



1.1. Problemática.

Los árboles forman parte de nuestras vidas, de nuestras ciudades, parques y jardines. Pero no son mobiliario urbano, necesitan una serie de tratamientos y cuidados pero, sobre todo, necesitan que les tratemos como lo que son, seres vivos, aunque convivan al lado de farolas, pavimentos, aceras, papeleras y bancos.

Para poder plantar, mantener y gestionar nuestros árboles es preciso conocer cómo se comportan, cuáles son sus necesidades, su forma de desarrollo y su capacidad de crecimiento. Todos aquellos que trabajen con árboles deben informarse de la especie con la que tratan, para conseguir la máxima eficacia de cada uno de ellos.

Una parte importante del arbolado de nuestras calles, parques e infraestructuras está constituida por árboles adultos, ya envejecidos por diferentes motivos, bien porque fueron plantados hace años en condiciones ambientales más favorables que las actuales, (suelos más permeables, menor contaminación, menor densidad de edificación), bien porque han sido sometidos a podas drásticas y continuadas que les han provocado heridas, chancros y debilidad. En la actualidad, los criterios de plantación y de mantenimiento son más respetuosos con la biología del árbol y se tienen en cuenta criterios de sostenibilidad en la elección de la especie a plantar. Se debe tener siempre presente que el arbolado ha de adaptarse no sólo a las condiciones climáticas, sino también a toda una serie de condicionantes medioambientales y espaciales que influyen decisivamente en su desarrollo, como

Las obras y trabajos cercanos al árbol deberán tener especial cuidado en no dañar la corteza y zonas aledañas, por la importancia que conlleva esta parte del árbol para su crecimiento y supervivencia.

el tipo de suelo (textura y drenaje), la disponibilidad de agua, la resistencia a la polución, la proximidad a edificios, la anchura de las aceras y de las calles, la interferencia con el mobiliario urbano (semáforos, farolas, etc.), el aparcamiento de vehículos (golpes en el tronco) o la circulación de vehículos altos (golpes en las ramas). Por ello, es imprescindible llegar a un conocimiento profundo de cada una de las especies arbóreas que forman parte de nuestro proyecto de plantación o de gestión del arbolado. Conociendo en profundidad a nuestras especies, podremos dar una respuesta adecuada a todos los condicionantes que afectan al desarrollo de los árboles.

1.2. Aspectos genéricos.

NOCIONES SOBRE SU CRECIMIENTO

Los árboles son capaces de crecer a lo ancho de forma considerable, gracias a un grupo de células, situadas a unos milímetros por debajo de la corteza, que son capaces de añadir al grosor del árbol un anillo de tejido diferenciado y a unos poderosos tejidos de sostén que aseguran su forma erguida.

Es, por ello, que la parte más delicada del árbol se encuentra precisamente debajo de su corteza. Ahí se sitúa el crecimiento en grosor del árbol y todo su aparato circulatorio y de flujo de savia.

El sol es la fuente de luz necesaria para la fotosíntesis de los árboles, sin embargo, en determinadas momentos, puede ejercer una función muy dañina para las propias hojas u otras partes del árbol, sobre todo cuando no se ubican adecuadamente las especies a plantar. En función de esta variable se pueden clasificar las especies vegetales en: especies de luz, de media sombra y de sombra.

Las especies de luz la necesitan y, por tanto, intentarán por todos los medios buscarla y es posible que se produzcan deformaciones o giros en su intento. Sin embargo, las especies de sombra necesitan vivir en condiciones de mayor oscuridad y la luz excesiva puede provocar daños irreparables en sus células.

FORMA DE COPA Y RAMAS

Cada especie arbórea tiene una geometría especial que la caracteriza. La forma de los árboles se adapta a la función que las ramas tienen en el medio ambiente en el que se desarrollan, por lo que es muy importante observar la forma de la copa y la distribución de las ramas, ya que condicionan su relación con los agentes atmosféricos como el viento o la nieve y con el hábitat o lugar donde se encuentran.

La finalidad de la forma de la copa de los árboles es captar la máxima luz. Para conseguir esto cada árbol aporta su propia solución. El aspecto de la copa está fuertemente condicionado por el ángulo de inserción de los brotes laterales, siendo constante para cada especie:



Un chopo absorbe cerca de 800 litros de agua al día en verano y un abedul 200.

