

Manual de manejo técnico y buenas prácticas de jardinería para la ciudad de Guayaquil

Contenido

1. EJECUCIÓN	5
1.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO	5
1.1.1. Toma de muestras y análisis.	5
1.1.2. Limpieza previa del terreno	6
1.1.3. Calidad de la tierra vegetal.....	7
1.1.4. Calidad de la materia orgánica	8
1.1.5. Trabajos de enmienda y corrección.....	9
1.1.6. Acopio de tierra vegetal	9
1.1.7. Aporte y tratamiento de la tierra vegetal.....	10
1.2. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE	12
1.2.1. Arbolado con drenaje	12
1.2.2. Descripción de los materiales específicos	13
1.2.3. Jardines de lluvia.....	14
1.3. CALIDAD DE LA PLANTA	18
1.3.1. Criterios de aceptación o rechazo de la planta	23
1.3.2. Recepción la planta.....	24
1.3.3. Acopio	26
1.3.4. Preparación para el transporte	27
1.4. PLANTACIÓN	29
1.4.1. Apertura de hoyos	29
1.4.2. Plantación	30
1.4.3. Protocolo para hoyos con drenaje deficiente.....	31
1.4.4. Césped.....	33
1.4.5. Elementos de soporte.....	34
1.4.6. Protección de zonas.....	35
1.4.7. Garantía de la planta	35
1.5. RIEGO	36
1.5.1. Sistemas de riego y sus componentes	36
1.5.2. Emisores de agua de riego aéreo	39
1.5.3. Emisores de agua de riego localizado	41
1.5.4. Tuberías de riego.....	42

1.5.5.	Elementos de filtrado.....	42
1.5.6.	Bombas de riego.....	42
1.6.	ACOLCHADOS	44
2.	MANTENIMIENTO SUSTENTABLE	46
2.1.	OPERACIONES DE LIMPIEZA.....	46
2.2.	MANTENIMIENTO DEL SUELO.....	48
2.2.1.	Entrecavado	48
2.2.2.	Enmiendas.....	48
2.2.3.	Abonos orgánicos y químicos	49
2.2.4.	Elaboración de compost	50
2.2.5.	Proceso de compostaje.....	55
2.3.	DOTACIÓN HÍDRICA.....	57
2.4.	LA PODA	59
2.4.1.	Arbolado	59
2.4.2.	Palmeras.....	62
2.4.3.	Apeos y destococonados	62
2.4.4.	Poda de arbustos.....	64
2.5.	CÉSPEDES	67
2.5.1.	Aireados y escarificados.....	67
2.5.2.	Siega	68
2.5.3.	Resiembra	70
2.6.	CONTROL FITOSANITARIO	71
2.6.1.	La gestión integrada de plagas	73
2.7.	PRODUCCIÓN VEGETAL (VIVERISMO)	76
2.7.1.	El tamaño del vivero.....	78
2.7.2.	Diseño del vivero	78
2.7.3.	La tierra vegetal del vivero.....	80
2.7.4.	Cultivo tradicional en tierra libre.....	82
3.	NUEVAS SOLUCIONES URBANAS	84
3.1.	CUBIERTAS VERDES.....	84
3.1.1.	Funciones y beneficios	84
3.1.2.	Elementos integrantes de las cubiertas verdes	85
3.1.3.	Tipos de cubiertas verdes	86

3.2. AGRICULTURA URBANA.....	90
3.2.1. Prácticas de agricultura ecológica	90
3.2.2. La base técnica del huerto urbano	91
3.2.3. El diseño de espacios	91
3.2.4. Situación del huerto urbano.....	92

1. EJECUCIÓN

1.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Una de las labores más relevantes que garantizarán una correcta implantación y desarrollo de las plantaciones es la mejora física, química y orgánica del sustrato de plantación. Para ello se recomienda una serie de labores de corrección en el caso de que existe algún tipo de deficiencia.

Se define la preparación del terreno como el conjunto de actuaciones dirigidas a proporcionar a los suelos que deberán acoger a las plantas y semillas, facilitando la germinación, la implantación y su correspondiente desarrollo.

Estos trabajos de preparación del suelo de cultivo se ejecutarán sólo durante épocas en que puedan esperarse resultados beneficiosos. Cuando las condiciones sean tales que a causa de sequía, humedad excesiva y otros factores no sea probable obtener buenos resultados, se detendrán los trabajos, los cuales se reanudarán sólo cuando sea probable obtener los resultados deseados. Es lo que se conoce con el término tempero.

1.1.1. Toma de muestras y análisis.

Previo a proceder con los trabajos de corrección del terreno es imprescindible conocer las propiedades físicas, químicas y orgánicas que nos permitan determinar la fertilidad de la tierra vegetal. Para ello se realizará la recogida de muestras con las que se deberán realizar análisis agronómicos en un laboratorio oficial.

El objetivo de esta toma de muestras del suelo es obtener una imagen representativa de las tierras de la zona de actuación con la finalidad de obtener una valoración de su calidad agronómica y actuar en consecuencia.

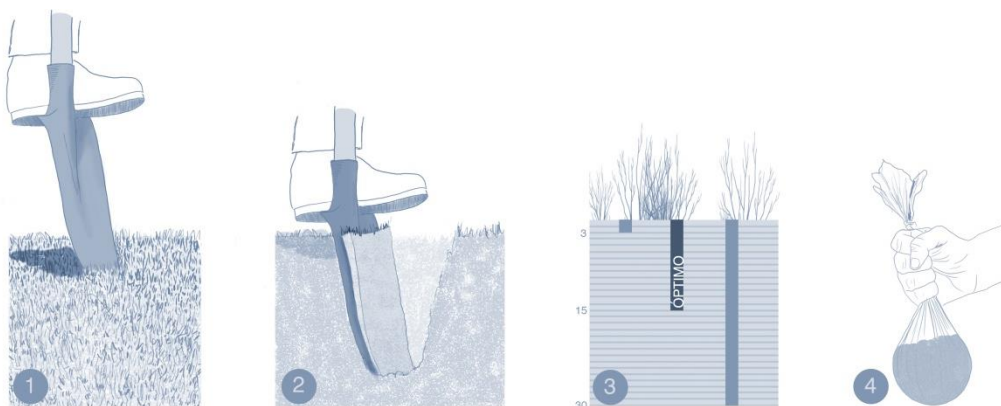


Ilustración 1: 1-Apertura de hoyo. 2-Recogida de muestra. 3-Profundidad óptima (restirar restos vegetales). 4-Preparación para envío a laboratorio (al menos 500 gr).

A la hora de realizar el muestreo se deberá tener en consideración la existencia en la parcela de actuación de la posible existencia de diferencias notables en el crecimiento de las plantas, la aparición significativas de especies de hierbas espontáneas diferentes al resto de la zona o áreas con diferencia de pendientes. Todos ellos pueden ser indicadores de un cambio en la fertilidad y, por tanto, de la calidad de las tierras. Cada una de las muestras se deberá analizar de forma individual.

Una vez recogidas las muestras de tierra vegetal, se deberán etiquetar recogiendo el número de referencia y la localización en la parcela de trabajo. El laboratorio debe ser homologado por algún organismo oficial, con experiencia en análisis agronómicos.

Las muestras deben pesar al menos 0,5 kg por muestra para que puedan realizarse correctamente los análisis y, tal y como se ha mencionada, deberán estar correctamente identificadas.

Los análisis edafológicos deben recoger los siguientes valores: Textura, Conductividad Eléctrica (CE), *pH*, Carbonatos totales, Caliza activa, Nitrógeno total (N), Materia Orgánica oxidable (MO), Capacidad de Intercambio catiónico (CIC), Relación Carbono – Nitrógeno (C/N), Fósforo asimilable (P), Sodio de cambio (Na), Potasio de cambio (K), Calcio de cambio (Ca), Magnesio de cambio (Mg), Boro (B), Porcentaje de Sodio intercambiable y Cloruros (Cl).

1.1.2. Limpieza previa del terreno

Previo a la realización de cualquier labor se acometerá, si fuese necesario, el desbroce y eliminación de restos vegetales.

Así mismo, y una vez se comience con el manejo y laboreo manual o mecánico del terreno serán retiradas las piedras y elementos gruesos de más

de 5 cm. Por otra parte se procederá a la limpieza y eliminación de cualquier elemento que pudiera dificultar la correcta ejecución de las labores de jardinería.

1.1.3. **Calidad de la tierra vegetal**

El objetivo final deberá ser que la tierra vegetal empleada en el cultivo de las plantas ornamentales sea de alta calidad entendiendo este concepto en sus diferentes acepciones:

- ✓ **Calidad biológica**, referida a la abundancia y actividad de los organismos biológicos que participan en el funcionamiento del suelo.
- ✓ **Fertilidad física**, derivada de las propiedades físicas del suelo (textura y estructura): porosidad, densidad aparente y real, capacidad de retención de agua, aireación y permeabilidad.
- ✓ **Fertilidad química**, en términos de Capacidad de Intercambio Catiónico, *pH*, Conductividad Eléctrica, relación C/N, etc.

