (Fig.25).



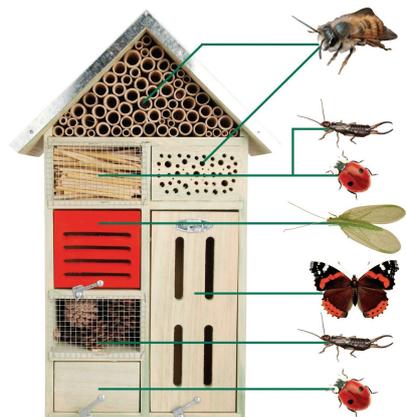
**Fig.25.** Eneas (*Typha latifolia*), carrizos (*Phragmites australis*) y berros (*Nasturtium officinale*)

En este lugar la acción de revegetación no es necesaria porque ha demostrado durante años su capacidad de regeneración cuando las condiciones (flujos de agua) son adecuados, destacando especies como:

|   |  |   |
|---|--|---|
| <i>Typha latifolia</i><br><i>Scirpus holoschoenus</i><br><i>Nasturtium officinale</i> | <i>Phragmites australis</i><br><i>Juncus maritimus</i><br><i>Juncus acutus</i> | <i>Iris pseudocorus</i><br><i>Lemna minor</i><br><i>Rumex acetosa</i> |
|---|--|---|

La importancia de este medio reside en la extraordinaria diversidad de aves migrantes, nidificantes y sedentarias, que se puede observar, especialmente durante los periodos de paso. Este hecho ha prestigiado esta zona como lugar de interés para la observación de aves, acudiendo numerosos ornitólogos y actividades turísticas relacionados con la afición de la observación de aves.

**f.-Ambiente artificial.** Junto a estos ambientes renaturalizados, en los que se podría regenerar una importante biodiversidad, en este lugar también es recomendable crear ambientes más artificiales, pero eficaces, para apoyar este objetivo de regeneración de la biodiversidad, especialmente de artrópodos en general e insectos en particular. Para ello, proponemos colocar, en zonas situadas en el perímetro de las praderas generadas, nidos de insectos, contruidos de forma que dispongan de refugios para diversas especies de insectos y araneidos (Fig.26). Este tipo de estructuras es especialmente recomendable para insectos florícolas asociados a las praderas, de ahí que sean aconsejables en sus proximidades y asegurar así su éxito reproductivo.



**Fig.26.** Nido de insectos

## 2.-Complementos para la actividad recreativa

El espacio natural que proponemos, que incluye un bosque urbano (BUT), pretende ofrecer un escenario nuevo para Torre del Mar, que sirva de contraste amigable para un núcleo urbano que ha crecido a un ritmo vertiginoso desde los años 1960, de la mano del fenómeno socioeconómico que supuso el nacimiento del turismo de masas. En este escenario, de alta especulación del suelo, se construyeron muchos edificios de gran volumen, no correspondiéndose con las debidas zonas verdes y ajardinadas. A pesar del esfuerzo de contrarrestar este hecho con el ajardinamiento de largo paseo marítimo, la ciudad sigue padeciendo de un ambiente inhóspito, muy alejado de un medio ambiente conciliador. Nuestra propuesta de bosque urbano busca equilibrar esta desigual proporción y ofrecer a la ciudadanía un espacio natural vegetado que al mismo tiempo actúe como refugio climático. Para ayudar a su disfrute se prevé el acondicionamiento de **zonas recreativas**, que constarían de los siguientes elementos:

**a.-Red de senderos.** El bosque urbano debe compaginar su estructura boscosa, imitando el bosque natural, con el disfrute de la ciudadanía. Para ello, se debe adecuar una red de senderos que permita el tránsito sin que se produzcan por el paso anárquico de los viandantes. Los senderos deben ser de terrizo apelmazado (Fig.27), señalizando la situación de las entradas y salidas en los cruces la dirección, con objeto de evitar que el espacio tenga un trazado laberíntico que provoque malestar por desorientación.



Fig.27. Ejemplo de sendero de terrizo



Fig.28. Ejemplo de observatorio de aves

**b.-Observatorios de aves.** Al igual que ya dispone el humedal de la desembocadura, debe habilitarse pequeños observatorios de aves en las lagunas generadas, con el fin de poder disfrutar de la observación de aves sin perturbarles (Fig.28). Se podría complementar con carteles que adviertan de la necesidad de sigilo y una selección de fotografías y siluetas de las aves más corrientes en este hábitat.

**c.-Cartelería.** El bosque urbano debe facilitar el aprendizaje, el reconocimiento de los principales elementos (flora, fauna) que forman parte del paraje. Para facilitararlo, se propone crear un sistema de cartelería por cada pie de árbol (Fig.29b), indicando su procedencia, nombre vulgar y científico y curiosidades sobre sus propiedades. Estos carteles, colocados al pie de cada árbol, permiten una autoformación siguiendo el sendero, a modo de itinerario botánico. También sería de interés otros tipos de carteles que expliquen las características de cada hábitat (Fig.29a).



Fig.29. Cartelería de hábitats y de árboles