AGUDO: Haya, MUY AGUDO: Chopo, RECTO: Alerce y Roble, OBTUSO: Picea
El tipo de ramificación varía con los años. En la fase juvenil las ramas tienden a ir hacia arriba, mientras que en la madurez tienden a ensancharse y en la vejez a ir hacia abajo, reduciéndose considerablemente su número y longitud.

LOS ÁRBOLES RESPIRAN Y TRANSPIRAN

Absorben CO₂ y expulsan O₂, sobre todo esta función se incrementa hasta hacerse total durante la noche. Transpiran gracias a los estomas que se encuentran en la cara inferior



CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES CON BAJOS CONSUMOS DE AGUA

- Hojas pequeñas o lineales y de consistencia dura, por lo que evaporan poco agua
- Hoja perenne
- Crecimiento lento y sostenido en el tiempo
- Adaptadas al clima seco y caluroso en verano y frío en invierno
- Algunos ejemplos: encina, enebro, sabinas, ciprés, arce de Montpellier

de sus hojas, estos son tan abundantes que pueden estar presentes en la hoja entre 10 y 200 por mm². También se produce intercambio gaseoso a través de unos pequeños orificios de la corteza, llamados lenticelas.

EL APARATO CIRCULATORIO

La savia circula por una serie de finos capilares, el movimiento de abajo hacia arriba de la copa se produce gracias a la presión que ejercen la transpiración de las hojas, que tiran de ella hacia arriba. Los árboles pueden impulsar esa savia hasta 100 m de altura, ya que la fuerza que ejerce la transpiración de las hojas es superior a la fuerza de gravedad.

El problema no es tanto conseguir llevar la savia hasta la copa, sino que en esos finos capilares no se produzcan discontinuidades de líquido y aparezcan burbujas de aire que provoquen el colapso de los vasos (que es lo que se conoce como CAVITACION). La cavitación se puede producir por problemas de estrés hídrico y puede llegar a matar a la planta, siempre que el sistema de bombeo de las raíces no lo remedie.

Las hojas de las coníferas, finas y con forma de aguja, están hechas para resistir las heladas, la sequía y la deshidratación. Es por ello, que estas especies son más indicadas en situaciones de estrés hídrico, tanto por frío como por calor.

EXIGENCIAS Y PREFERENCIAS DE LOS ÁRBOLES

Cuando una especie de árbol es capaz de adaptarse a diferentes condiciones de clima y suelo se dice que es una especie PLÁSTICA. Sin embargo, muchas especies de árboles necesitan vivir en determinadas condiciones de

suelo para poder desarrollarse adecuadamente.

- Especies de suelo superficial o poco profundo: álamo, aliso, abedul, pino negro, pino carrasco, haya, carpe, picea.
- Especies que necesitan suelo muy profundo: alerce, castaño, abeto, robles.
- Especies calcífugas (evitan suelos ricos en cal): castaño, aliso, alcornoque, pino resinero.
- Especies calcícolas (prefieren suelos ricos en cal): roble, pino laricio, arce campestre.
- Especies gypsícolas (viven en suelos ricos en sulfatos de yeso): pino carrasco, coscoja.

EL AGUA Y LOS ÁRBOLES

Cada árbol posee unas características morfológicas determinadas por su propia especie, pero también por la forma de manejo y situación en la que se encuentra. Los árboles con bajos consumos de agua suelen tener crecimientos lentos y poseen, generalmente, características diferentes a aquellos con mayores crecimientos y elevados consumos de agua.

La forma y cantidad de riego condiciona el sistema de raíces del árbol. Si realizamos riegos escasos en cantidad de agua y frecuentes, fomentaremos un sistema de raíces más superficial, mientras que los riegos más abundantes y de menor frecuencia, fomentarán sistemas de raíces situados en capas más profundas.



- Un árbol de 12 m de altura puede absorber 225 l de solución nutritiva al día, las hojas transforman esta solución en aprox. 5 kg de H-C y liberan 17 m³ de oxígeno puro al aire.
- El 90% del agua absorbida por las raíces es devuelta a la atmósfera como vapor de agua mediante la transpiración de las hojas.
- Se calcula que en Europa existen unas 2000 especies de árboles entre autóctonos e introducidos de otros continentes.