Independientemente de los valores recogido en la siguiente tabla la tierra no podrá presentar síntomas de hidromorfía y deberá estar exenta de elementos tóxicos. De existir la sospecha de que pudiera contener metales pesados (elementos fitotóxicos) se deberán realizar análisis específicos.

Para ello el sustrato deberá cumplir con las siguientes características:

Textura:	Preferiblemente una franco-arenosa: Arena: 30-50%, Limo: 20-50%, Arcilla: 0-25%
Granulometría:	Ningún elemento >5 cm ϕ , con una presencia inferior al 5%. < 3% elementos comprendidos entre 1-5 cm ϕ . Para céspedes: Ningún elemento mayor de 1 cm ϕ .
Estructura:	Suelta
Retención de agua:	20-30 % referido a suelo seco
Permeabilidad:	2-6,5 cm/hora
Materia orgánica:	2-5%, preferiblemente más del 2,5%
Carbonato cálcico total:	<10%
Cal activa:	Nivel Bajo: 0-6%
pH:	Neutro o ligeramente ácido: 6-7,5
Relación C/N:	Deberá situarse en valores normales que evite el bajo aporte de la materia orgánica al estar muy mineralizada o, por el contrario, demasiado fresca. < 6: Muy baja 6-9: Baja 9-12: Normal 12-15: Alta > 15: Muy alta
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC):	0-10: Muy bajo 10-20: Bajo 20-35: Medio 35-45: Alto >45: Muy alto
Conductividad eléctrica (CE):	< 1.500 μ mhos
Sodio:	< 0,25 meq/100g (suelos arenosos) < 0,50 meq/100g (suelos francos) < 0,75 meq/100g (suelos arcillosos)
Cloruros:	< 50 ppm (preferiblemente menos de 20 ppm)
Sulfatos:	< 100 ppm (preferiblemente menos de 25 ppm)
Nivel Normal de Nutrientes (para suelos francos):	N total (%): 0,13-0,18 P asimilable (ppm): 28-55 K asimilable (ppm): 251-400 Mg asimilable (ppm): 1,8-2,9 Ca asimilable (ppm): 10-12 Relación K/Mg: 0,2-0,3

Tabla 1: Características del sustrato.

1.1.4. Calidad de la materia orgánica

La materia orgánica se empleará como enmienda y corrección de la tierra vegetal mejorando su fertilidad, textura y estructura. Deberá proceder de la fermentación completa del estiércol. Así mismo cumplirá las siguientes propiedades:

- ✓ Estar libre de malas hierbas y objetos extraños.
- ✓ Color oscuro, suelto, untuoso al tacto y con el grado de humedad necesario para facilitar su distribución y evitar apelmotonamientos.
- ✓ Estar adecuadamente fermentada, no deberá desprender malos olores, ni desprender gases.
- ✓ Relación carbono/nitrógeno (C/N) no deberá ser superior a 15.
- ✓ pH: 6,5 a 8
- ✓ CE: menor de 1 dS.m-1

Estará exenta de elementos tóxicos, metales pesados y de restos de pesticidas. Se comprobará que no procede de lodos de depuración, ni de residuos sólidos urbanos.

Se deberá realizar al menos 1 análisis agronómico en un laboratorio de la materia orgánica para su aprobación como enmienda. Si los análisis de la materia orgánica no responden a los parámetros fijados deberá ser sustituida por otra hasta que cumpla con las condiciones anteriormente descritas. Una vez realizadas las enmiendas oportunas se realizarán los análisis agronómicos que correspondan para asegurar que la tierra vegetal preparada para su uso cumple con los valores previamente establecidos en el presente documento.

1.1.5. **Trabajos de enmienda y corrección**

Las enmiendas que se consideren oportunas, en base a los resultados de los análisis agronómicos, deberán realizarse en la zona de acopio, previo al extendido en las zonas de plantación. Se recomienda el empleo de tolvas y mallas de cribado que seleccionen y homogeneicen las mezclas. Esta labor es recomendable especialmente con la tierra vegetal que vaya destinada a zonas de pendiente. En zonas planas se puede hacer el aporte de la tierra y posteriormente la enmienda.

Los materiales empleados en la enmienda serán aquellos que se considere oportunos en base a la naturaleza de la tierra vegetal original (arena, mantillo, fibra de coco, etc.). Se deberá evitar el uso de turbas debido al daño medioambiental que ocasiona este tipo de explotaciones.

1.1.6. **Acopio de tierra vegetal**

La tierra vegetal original, una vez analizada en laboratorio y previo a los movimientos de tierra, será seleccionada y clasificada (si existiesen diferentes

tipologías). Durante estas operaciones se descartarán aquellas tierras que posean bajos índices de fertilidad o por su escasez de suelo aprovechable.

Tras dicha evaluación la totalidad de las tierras se almacenará en áreas de acopio destinadas a tal efecto dentro del área de actuación. Esta zona de acopio deberá situarse en zonas bien drenadas y planas, libres del tránsito de maquinaria y personal.

Estos acopios se realizarán teniendo en cuenta el periodo de almacenaje y, por lo tanto, evitando posibles problemas de reducción de fertilidad o frecuentes problemas de hipoxia. Para ello los caballones en ningún caso deben superar 1,5 m de altura y tendrán una base mínima de 4 m. La distancia entre caballones no debe de ser inferior a 4 m para permitir el paso de maquinaria. Se recomienda realizar una zanja perimetral que recoja la escorrentía de los caballones.

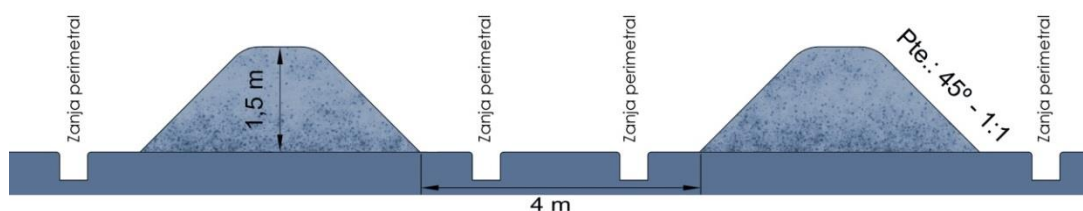


Ilustración 2: Disposición de acopios de tierra vegetal.

En el caso de que se prevea que los acopios vayan a estar más de un año se recomienda una resiembra con leguminosas que fijen el nitrógeno en el suelo y de gramíneas que ayuden a estabilizar los acopios, reduciendo la erosión.

1.1.7. Aporte y tratamiento de la tierra vegetal

El extendido de la tierra vegetal, tanto si se trata de la acopiada en obra como externa, debe realizarse preferentemente con maquinaria con tracción de oruga. Se deberá aportar "a hecho", que no compacte la tierra ya extendida. La capa de tierra aportada se recomienda que no sea inferior a 30 cm. Debe realizarse un perfilado de toda la superficie. En el cálculo del cubicaje del relleno de tierra vegetal se debe tener en cuenta al menos un 20% extra de esponjamiento.

No se recomienda aportar tierra en taludes con pendiente igual o superior a 3H: 2V (más de 30° o un 65% de pendiente). En inclinaciones superiores deben tomarse otras medidas de revestimiento y armado de taludes como las geoceldas o mallas tridimensionales.

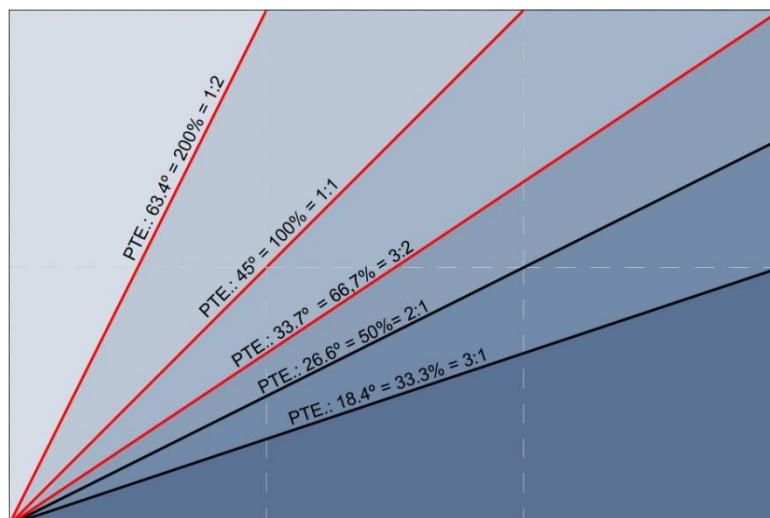


Ilustración 3: Pendientes. Correspondencia entre grados y porcentaje.

En aquellas áreas en las que se considere se puede proceder a las plantaciones en el terreno natural se establece la siguiente metodología:

- ✓ Previo a las plantaciones se realizará un subsolado profundo (80-60 cm. de profundidad) que corrija posibles problemas de estructura y drenaje.
- ✓ Tras el subsolado se aportará al terreno una enmienda orgánica en las áreas de plantación. El aporte de materia orgánica será de 5 cm. en toda su superficie.
- ✓ Laboreo con rotavator o cultivador para homogeneizar el aporte de materia orgánica en una capa de entre 20-30 cm.

Una vez extendida la tierra vegetal en las zonas verdes, y realizado el refinado del terreno se prohibirá el tránsito de maquinaria y personas. Debemos recordar que el tráfico continuado ocasiona graves compactaciones de la tierra vegetal que afectarán al correcto desarrollo de las plantas. Si se considerase necesario se delimitarán estas áreas con cerramientos. Para ello se rodearán todas las zonas de plantación con un cercado de 1,20 a 1,80 m de altura.

En el caso de ser inevitable el tránsito por dichas zonas se fijarán áreas de paso en las que se aplicará una gruesa capa de grava por toda la superficie de tránsito. Una vez interrumpido el tráfico se retirará la grava y se procederá a un laboreo profundo (50-60 cm.) y a un pase cruzado con un rotavator.

En todas las zonas destinadas a plantación no se podrá hacer fuego a una distancia mínima de 20 m. No estará permitido el vertido en las áreas de plantación, tanto antes como después del extendido de la tierra vegetal, de productos nocivos, aguas de construcción, colorantes, disolventes, pinturas, aceites, lejías, cementos, etc.

1.2. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE

Para evitar posibles problemas de encharcamientos, debidos a la escasa permeabilidad de subsuelo o a su compactación que desencadenan en una importante reducción en la capacidad de infiltración del suelo (dando lugar a hipoxias y asfixia radicular), se requerirá de la instalación de un sistema de drenaje en todas las zonas de plantación, en particular en los alcorques, medianas y en los puntos bajo de las áreas verdes que garanticen la correcta evacuación del agua.

Se recomienda que dicha red de drenaje, se conecte a una red que finalmente favorezca la infiltración al terreno. Se deberán realizar pruebas de infiltración que confirmen su capacidad drenante una vez instaladas.

Se debe comprobar que la capacidad drenante de toda la instalación, que los drenajes funcionan correctamente y que se evacuan las aguas, mediante pruebas de filtración, previo a la colocación de la planta. En caso de que no sea así, se deberá reparar el drenaje hasta que drene adecuadamente antes de proseguir con la plantación.

1.2.1. Arbolado con drenaje

Todos los árboles, independientemente de dónde se establezcan, deberán disponer individualmente de un sistema de drenaje en el hoyo de plantación que garantice su supervivencia.

Para ello se excavará una zanja a una profundidad adicional a la del hoyo de plantación, que incrementará la capa de drenaje ya propuesta en el hoyo de plantación. Esta zanja tendrá un ancho nunca menor a 0,40 m. La grava dispondrá de una capa de sellado de una gravilla más fina de al menos 0,10 m de espesor. La zanja deberá tener una pendiente mínima interior del 2%.

En la base de la zanja se instalará en horizontal un tubo dren de 110 mm de diámetro, ranurado y conectado a la red de drenaje con una pendiente mínima del 2%. Este tubo deberá estar forrado en geotextil.

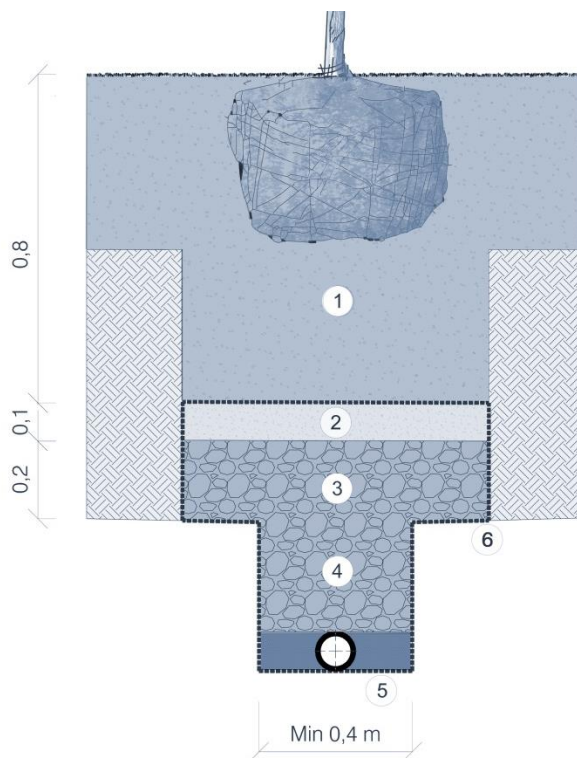


Ilustración 4: Drenaje de hoyo de plantación.

1.2.2. Descripción de los materiales específicos

A continuación se describen los materiales empleados en la preparación de los drenajes de las áreas verdes:

TUBO DREN

Los tubos de drenaje serán de PVC rígidos, ranurados o perforados, de sección ovoide, con base recta no ranurada. El diámetro se adaptará a las necesidades de cada área, siendo el diámetro 110 mm, el más habitual. Las uniones de tubos se realizarán con las piezas adecuadas en cada caso, de forma que queden firmes y perfectamente fijadas.

GEOTEXTIL

El geotextil será no tejido de poliéster, flexible y con resistencia a la rotura. Debe cumplir las siguientes propiedades:

- ✓ Alta resistencia al punzamiento.
- ✓ Elevada resistencia a la tracción, con un alargamiento adecuado.
- ✓ Buenas propiedades filtrantes, al mismo tiempo retener los finos evitando la migración de los mismos y la consiguiente contaminación del drenaje.
- ✓ El gramaje deberá ser de 120 gr/m².

Durante la fase de almacenamiento deberá mantenerse acopiado en su embalaje hasta su uso definitivo.

GRAVA DE DRENAJE

Sobre la sub-base compactada de las zanjas de drenaje se colocará una capa de grava de espesor mínimo 0,20 m. La granulometría será de 40/60 mm, de naturaleza silícea. Esta grava de drenaje deberá encontrarse libre de elementos extraños y limpia de tierras y finos.

GRAVILLA DE SELLADO

Instalada sobre la grava de drenaje, la gravilla de sellado, de 10/20 mm de tamaño, de naturaleza silícea tendrá un espesor mínimo de 0,10 m. Tiene como objetivo evitar la contaminación por la migración de finos de la grava, de tal forma que la grava se mantenga siempre limpia.

ARENA

Se utilizará arena de río como cama de asiento para el tubo de drenaje, su función es que se asiente correctamente y favorecer la circulación del agua.

- ✓ La arena será de naturaleza silícea y con contenido en carbonatos inferior al 1%.
- ✓ El espesor de la capa será de 0,10 m.

1.2.3. Jardines de lluvia

Con el objetivo de reducir la sobrecarga de agua en periodo de lluvia se recomienda el uso de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS). Este particular sistema de drenaje favorece la recuperación del agua al propio terreno permitiendo la recarga natural de los acuíferos y evitando la saturación y sobredimensionamiento de las redes de saneamiento. Así mismo, permite retener el agua pluvial laminando el flujo para evitar problemas de inundaciones.

A continuación se describen los sistemas más comunes:

Jardín de lluvia

Se trata de zonas vegetadas que se encuentran ligeramente rebajadas con la finalidad de almacenar en superficie la escorrentía que proviene de las áreas impermeables adyacentes. Gestionan las escorrentías con niveles medios de contaminación y el medio filtrante suele tener un espesor de 0,55 m.

La escorrentía se filtra, antes de su infiltración al terreno, a través de las siguientes capas:

- ✓ **Capa de acolchado:** protege al medio filtrante de la erosión. Espesor mínimo de 5 cm.
- ✓ **Tierra vegetal:** su función principal es ofrecer un medio para el establecimiento de la vegetación. Pero además filtra y absorbe los contaminantes.
- ✓ **Capa de transición:** geotextil que evita el traslado de finos a la capa drenante. Se recomienda un gramaje de 200 gr/m² y una resistencia a la rotura de 15 kN/m.
- ✓ **Capa drenante:** capa de material granular que tiene un conducto drenante en su base para transportar el agua.