CARACTERÍSTICAS DE ESPECIES CON ALTOS CONSUMOS DE AGUA

- Hojas grandes y delgadas por lo que evaporan mucha agua
- Hoja caduca
- Crecimiento rápido
- Adaptadas a mucha precipitación por lo que necesitan mucha agua durante el verano
- Algunos ejemplos: chopo, álamo, sauces, robles, arces de hoja ancha

1.3. Como determinar el estado de salud.

Los árboles son capaces de emitir señales indetectables para los humanos, pero que pueden ser percibidas por otros seres vivos. Un árbol enfermo o estresado emite señales que avisan a sus parásitos de su debilidad.

A través de sustancias químicas volátiles, llamadas kairomonas, cada uno de los individuos desarrollan señales "olfativas" que alertan a sus posibles predadores atrayéndolos, en el caso del árbol enfermo, o disuayéndolos, en el caso del árbol sano.


No obstante, es preciso conocer que los árboles resisten de forma natural a sus parásitos naturales (indígenas), pues desarrollan frente a ellos defensas pasivas como una corteza gruesa u hojas revestidas de ceras, o defensas activas como la emisión de corchos o sustancias químicas tóxicas en la zona de ataque. Es, por ello, que siempre es más conveniente, en la medida de lo posible, la utilización de es-

ponen la madera. El árbol consigue protegerse de una forma activa de ellas intentando aislar la zona afectada, mediante la oclusión de los vasos conductores. Para ello, las células que los rodean se hinchan y se depositan en los materiales que los taponan. La eficacia de esta medida es limitada y si la propagación de la pudrición continúa, únicamente se encontrará con barreras anatómicas pasivas

estado del árbol. Una elevada cantidad de hojas, así como elevados crecimientos en los brotes, implica que el árbol tiene una capacidad grande de producir y recargar energía. Así mismo, también es importante la superficie que alcanzan las hojas, pues tiende a disminuir cuando el árbol está en proceso de estrés hídrico. En este caso se deberá comparar el tamaño normal de hoja que alcance la especie y

múltiples funciones y a sus numerosas facetas desconocidas para el ser humano. Se encargan de suministrar a la copa el agua y las sales minerales, también tiene funciones mecánicas y de reserva de agua, glucosa y nutrientes. Las raíces tienen un comportamiento adaptativo que es función del suelo y de la cantidad de agua que encuentren. Exploran el terreno y mediante el sistema de prueba-




 - Una raíz de chopo puede crecer 1 cm al día.
 Una raíz de haya: 5 mm al día.
 - Las raíces de un árbol de 20 metros de altura exploran entre 200 y 250 m³ de suelo.

pecies autóctonas, adaptadas a la zona y con mayor capacidad de resistencia a los posibles parásitos locales.

DEFENSAS NATURALES DE LOS ÁRBOLES

La corteza sirve de barrera natural frente a las pudriciones; el corcho es, de hecho, un auténtico escudo casi inabordable. Por eso, las heridas ocasionadas en la corteza, por cualquier motivo, incluso las podas, son el vehículo de entrada de insectos y de pudriciones. Los hongos y las bacterias son los causantes de las pudriciones en el árbol, pues segregan diferentes y abundantes enzimas que descom-

características de cada especie, como son los anillos de crecimiento, los vasos y los radios medulares. En algunas especies, estas barreras logran disminuir considerablemente la propagación de la pudrición pero, en otras, una vez pasada la primera barrera activa, la infección evoluciona muy rápidamente.

Mediante un examen visual podemos determinar de una forma rápida y adecuada el estado de salud de un árbol, con tan solo fijarse en algunos puntos de su estructura.

La copa es una de las partes del árbol que más información nos proporciona acerca del



Las raíces evitan los suelos pobres por eso en las ciudades es conveniente enterrar los conductos subterráneos entre capas de arena o grava.

CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS RADICALES (GONZÁLEZ VÁZQUEZ, 1938):

- 1° TIPO: Raíz principal penetrante y profunda con las secundarias poco desarrolladas. Ej: *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Q. suber*.
- 2° TIPO: Tanto la raíz principal como las secundarias son penetrantes y profundas. Ej: *Abies alba*, *A. pinsapo*, *Pinus sylvestris*, *Castanea sativa*.
- 3° TIPO: La raíz principal poco desarrollada y las secundarias verticales y profundas. Ej: *Pinus nigra*, *Quercus ilex*, *Q. faginea*.
- 4° TIPO: Raíz principal y secundarias poco profundas pero desarrolladas, en conjunto sistema radical reducido. Ej: *Fagus sylvatica*, *Fraxinus sp.*, *Acer sp.*
- 5° TIPO: Todas las raíces son muy someras. Ej: *Picea abies*, *Populus sp.*

su relación con el que alcanza el ejemplar que estamos analizando.

Las heridas evolucionan de forma diferente en las coníferas y en las frondosas. Las infecciones por heridas en las coníferas son menos probables, pues la emisión de resinas consiguen eliminarlas, sin embargo no ocurre así en las frondosas con lo que la posibilidad de infección es mayor.

1.4. El Sistema de raíces.

Las raíces son una parte de los árboles que se considera muy importante, debido a sus

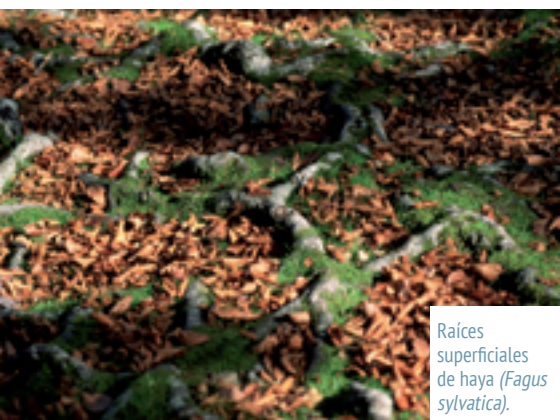
error colonizan las zonas mejores y que más probabilidades presentan de acumular agua y nutrientes. La relación copa-raíces y el equilibrio entre ambas es fruto de un proceso largo y tedioso, en el que el árbol va generando más o menos cantidad de raíces y ramas en función del entorno. A más agua, menos biomasa radical; a menos agua, más recursos tendrá que emplear el árbol para captarla.

1.4.1. Tamaño y Dimensión.

El árbol desarrolla, por tanto, raíces de sobra que activa en función del momento y las

necesidades del suelo. Por eso, las especies de climas mediterráneos desarrollan sistemas radicales fuertemente pivotantes y profundos en busca del agua.

Aunque el sistema de raíces de cada especie se encuentra genéticamente determinado, su desarrollo puede estar condicionado por la temperatura, humedad y compactación del suelo e, incluso, por el tipo de preparación del terreno a la hora de la plantación, el tiempo de cultivo en vivero y el tipo de envase.



Raíces superficiales de haya (*Fagus sylvatica*).

El momento de crecimiento de las raíces puede variar entre especies, aunque, a nivel general, existe una relación directa entre el desarrollo de la parte aérea y el de la parte radical. Entre las resinosas (pinos, abetos, piceas, cedros...) el crecimiento suele ser alternativo, mientras que en las frondosas el crecimiento se produce a la vez.

También la temperatura del suelo es un factor que condiciona el crecimiento de las raíces. Las temperaturas óptimas suelen ser supe-

rior a los 20 ° C, mientras que el umbral mínimo para crecer suele estar entre los 2 ° y los 4 ° C. Por debajo de estas temperaturas el sistema de raíces detiene su crecimiento. Cuanto mayor es la temperatura y la humedad del suelo, más cantidad de raíces secundarias y principales produce el árbol.

Es conocido que el volumen de las raíces es muy superior al volumen de la copa de los árboles. No podría ser de otra manera, pues la raíz no sólo alimenta la copa, sino que funciona como un auténtico sistema de anclaje que sujeta, de forma efectiva y segura, las toneladas de peso que presenta el árbol en el exte-

Cada especie posee un sistema de raíces característico que es tremendamente plástico y se adapta a cada situación y lugar, en función de los recursos de que dispone.

rior. La superficie que ocupan las raíces suele ser del orden de 2 a 3 veces la superficie ocupada por la copa.