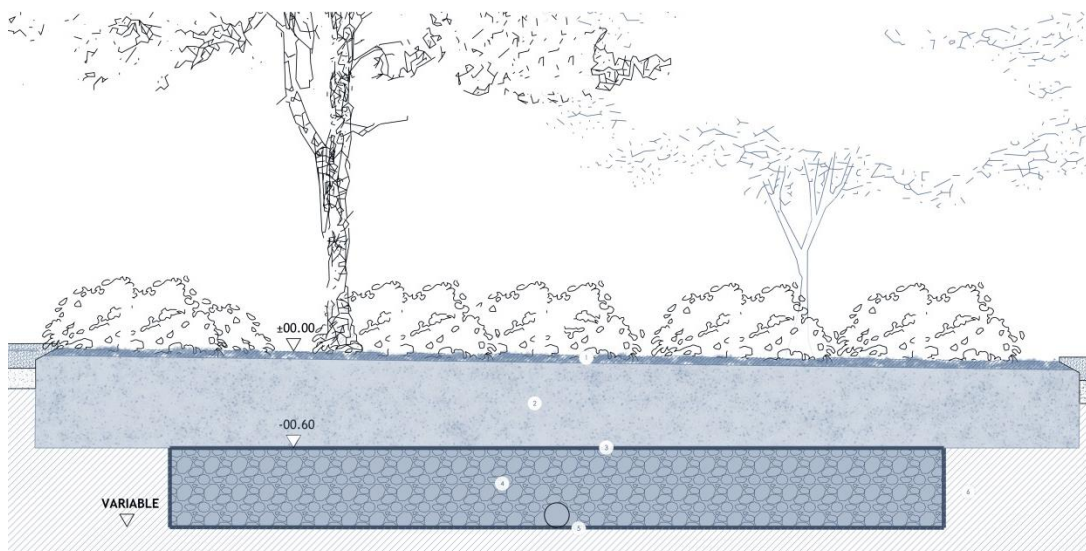


Ilustración 5: 1.- Acolchado. 2.- Tierra vegetal. 3.- Geotextil. 4.- Grava 20/40 mm.
5.-Tubo dren. 6.- Terreno natural.

Áreas de bio-retención

Gestionan el agua de lluvia con niveles bajos de contaminantes (como aceras y viarios) y la capa del medio filtrante está entre 30-50 cm.

Al igual que en el caso anterior, el agua pluvial por escorrentía percola, antes de su infiltración al terreno, a través de las siguientes capas:

- ✓ **Capa de acolchado:** protege al medio filtrante de la erosión y ofrecer un medio para el crecimiento de la vegetación.
- ✓ **Medio filtrante:** su función principal es ofrecer un medio para el establecimiento de la vegetación. Pero además filtra y absorbe los contaminantes. Espesor 30-50 cm.

- ✓ **Capa de transición:** geotextil que evita el traslado de finos a la capa drenante. Se recomienda un gramaje de 200 gr/m² y una resistencia a la rotura de 15 kN/m.
- ✓ **Capa drenante:** capa de material granular que tiene un conducto drenante en su base para transportar el agua.

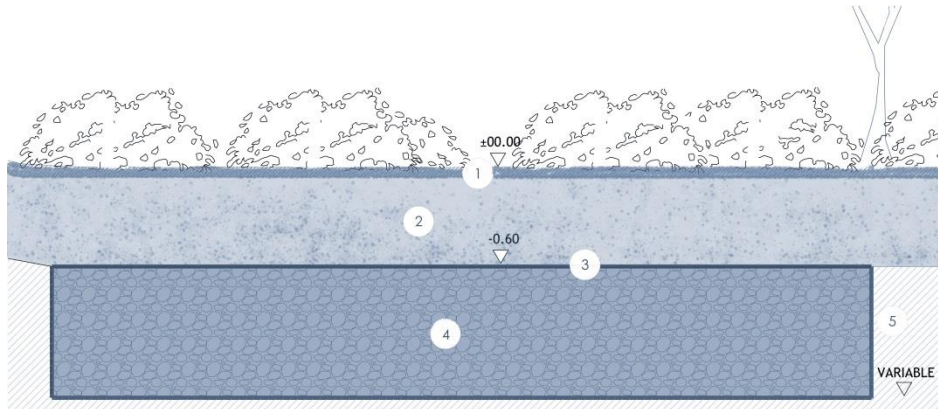


Ilustración 6: 1.- Acolchado. 2.- Tierra vegetal. 3.- Geotextil. 4.- Grava 20/40 mm. 5.-Terreno natural.

Zanja filtrante

Zanjas poco profundas rellenas de material granular y en su interior una tubería dren que recoge y evacua el agua. Diseñadas principalmente para recoger la escorrentía procedente de las superficies impermeables durante un breve periodo de tiempo para infiltrarla después en el terreno. Así mismo, colaboran en la canalización del agua de lluvia y tienen como finalidad conducirla a otras estructuras drenantes de mayor tamaño como jardines de lluvia, áreas de bio-retención o depósitos de infiltración.

Tienen un recorrido lineal, siempre ligadas a los viales. En la base existe una tubería dren. Así mismo, se instala un geotextil que rodee la grava y cierre en la parte superior a unos 10-15 cm.

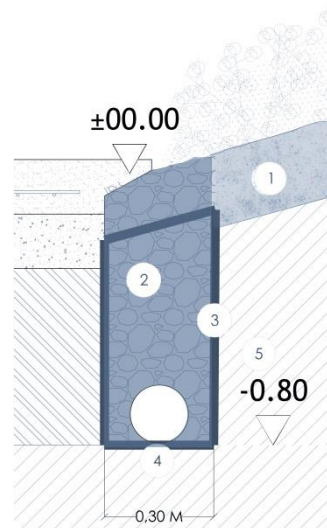


Ilustración 7: 1- Tierra vegetal. 2.- Grava 20/40 mm. 3.-Geotextil. 4.- Tubo dren. 5.- Terreno natural.

Cuneta retenedora (sin tubería)

Estructura lineal de infiltración capaz de interceptar la escorrentía de las áreas contiguas y almacenarla temporalmente de forma sub-superficial, para su posterior infiltración al terreno. Carece de tubería de drenaje en su interior.

El agua de escorrentía será procedente de áreas impermeables adyacentes. Su profundidad será de min 0,80 m y un ancho de 0,30 m. Así mismo, se instala un geotextil que rodee la grava y cierre en la parte superior a unos 0,10-0,15 m de la superficie para facilitar el mantenimiento y proteger de la contaminación a los áridos inferiores.

1.3. CALIDAD DE LA PLANTA

Una vez establecido el sistema de drenaje y dispuesta la tierra vegetal se procederá a la implantación de la red primaria de riego (véase capítulo correspondiente) y a las labores relacionadas con la calidad de la planta y las labores de plantación.

La especie, variedad, cultivar, porte, tamaño y presentación deberán corresponder a lo exigido por las descripciones de proyecto.

Todas las plantas deberán encontrarse en perfecto estado fitosanitario, por lo tanto, carentes de plagas y enfermedades o señales de anteriores afecciones que pudieran afectar a la calidad estética y/o fitosanitaria de la planta.

Se establecen criterios particulares de calidad para cada grupo:

Arbolado

A no ser que el proyecto lo demande específicamente, el arbolado tendrá siempre tronco recto y una buena formación de copa, no admitiéndose en ningún caso planta mal formada, grandes cortes, terciada, desmochada o cualquier otra intervención en la planta por leve que pudiera ser. La planta no presentará codominancia en las ramas que forman la estructura de la copa, ni ramificaciones anómalas. El arbolado no presentará: madera seca, corteza incluida o sintomatología de stress.

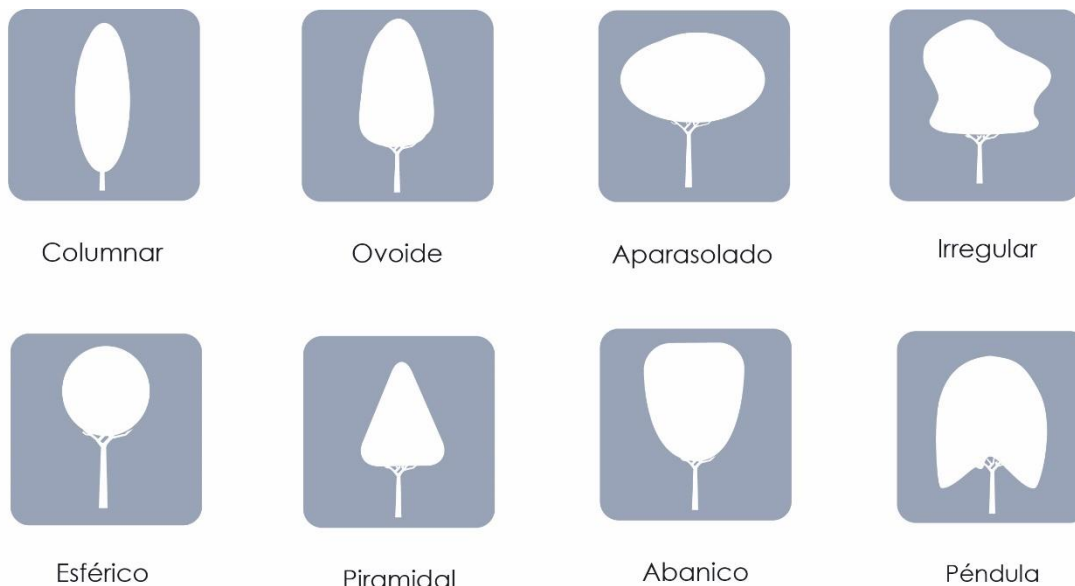


Ilustración 8: Porte del arbolado.

Los ejemplares podrán ser presentados a raíz desnuda, en cepellón o contenedor, según se demande en proyecto. No se recomienda la presencia a raíz desnuda.

El volumen mínimo aconsejable del contenedor en relación al perímetro es:

Perímetro (cm)	Volumen de contenedor (litros)
6-8	15
8-10	15
10-12	25
12-14	25
14-16	35
16-18	35
18-20	50
20-25	50

Tabla 2: Dimensiones del contenedor en relación al perímetro del tronco.

Los presentados en cepellón deberán tener el ensanchamiento basal del tronco visible. Los cepellones serán planos en la parte superior y deberán estar perfectamente consolidados. No existirán raíces rotas o desgarradas. Los cortes de las raíces nunca serán superiores a 2 cm. El diámetro del cepellón será como mínimo 3 veces el perímetro del tronco.

Los cepellones deberán ir atados con rafia o similar o bien con arpillera de material degradable. Adicionalmente deberán ir protegidos con malla metálica no galvanizada, con cesto metálico no galvanizado o con tela plástica degradable.

Será motivo de no aceptación de la planta si el cepellón una vez desprovistos de la rejilla o la escayola se desmoronan o presentan un sistema radicular reducido, dañado o deficiente.

Los árboles ramificados desde la base deberán estar totalmente cubiertos de ramas, a no ser que se especifique lo contrario en proyecto. Las ramas laterales estarán bien repartidas regularmente a lo largo del tronco.

Frondosas

El arbolado de hoja caduca se clasifica según perímetro de tronco, medido en el perímetro del mismo a 1m desde la base del suelo.

Para árboles de troncos múltiples se dará el perímetro individual y el número de ramificaciones, a no ser que se cite lo contrario en la descripción.

Coníferas

Las coníferas se medirán según la altura total desde el nivel del suelo hasta el extremo. En ocasiones se aporta el calibre de perímetro de determinadas coníferas como dato complementario.

Los ejemplares en contenedor deberán llevar al menos un año cultivados en el recipiente. No presentarán un marcado reviramiento radicular. Deben mantener un equilibrio entre el volumen aéreo y el cepellón.

Deben poseer ramas hasta la base en aquellas que sea ésta su forma natural o la demandada por el proyecto.

La guía principal debe estar en perfecto estado vegetativo, especialmente en aquellas que presentan formas de crecimiento vertical.

Palmeras

Las palmeras presentarán el tamaño especificado en el proyecto, refiriéndose las medidas a la altura del tronco en metros (no incluye las hojas).

El tipo de crecimiento de las palmeras es variable según especie y cultivar y se puede clasificar básicamente dos tipologías: monocaule (un solo estípite) y multicaule (varios estípites desde la base).



Ilustración 9: Tipo de crecimiento de las palmeras.

Las palmeras de estructura monocaule serán medidas según la altura del estípite. Sin embargo, en las especies multicaules se deberá especificar el número de estípites y la altura total. En algún caso se podrá dar solo la altura total. Deben presentar homogeneidad en altura y grosor entre todos los estípites. El perímetro del estípite deberá ser medido a 1,30 m por encima del cuello de la raíz.

Las palmeras deberán ser suministradas en cepellón o contenedor. Deberá existir un espacio mínimo entre el estípote y el interior del contenedor cuando se suministren en cepellón de al menos 20 cm, y en el caso de la planta en contenedor de al menos 25 cm de anchura. Deberán encontrarse perfectamente enraizadas y con un sistema radicular consolidado desde al menos un año.

No debe poseer ningún golpe o herida en su tronco. Debido a la biología particular de estas plantas, las heridas son especialmente graves, además de presentar un claro deterioro estético.

Cuando se trate de importaciones procedentes de países terceros, se deberá presentar:

- el nombre del país de producción,
- certificado que garantice el origen legal de las palmeras
- permiso de explotación CITES o certificado de reexportación CITES.

Se deberá presentar el pasaporte fitosanitario de todos géneros de palmeras.

Se evitará especialmente que presenten signos de etiolado, con troncos demasiados delgados y hojas elongadas, síntomas de haber sido cultivadas con un marco de plantación demasiado espeso.

Arbustos

Todas las especies deberán suministrarse en contenedor. Los arbustos se clasifican por la altura de la planta, sin incluir el contenedor. En ocasiones se puede especificar el número de ramas mínimo que debe presentar. Se evitará la espiralización de las raíces. El sustrato empleado en el contenedor deberá tener buenas aptitudes agronómicas.

La altura, compacidad y densidad del follaje, así como el número, la distribución, el diámetro y la longitud de los tallos principales deberán corresponder a las características de crecimiento y estéticas de la especie o cultivar.

Tapizantes

Deberán medirse de acuerdo con la altura de la planta o longitud de sus tallos. Se presentarán siempre en contenedor.

Trepadoras

Las plantas trepadoras se medirán según la altura total, desde el nivel del suelo hasta el extremo. Presentarán un número mínimo de 3 tallos.

Las trepadoras estarán entutoradas, teniendo los tutores como mínimo la misma medida que la altura de la planta.

Céspedes

Los céspedes se pueden solicitar en diferentes presentaciones: semilla, tepe o esqueje.

Semillas

La provisión de las semillas habrá de hacerse mediante su adquisición en centros oficiales o instituciones análogas o, en todo caso, en empresas de reconocida solvencia. Un examen previo deberá mostrar que se hallan exentas de impurezas, granos rotos, defectuosos o enfermos, así como de granos de especies distintas a la determinada. El peso de la semilla pura y viva contenida en cada lote no será inferior al 75% del peso del material envasado.

El grado de pureza de la semilla será, al menos, del 90% de su peso. El poder germinativo habrá de ser tal que el valor real de las semillas sea el indicado en el apartado anterior.

Deberá ser suministrada en envases sellados o en sacos cosidos, aceptablemente identificados y rotulados, para certificar las características de la semilla. Deberá leerse de forma clara:

- ✓ Composición en porcentaje de especies y cultivares.
- ✓ Número de lote.
- ✓ Fecha de precintado.
- ✓ Número del productor.

La densidad de siembra es en kg/m².

Tepe

Los céspedes suministrados en tepe deberán tener el sistema radical suficientemente desarrollado y deben ser capaces de mantener un buen desarrollo de las raíces.

Para evitar el deterioro del tepe se deberán tomar las siguientes precauciones:

- ✓ Los tepes se extraerán justo antes de su transporte, preferentemente durante las primeras horas del día.
- ✓ El apilamiento de tepes no debe superar los 1,5 m de altura.

- ✓ El transporte de largo recorrido se realizará en caminos refrigerados, normalmente a 3-4 °.
- ✓ El acopio de tepes en tiempo caluroso no debe de exceder las 24 horas. En tiempo fresco podrán estar hasta 3 días, siempre que se encuentren protegidos del frío y el viento y se encuentren bien hidratados.

La empresa suministradora deberá presentar un documento que acredite la autenticidad varietal.

Esquejes

El tipo de multiplicación vegetativa mediante estolones o rizomas se utiliza en numerosas especies de clima subtropical (*Cynodon*, *Zoysia*, *Stenotaphrum secundatum*, *Pennisetum clandestinus*).

Los fragmentos de planta, estolones y rizomas, suministrados deberán tener la facultad de emitir raíces y formar una planta entera viable. Estos fragmentos deberán tener 2-4 nudos. El proceso de manipulación de los esquejes en época calurosa deberá llevarse a cabo con cuidado para evitar su desecación.

En estos casos las partes de plantas suministradas deberán ser frescas, sin síntomas de deshidratación, de manera que puedan emitir raíces sin dificultad. Dentro de un mismo lote todos los fragmentos de planta suministrados deberán ser uniformes.

1.3.1. Criterios de aceptación o rechazo de la planta

La calidad de la planta se establece principalmente en base a:

- Autenticidad específica y varietal. Han de responder a las características de la especie, así como en su caso a los caracteres del cultivar.
- En todas las plantas la relación entre altura-tronco/altura-maceta ha de ser proporcional.
- Las alturas, amplitud de copa, la longitud de las ramas, las ramificaciones y el follaje han de corresponder a la edad del individuo según la especie.
- El porte y la presentación deberán corresponder a lo exigido por las descripciones del Proyecto.

- Las raíces han de estar bien desarrolladas y proporcionadas de acuerdo con la especie y/o cultivar, la edad y el crecimiento. Deben carecer de problemas de reviramiento radicular.
- Las plantas de una misma especie, dedicadas a una misma ubicación y función, han de ser partidas homogéneas.
- Los injertos han de estar perfectamente unidos y no deben afectar a la estética de la planta.
- Las plantas no pueden mostrar defectos producidos por padecimientos anteriores de enfermedades, plagas o métodos de cultivo que reduzcan el valor o la calidad para su uso. Han de estar sanas y bien formadas para que no peligre su establecimiento y desarrollo futuros.
- Los sustratos en contenedor y los cepellones han de estar libres de plantas espontáneas.