A las raíces principales y laterales, se suman pequeñas raicillas que funcionan como pelos absorbentes que multiplican por 20 la superficie de absorción de las raíces. Tienen una vida media de unas pocas semanas y suelen ser sustituidas por micorrizas (simbiosis entre hongos y raíces que consigue la mejora en la absorción y nutrición de la planta).

Generalmente las raíces absorbentes se sitúan en los primeros 40 cm de profundidad. Son las raíces no absorbentes las que se lignifican y se encargan de sustentarlo. Estas raíces van



El umbral óptimo para el desarrollo de las raíces se encuentra en aquellos suelos con presencia, al menos, de un 10% de oxígeno. Por debajo de estos valores la concentración de raíces disminuye, produciéndose la muerte del sistema radical cuando la concentración de oxígeno se encuentra por debajo del 3%.

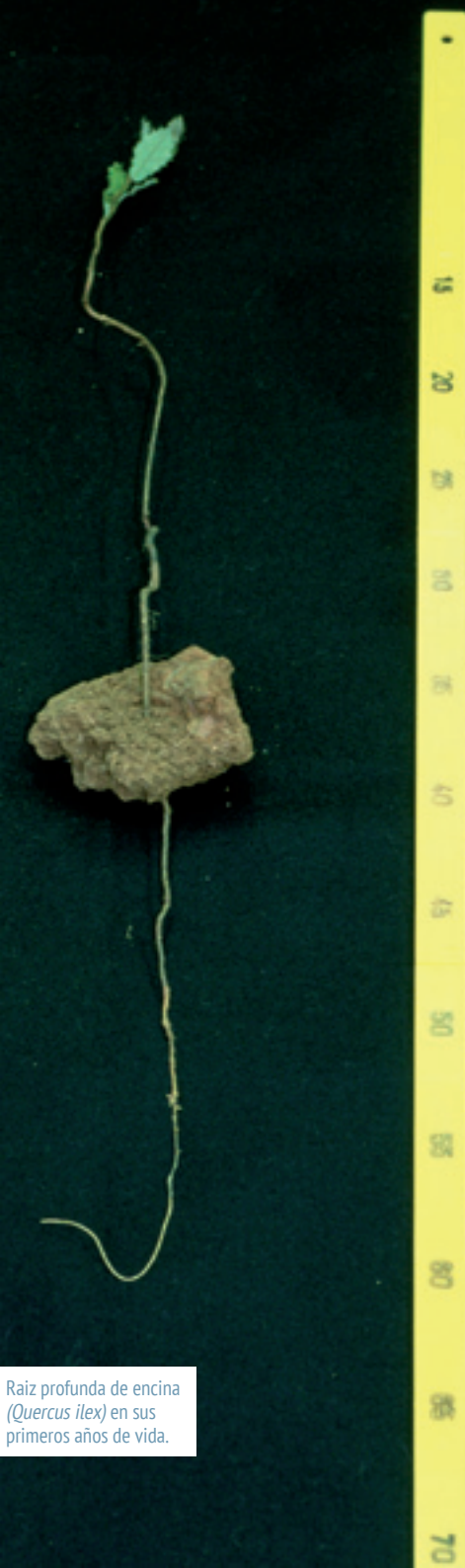
creciendo poco a poco, intentando conseguir la máxima superficie de contacto con el suelo o con algún elemento al que se puedan anclar (rocas, piedras), de forma que se reduzca al máximo el riesgo mecánico o de rotura. Al principio la relación copa/raíz es favorable a la raíz, pero a medida que el árbol va creciendo el peso de la copa hace que las raíces consigan mayor superficie de contacto con el suelo y, por tanto, mayor anclaje, por ello el crecimiento de las raíces empieza a disminuir y se hace mayor la producción de biomasa hacia el exterior.

1.4.2. Necesidades de oxígeno.

Las raíces necesitan oxígeno para poder obtener agua y nutrientes para la copa. Los procesos químicos de absorción y elaboración que se necesitan, dependen de la presencia del oxígeno en el suelo. Podemos tener el suelo más abundante de agua y nutrientes posible, pero si el oxígeno no está presente en él, el árbol es incapaz de absorber ni una sola gota de estos recursos.