Las plantas deberán disponer de etiquetas identificativas con los siguientes datos:

- Nombre botánico
- Nombre de la cultivar o cultivar (si existiese)
- Anchura, altura
- Volumen del contenedor o maceta

Los productores e importadores de plantas tienen que aparecer inscritos en un Registro Oficial de Productores comerciantes e importadores y han de cumplir las obligaciones a las que estén sujetos. Se solicitará Certificado fitosanitario en aquellas especies que la legislación exija.

1.3.2. **Recepción la planta**

Todo el material vegetal será aprobado previamente por la Dirección de obra en los viveros de origen. Una vez aprobadas por la Dirección de obra todas las partidas, los viveros deberán hacer entrega de cartas de compromiso y reserva de las plantas. En dichas cartas se citará el nombre científico y cultivar, unidades y fecha aproximada de entrega de las plantas reservadas. En el caso de tratarse de planta arbustiva y vivaz que no estuviera disponible se visitarán las instalaciones de producción, se confirmará la compra de plántulas o planta madre y el vivero productor emitirá una carta de compromiso con el nombre científico y cultivares, unidades y fecha de entrega. Durante la fase de producción se hará al menos una visita a los viveros suministradores de la planta arbustiva y vivaz para poder llevar el control de su desarrollo y asegurar su suministro.

Cualquier variación y/o sustitución de las especificaciones del proyecto deberá ser comunicado y aprobada por escrito.

Se establecerán tres recepciones provisionales y controles de calidad de todo el material vegetal destinado a la plantación:

- **En origen:** siempre que sea posible se deberá aprobar en los viveros de procedencia. El arbolado será marcado, uno por uno, con etiquetas identificativas. Los arbustos, vivaces y tapizantes serán aprobados por partidas. Dichas partidas serán fotografiadas con el fin de recordar su origen y características. Las plantas bulbosas si se presentan en bulbos o rizomas se observarán antes de proceder a su aprobación.
- **A la llegada de la planta a obra:** se hará una recepción provisional de la planta con objeto de verificar las prescripciones de calidad establecidas. Se rechazarán las partidas o unidades de planta que no presenten las características solicitadas y acordadas en los viveros de procedencia, que carezcan del marcaje realizado o en las que se hayan producido daños durante la carga, transporte o descarga.
- **En el periodo de mantenimiento:** Serán rechazados todos los ejemplares que no guarden la calidad exigida, ya sea durante el periodo de acopio en obra, previo a la plantación, durante la plantación o en el proceso de conservación, una vez plantados hasta la definitiva recepción de la obra.

Si en cualquiera de estas recepciones las partidas o ejemplares no cumplen con los criterios de calidad serán automáticamente rechazados, debiendo retirarse de forma inmediata de la obra y sustituirse por plantas que guarden la calidad solicitada.

La Dirección de obra podrá disponer del 2% de las plantas de cada especie para realizar las verificaciones que considere oportunas, que podrán incluir la apertura de los cepellones para comprobar el estado de desarrollo del sistema radicular. Dichas verificaciones se realizarán preferentemente durante las labores de descarga y recepción.

Deben comprobarse los siguientes puntos de calidad:

Características	Básicas	Complementarias
Propias	Autenticidad específica y varietal	
Internas	Hidratación Sanidad	

Externas	Fácilmente visibles	Tamaño de las plantas Rectitud del tronco Estructura Número de brotaciones Ausencia de defectos Adecuado sistema radical Cepellón Sanidad	Vigor Densidad del follaje Compactación Relación parte aérea-sistema radical Homogeneidad Color Ausencia de malas hierbas
	Difíciles de observar		Frecuencia de repicados

Tabla 3: Puntos de supervisión en la recepción de la planta a obra.

1.3.3. Acopio

Se deberá definir, previo al comienzo de la recepción de la planta, el lugar destinado al almacenaje de los elementos vegetales en los periodos que transcurran entre la recepción y su plantación.

El suministro de planta deberá realizarse a un ritmo similar a las necesidades de la obra para evitar la acumulación innecesaria de planta en la zona de acopio.

La zona de acopio cumplirá los siguientes requisitos:

- ✓ Zona apta que no se encharque.
- ✓ La zona deberá estar vallada y protegida.
- ✓ Facilidad de acceso.
- ✓ Disponibilidad de acometida de agua.

Al llegar al vivero de obra se deberán eliminar todas las envolturas y mallas que puedan dañar a las plantas, y se podarán las ramas que se hayan visto dañadas en el transporte. Tal y como se ha mencionado, los daños pueden implicar la devolución de los ejemplares.

Las plantas se acopiarán de manera que no tengan que moverse hasta su plantación definitiva. Las plantas acopiadas deberán estar debidamente acondicionadas y protegidas, con sus necesidades hídricas y nutricionales cubiertas.

Se controlarán las plagas y/o enfermedades que puedan aparecer así como todo tipo de afecciones de tipo abiótico.

Las plantas deben ordenarse según su especie, cultivar y tamaño, sin mezclar lotes que dificulten su control, además deberán mantener sus etiquetas identificativas, para poder realizar una verificación constante de las existencias en el acopio. En el arbolado se instalarán sistemas de protección contra el viento que eviten la caída o posibles daños que redunden en la pérdida de calidad de las plantas.

Los árboles y arbustos suministrados con cepellón sin protección deberán cubrirse inmediatamente con tierra, acolchado o similar, quedando el cepellón completamente cubierto y protegido. Los cepellones deben permanecer húmedos pero nunca encharcados.

1.3.4. Preparación para el transporte

Todas las plantas suministradas deberán encontrarse en perfecto estado sanitario y fisiológico en el momento de salida del vivero.

Durante todo el manejo de las plantas deberán protegerse de posibles daños mecánicos y de la exposición a la insolación, al viento o a las temperaturas extremas, tanto al frío como al calor.

En la preparación de los árboles para el transporte deberán atarse las ramas con cintas o telas anchas de forma que estas queden recogidas lo máximo posible sobre el tronco. Las cintas nunca deberán dañar la corteza o fracturar ramas por excesiva presión.

Las plantas deberán estar adecuadamente identificadas con el nombre de la especie y cultivar, ya sea por lotes o unidades. A la hora de la carga, si las plantas se apilan unas sobre otras, deberá hacerse de tal manera que no resulten dañadas las situadas en la parte inferior. Para ello, las plantas más robustas deberán ir colocadas en la parte inferior y las más frágiles en la superior. Se recomienda una carga mixta de plantas resistentes y frágiles. Es adecuado que en el camión exista al menos un 30-40 % de planta de madera resistente para establecer en las zonas inferiores del camión.

Todas las operaciones irán encaminadas a evitar un exceso de transpiración en las plantas para reducir el peligro de deshidratación. El transporte de las plantas se deberá realizar en camiones cerrados, ya sea caja cubierta con lona o caja cerrada de forma que se evite la incidencia del aire en las plantas que podría provocar perjudiciales deshidrataciones. Puede ser necesario en coníferas y otras perennifolias el uso de anti-transpirantes que se aplicarán unos días antes del transporte. En las plantas suministradas en cepellón o contenedor se deberá vigilar que el sustrato mantenga la humedad adecuada. En transporte de largo recorrido y, especialmente, en épocas calurosas, es necesario e imprescindible el empleo de camiones refrigerados.

En ningún caso podrá excederse, en el caso del arbolado, de la carga máxima del camión (nunca superior a 120-140 Uds. (calibre 18/20) / 100-120 (calibre 20/25) y las plantas deberán entrar en toda su dimensión. Para las plantas más frágiles los caminos no se rellenarán más allá de 90-100 Uds. En ningún caso, se podarán las plantas a no ser que exista una orden expresa por la Dirección Facultativa. En el caso de transporte de grandes ejemplares, si no existiera otra posibilidad que la eliminación de algunas ramas, esta operación será supervisada por la Dirección Facultativa.

La descarga debe realizarse nada más llegar a la obra en el lugar destinado para tal fin y siempre con un técnico de la dirección. Se deberá avisar con suficiente antelación (al menos varios días) a la Dirección de obra de la llegada de la planta. La descarga de los grandes ejemplares se realizará preferentemente en el lugar de plantación.

Si a la hora de descargar los árboles se empleasen grúas, se cuidará de evitar el uso de bragas o eslingas que sean abrasivas y puedan dañar el tronco. Toda la maquinaria empleada en la descarga de la planta deberá estar forrada en telas o mallas de yute, de tal forma que todos los aperos se encuentren convenientemente acolchados para evitar daños. Las plantas de grandes dimensiones se deberán descargar sujetas por dos puntos: el tronco y el contenedor o cepellón.