La cantidad de oxígeno en el suelo depende de varios factores:

- TIPO DE SUELO: los suelos arenosos y poco apelmazados producen sistemas radicales bastante profusos y profundos, mientras que



Raíz profunda de encina (*Quercus ilex*) en sus primeros años de vida.



Es fundamental conocer si la especie que se maneja es de hoja perenne o caduca, o marcescentes (las que mantienen las hojas secas hasta la nueva brotación) y cual es su secuencia temporal de brotación en primavera, pues

muchas veces se consideran muertos o afectados árboles de hojas caducas con brotaciones tardías o marcescentes dando lugar a equívocos como en *Taxodium mucronatum*; *Quercus pyrenaica* o *Q. faginea*; *Q. humilis*; *Q. canariensis*.

No es bueno podar en demasía los árboles, sobre todo en las zonas más altas, pues disminuye su superficie productora.



los suelos de estructura más fina y compacta, como los arcillosos, producen un sistema de raíces menos abundante y más superficial.

- **COMPACTACIÓN:** un suelo muy compactado complica la captación de oxígeno por parte de las raíces. Dependiendo del tipo de suelo los valores de compactación pueden ser más o menos graves.

- **ENCHARCAMIENTO:** es sabido que el agua es necesaria para las plantas pero un exceso de ella puede ocasionar problemas graves a las raíces, sobre todo porque demasiada cantidad de agua significa menor presencia de oxígeno. Existen especies adaptadas a vivir en ambientes más o menos encharcados, como el Ciprés de los pantanos (*Taxodium disticum*), el sauce (*Salix sp.*) o el aliso (*Alnus glutinosa*).

1.5. La parte aérea. Equilibrio y necesidades.

La parte aérea es la parte visible del árbol y la que más información nos proporciona. La forma y tipo de hojas nos indican muchos parámetros. El primero de ellos es el tipo de hoja que tiene el árbol, tanto si es de hoja caduca o perenne, el tamaño normal que alcanza la hoja en su situación óptima, o bien la densidad de la copa.

En otoño la materia orgánica de las hojas se transforma en azúcares, que son almacenados en el leño. Cuando se reducen las horas de luz y disminuyen las temperaturas, los azúcares no pueden ser desplazados y se acumulan en las hojas tornándose de color rojo, a la vez que los compuestos de la clorofila se descomponen y se vuelven visibles y se convierten en

tonos rojos, naranjas y amarillos que podemos observar durante el otoño. Antes de que se caigan las hojas, el árbol traslada las sustancias nutritivas y minerales al tallo y a las raíces, de forma que cuando se caen tiran únicamente materia orgánica (celulosa y lignina). La forma y aspecto de las hojas, así como la densidad de la copa permite conocer el estado sanitario de los árboles. Hojas más pequeñas de lo normal para la especie u hojas lacias y sin turgencia, nos informan de situaciones de estrés hídrico, bien por sequía o frío excesivo. También copas con escasa cantidad de hojas nos muestran este mismo aspecto.

Las hojas de los pinos, abetos, cedros tienen la capacidad de captar la luz en todas las direcciones y además presentan, frente al aire y el sol, una superficie muy reducida, por lo que permite resistir la desecación de los vientos invernales o estivales y el calentamiento de la hoja. Al ser una hoja persistente puede activar

su proceso de fotosíntesis en cuanto la temperatura y la duración del día sea propicia y, así, poder aprovechar los cortos periodos favorables del que dispone para su crecimiento, en las montañas más frías o en las zonas más secas del territorio donde se asientan.

1.6. Formación de personal técnico.

La dirección técnica de los trabajos de jardinería, en el ámbito de la poda, plantación y otras labores de arboricultura, requiere de una formación específica. Al frente de estos trabajos es importante contar con un equipo multidisciplinar de técnicos especializados (Biólogos, Geólogos, Ingenieros de Montes, Ingenieros Agrónomos, Ingenieros Técnicos Forestales y Agrícolas, etc.) con amplios conocimientos técnicos en ecología, botánica, anatomía y fisiología vegetal, edafología, hidrología y estructuras, entre otras ciencias.



Podemos tener el suelo más abundante de agua y nutrientes posible, pero si el oxígeno no está presente en él, el árbol es incapaz de absorber ni una sola gota de estos recursos.

Las especies de hoja perenne también tiran las hojas pero nunca a la vez. Las acículas viven entre 2 y 10 años, dependiendo de lo gruesa que sea y la

energía que se invierte en producir la acícula. Las de los pinos, con acícula más fina viven, unos 3 años; las de las piceas, 6 a 9 años y las del abeto, 10 años.



Estos serán los responsables de la redacción de los proyectos y su cumplimiento, en los cuales se contemplen todos los factores que afectan al arbolado (selección de especies, podas, método de poda, viabilidad de plantación etc.). Además para la correcta realización de inventarios y su procesado en las bases de datos de GIS es necesaria la especialización en "Sistemas de Información Geográfica Aplicados a la Gestión Ambiental y Análisis Vectorial"

En la ejecución de la obra serán los responsables de la gestión y dirección de los trabajos de Arboricultura, realizando las operaciones en función de las mejores prácticas culturales, tecnológicas y medioambientales.

También serán sus ámbitos de actuación los trabajos de planificación, gestión y control que garanticen las buenas prácticas culturales, con especial incidencia en los planes que contemplen la elección de especie en función de los factores físicos y climáticos, la selección apropiada del vivero de producción y de la planta, además de una correcta dirección y ejecución de las obras y actuaciones sobre los árboles.

Las labores propias de plantación y poda deberán ser ejecutadas por oficiales jardineros, con especial dominio del oficio y cuya formación debe ser amplia en el ámbito de la arboricultura. La estática del arbolado, la manipulación de maquinaria y equipos de trabajo (motosierras y plataformas), las técnicas de acceso al arbolado y técnicas de apeo y poda, son algunas de las disciplinas necesarias.

La Asociación Española de Arboricultura (AEA), avalada por el Consejo Europeo de Arboricultura, oferta para profesionales del sector de la arboricultura, acreditar su profesionalidad y conocimientos mediante la "Certificación del Arbolista Europeo" (European Treeworker, ETW). Hasta la fecha, es voluntaria y no se exige a ningún podador tenerla para poder desarrollar las labores de poda.

Esta certificación puede ser considerada como un paso más hacia la excelencia, de forma que diversos Ayuntamientos comienzan a exigir, a las empresas adjudicatarias del mantenimiento de sus parques y jardines, que cuenten con profesionales certificados para el desarrollo de las labores de poda.

La tendencia, según profesionales del sector, es que esta certificación acabe siendo un carné exigible a profesionales dedicados a la poda de arbolado urbano.

Dado que las labores de poda de arbolado se realizan en altura, para la ejecución de las mismas es necesario contar con un recurso preventivo, con formación en Prevención de Riesgos Laborales, que vele porque se cumplan las normas de seguridad que la ley exige (de conformidad con el artículo 32 bis de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales)

Así mismo, cualquier profesional debe recibir formación sobre los riesgos específicos derivados del desarrollo de su actividad laboral.



Para la realización de los tratamientos fitosanitarios, la empresa contratada para ello, debe estar inscrita en el registro oficial de establecimientos y servicios plaguicidas de su comunidad y el personal que realiza los tratamientos tiene que estar, al menos, en disposición del carné de aplicador de productos fitosanitarios, nivel básico.

1.7. Instrumentos y materiales.

El examen de la estabilidad física y mecánica de los árboles es la base de los programas de gestión y prevención del arbolado. Se basan en estudios biológicos y de ingeniería, con respecto a la estructura interna de la madera y sus características físicas y químicas. En función de los resultados de estos análisis, se realizan predicciones ajustadas del estado mecánico y estructural del árbol.

La evaluación de cada árbol comienza con la recopilación de los datos iniciales del estudio, que incluyen la identificación y la caracterización dendrométrica del ejemplar.

Se catalogan las anomalías visibles detectadas, éstas representan además del riesgo que pueden conllevar por sí mismas, una señal inequívoca de la presencia de defectos mecánicos y físicos en el interior.

También es necesario el examen de los peligros potenciales, que incluye la valoración de defectos estructurales, el reconocimiento del



Los trabajos de manipulación de arbolado y apertura de hoyos que requieran el uso de grúas o camiones, deberán ser ejecutados por oficiales jardineros con una alta especialización y experiencia en el manejo, manipulación y protección del material vegetal.