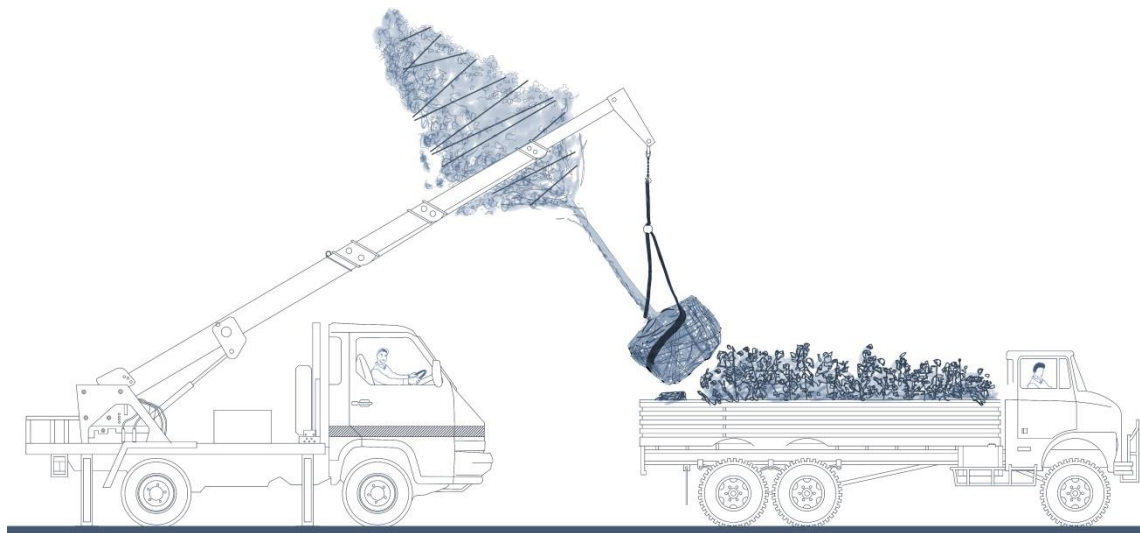


Ilustración 10: Descarga de la planta.

Las palmeras deberán ser suministradas convenientemente atadas y protegidas contra los golpes y la desecación, sin producir una presión excesiva que las pueda dañar.

1.4. PLANTACIÓN

A continuación se describen todas aquellas labores necesarias para una correcta plantación.

1.4.1. Apertura de hoyos

La apertura de hoyos de plantación se debe realizar excavando el terreno en un volumen proporcional a las exigencias de la plantación que hay que realizar. Se debe colocar la planta en el hoyo sin enterrar el cuello de la raíz y de forma que quede centrada, vertical y estable. Después se deberá rellenar el hoyo con una mezcla homogénea de tierra, asentando la mezcla dentro del hoyo, realizar un riego de asentamiento, perfilar la forma del alcorque y la incorporación del acolchado si lo hubiera, enrasando el nivel del cuello de la raíz al nivel del suelo.

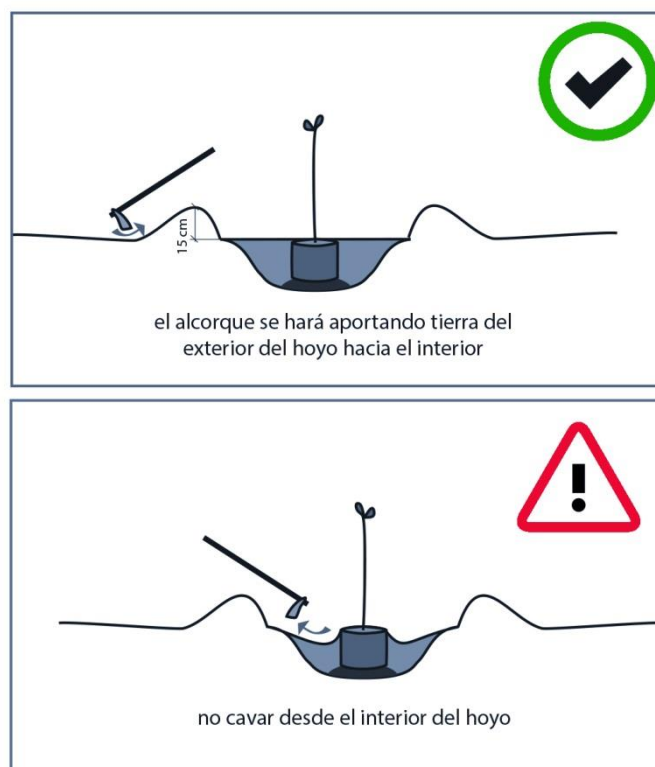


Ilustración 11: Cómo realizar alcorque de plantación.

Los criterios del hoyo de plantación pueden estar condicionados al tamaño del contenedor y del alcorque. La apertura del hoyo deben ser como como mínimo un 30% mayor que las del cepellón o sistema radicular conservado. Si bien mayoritariamente el volumen de excavación deberá ser el siguiente:

- Arbolado en general: 1,20 m x 1,20 m x 0,80 m
- Arbustos: 0,60 m x 0,60 m x 0,60 m

- Matas: 0,40 m x 0,40 m x 0,40 m
- Tapizantes: 0,20 m x 0,20 m x 0,20 m
- Bulbosas: 0,10 m x 0,10 m x 0,10 m

El marco de plantación estará determinado en el presupuesto y en planos de plantación, teniendo en cuenta su desarrollo óptimo.

1.4.2. **Plantación**

- Con carácter general las plantaciones de material vegetal, especialmente el arbolado, se realizarán en parada vegetativa por regla general. En cualquier caso, no se actuará nunca en periodos de temperaturas extremas.
- Las dimensiones del hoyo de plantación serán proporcionales a la planta objeto.
- No serán admitidas plantaciones excesivamente profundas.



Ilustración 12: Cómo plantar una planta.

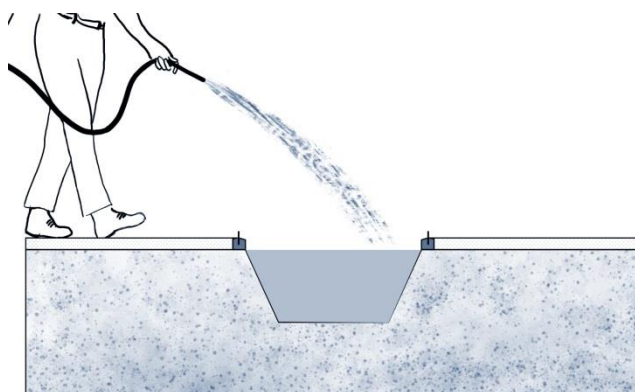
- Tras la plantación se realizarán alcorques temporales.
- Los primeros riegos se deberán realizar con manguera, nunca con el sistema de riego por goteo.

- Cuando sean de temer quemaduras en la corteza del tronco, en épocas calurosas o soleadas, se protegerá el tronco con una envoltura de arpillera, paja, tela o papel especial, que no se retirará hasta el otoño siguiente. Esta protección puede proporcionarse también blanqueando el tronco con una capa espesa de lechada de cal.
- La plantación de palmeras suministradas en cepellón, deberá realizarse en época de fuerte actividad biológica, lo que depende de la climatología tanto del lugar como de la zona de plantación.

1.4.3. Protocolo para hoyos con drenaje deficiente

Con un drenaje insuficiente, el suelo queda rápidamente saturado privando de oxígeno a las raíces de los árboles. A la vez, el árbol en su proceso de absorción de agua (muy acentuado durante la primavera y el verano) necesita una fuerte actividad respiratoria, lo que acentuará el problema. Si el drenaje es insuficiente se podría dar una situación de asfixia radicular (anoxia).

Por este motivo, cuando existan indicios de un drenaje deficiente se deberá de actuar de acuerdo al siguiente protocolo. Previo a la plantación, y con el alcorque correctamente excavado, se realizará la prueba de infiltración en todos los alcorques. Dicha prueba consistirá en el llenado de los alcorques con agua.



Relleno de hoyo de plantación de al menos 45 cm de profundidad.

Ilustración 13: Prueba de infiltración.

Transcurridas 48 horas se valorará si el terreno presenta una adecuada capacidad drenante o, por el contrario, el agua se retiene en el hoyo de plantación. En caso de que existan problemas de falta de drenaje y retención de agua no se plantará en ningún caso.

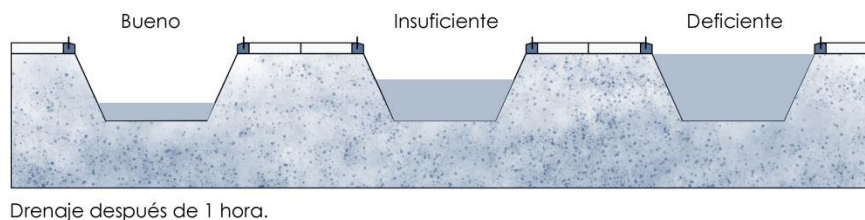


Ilustración 14: Prueba de infiltración.

En caso negativo, se procederá a la reparación del sistema de drenaje hasta que se encuentre completamente subsanado. De ser imposible dicha reparación se realizará la perforación de un lateral del hoyo de plantación realizando un barrenado de 20 cm. de diámetro y 1,5 m de profundidad. En dicha excavación se instalará un tubo de polipropileno de igual diámetro (200 mm), corrugado y ranurado con una longitud de 1,5 m. El tubo será relleno de grava hasta el nivel de la base del hoyo de plantación, y se sellará con una capa de arena de río de 10 cm.