DATOS QUE SE RECOGEN DEL EJEMPLAR EN LA TOMA DE DATOS DE SUS DIMENSIONES DENDOMÉTRICAS:

- Especie y variedad
- Localización (Coor.GPS), ubicación y disposición
- Altura total (m)
- Altura primer verticilo vivo (m)
- Perímetro (m)
- Diámetro normal (cm)
- Radio máximo de la copa (m)
- Inclinación respecto a la vertical



entorno inmediato y la determinación de infraestructuras y bienes personales y materiales, que pudieran verse dañados en el caso de caída del ejemplar.

Esta primera etapa es la base para el diagnóstico instrumental que aporta un análisis más profundo, tanto en zonas aparentemente sanas, como en aquellas donde se manifiestan los defectos detallados durante el reconocimiento visual.

El estudio de las características mecánicas y químicas en el arbolado, se realiza en base a las lecturas obtenidas a través de cuatro instrumentos independientes, con el fin de conseguir, en la medida de lo posible, los resultados más ajustados a la realidad.

Estos aparatos desarrollan tecnologías diferentes y aportan mediciones de parámetros muy útiles, cuando se combinan sus resultados a la hora de confirmar o matizar la evaluación final de la estabilidad del arbolado. Los instrumentos utilizados para la diagnosis de estabilidad son los siguientes:

Tomógrafo sónico: Mediante la emisión y recepción del sonido a través de sensores, efectúa una gráfica de la sección transversal del árbol en el nivel estudiado, basada en la velocidad de transmisión de dichas ondas a través de la madera.

El tomógrafo sónico nos proporciona una imagen digital en dos dimensiones de la sección del tronco. Las diferentes tonalidades obtenidas se corresponden con distintos estados de la madera en la zona estudiada.

El tomógrafo consta de una serie de sensores, normalmente de 8 a 14, situados alrededor del tronco del árbol, pudiendo variar la distancia entre los sensores, dependiendo de si su interior está macizo o hueco. Los sensores registran los tiempos de recorrido de las ondas de sonido inducidas.



El tomógrafo sónico es el equivalente a un "escaner" o "ecografía" del árbol.

Tomógrafo de Impedancia Eléctrica: Se fundamenta en la propagación de la corriente eléctrica en el interior del tronco para obtener información de las propiedades químicas de la sección estudiada del árbol.

Fractómetro: Dispositivo mecánico de medición para la determinación de los valores de resistencia a la compresión y a la ruptura por flexión de la madera, que permite la evaluación de sus propiedades mecánicas.

Resistógrafo: Equipo de medición de resistencia a la perforación. Utilizado para obtener perfiles de densidad que permiten cuantificar y posicionar aquellas áreas donde se dan variaciones respecto a la media, lo que representa un indicador de la degradación fúngica (por hongos) de las zonas de compartimentación y de los daños producidos por insectos, grietas y zonas huecas.

El resistógrafo consta de una varilla perforadora que tiene una cabeza de 3 mm de diámetro, siendo la anchura del resto de la varilla de 1,5 mm y su longitud de 40 cm. La varilla penetra en el árbol a una velocidad constante, que puede ser seleccionada. El resistógrafo se aplica directamente sobre la corteza del árbol. La varilla atraviesa la corteza, perforando la madera y obteniendo una gráfica que nos permite estudiar la presencia de defectos internos.

Tras los análisis visuales e instrumentales, se realiza un dictamen de la estabilidad del arbolado, utilizando tres métodos independientes de diagnóstico, de manera que el análisis integrado de los resultados, obtenidos aplicando cada sistema de forma particular, nos

Es importante desde el punto de vista fitosanitario, una valoración de la vitalidad aparente del ejemplar y la definición y localización de cualquier signo de degradación, incluyendo la presencia de cuerpos fructíferos de hongos.



permite determinar el riesgo que representa el árbol estudiado.

Las técnicas empleadas son: Método EVA, o Evaluación visual del arbolado (Visual Tree Assessment), el Método SIA (Statics Integrating Assessment) y al Método TreeSA (Tree Stability Assessment). La diferencia entre los citados sistemas de evaluación reside en los parámetros que valora cada uno de ellos para estimar dicha magnitud.