A continuación se procederá a la misma plantación descrita para los demás casos. Si bien, tras la colocación del árbol y parcialmente cubierto el cepellón, se dispondrá en todos los ejemplares de un tubo de aireación de polipropileno de 50 mm de diámetro corrugado y ranurado y forrado en geotextil alrededor del perímetro del cepellón. Ambos extremos del tubo quedarán dispuestos hacia el exterior con su correspondiente tapa de PVC de su mismo diámetro perforada para evitar posibles obturaciones. La estructura y textura del terreno se cuidará especialmente, aumentado si fuese necesario el porcentaje de arena. Se evitará en todo momento la compactación del hoyo de plantación.

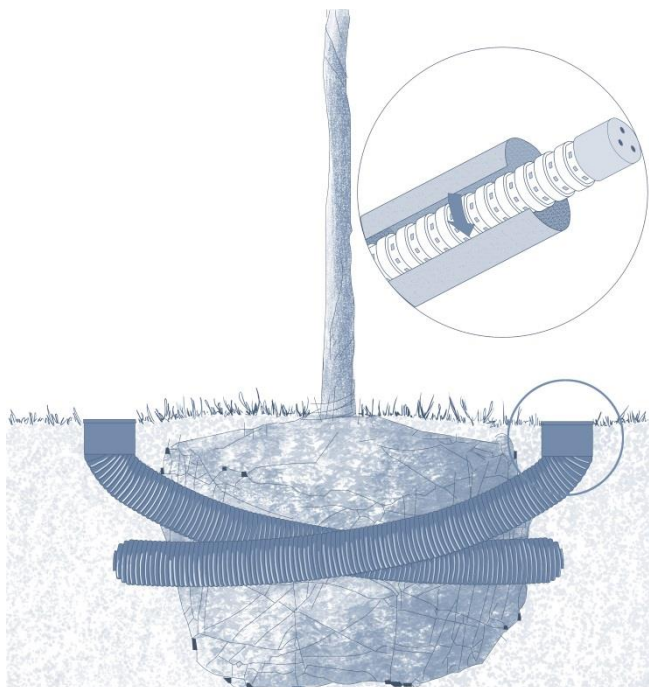


Ilustración 15: Tubo de aireación.

1.4.4. Césped

Una vez perfectamente nivelado y compactado el terreno se procederá a humedecer ligeramente la tierra vegetal. Nunca se instalará el césped durante tiempo muy frío, caluroso o ventoso.

Durante el sembrado o plantación de la pradera se procederá a emplear la dosis recomendada. Tras el sembrado se aplicará el sustrato de sellado y se pasará el rulo (1 kg/cm de generatriz). En el caso particular de la plantación en tepe la distribución de las piezas ha de hacerse siempre a tresbolillo. Las juntas deben quedar rellenas de arena lavada. Una vez extendido todo el tepe se compactará con el pase de un rodillo.

Colocados los tepes procederemos a un recebo de arena, sobre todo en las uniones, procurando que se introduzca entre los tepes, motivando de este modo una unión rápida entre ellos. La superficie debe ser rulada y regada inmediatamente tras la colocación, procurando que no falte la humedad durante el período de arraigo, aproximadamente durante los primeros 10 a 14 días. No es conveniente el tráfico hasta pasado un par de semanas y observar que los tepes y el terreno están consolidados.

Se debe evitar instalar arquetas de cualquier naturaleza o utilidad dentro de las praderas.

1.4.5. Elementos de soporte

Los árboles que no tengan asegurada su estabilidad deberán sujetarse hasta su arraigo. Los tutores, vientos y demás medidas de apoyo tienen la función de anclar y de mantener en posición vertical los árboles recién plantados, y evitar así que éstos sean arrancados o derribados por el viento, o que puedan perder el íntimo contacto de las raíces con el suelo, ocasionando el fallo de la plantación.

El sistema de fijación podrá ser un, dos o tres tutores o rodrigones, según demande el proyecto. Consiste en una fijación mediante postes de 2 a 3 m de longitud de rollizo de pino cilíndricos, de 10 cm. de diámetro con testa superior achaflanada, tanalizados en autoclave, clavados verticalmente en el hoyo de plantación, clavados un mínimo de 50 cm. por debajo del hoyo de plantación.

Las fijaciones de los tutores al tronco del árbol se realizarán con elastómeros de caucho, resistente a la intemperie.

Un sistema particular es el anclaje subterráneo que proporciona las mejores garantías de seguridad. Esta técnica evita el peligro que suponen los cables aéreos para los peatones y también las fricciones de las fijaciones con la corteza de los árboles.

La ejecución del entutorado debe contemplar las consideraciones siguientes:

- El material, la altura y el grosor del tutor a utilizar vienen determinados por la medida de los árboles y las condiciones del lugar.
- No debe dañar ni la parte aérea, ni las raíces de las plantas, ni el cepellón.
- No debe suponer ningún peligro para las personas, ni para los bienes.
- Debe colocarse antes de rellenar el hoyo o la zanja de plantación.
- Deben clavarse como mínimo a 50 cm en el hoyo de plantación. El tutor simple debe colocarse en lado por donde sopla el viento dominante.
- La disposición de las fijaciones no debe originar en ningún momento daños a las plantas.
- Deben retirarse a los dos años de la plantación.

1.4.6. Protección de zonas

Todas las zonas destinadas a áreas verdes deberán protegerse del paso de personas y maquinaria una vez realizado el aporte de tierra vegetal, para evitar la compactación de las tierras vegetales y su contaminación. Se delimitará con vallas y cerramientos con un cercado de al menos 1-1,20 m de altura.

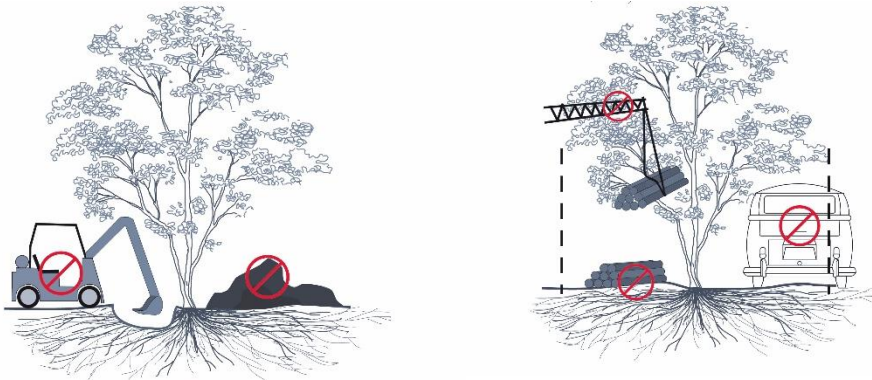


Ilustración 16: Protección del arbolado en las obras.

1.4.7. Garantía de la planta

La garantía será por un año, empezando en la fecha de recepción de la obra, una vez rematados todos los trabajos. Para ello todas las plantas deberán estar en un desarrollo satisfactorio al final del período de garantía. La garantía puede ser nula si no hay un adecuado mantenimiento durante este período.

1.5. RIEGO

Es preciso proporcionar agua abundantemente a la planta en el momento de la plantación; y hasta que se haya asegurado el arraigo el riego ha de hacerse de modo que el agua penetre en el cepellón.

1.5.1. Sistemas de riego y sus componentes

Tipologías

Los sistemas de riego automático de uso en espacios verdes se pueden agrupar en cuatro:

- Riego aéreo por aspersión
- Riego aéreo por difusión
- Riego localizado superficial
- Riego por goteo enterrado

También es preciso hacer referencia el sistema de riego por superficie o por gravedad o a manta y el riego manual a partir de bocas de riego con manquera o con dispositivos manuales.

Sistemas de riego aéreo (aspersión y difusión)

El sistema de riego aéreo es el método mediante el cual el agua se aplica en forma de lluvia más o menos intensa y uniforme sobre una superficie dedicada al cultivo, utilizando una red de riego con caudales, presiones de funcionamiento y alcances muy variables.

Existen diferentes tipos de riego aéreo: aspersores de impacto o de turbina, difusores, emergentes o aéreos, y toberas rotativas.

Ventajas del riego aéreo:

- Aportar un ahorro de mano de obra en la aplicación de agua.
- La mayor separación entre los emisores permite un ahorro de instalación.
- Es idóneo para superficies regulares y ortogonales.
- Es idóneo para superficies grandes (aspersores) y medianas (difusores).
- Permite regar terrenos poco uniformes, adaptándose a topografías onduladas.

- Puede ser utilizado en una gran cantidad de suelos, tanto los muy permeables, como los muy impermeables.
- Se adapta bien en las primeras fases de desarrollo de la vegetación herbácea.

Desventajas de riego aéreo:

- El funcionamiento de una estación de bombeo para dotar a la red de la presión y caudales necesarios.
- Pueden interferir sobre los tratamientos fitosanitarios, por lavado de los productos que se apliquen en la parte aérea.
- El fuerte viento dificulta la uniformidad del agua y disminuye la eficiencia.
- En algunas plantas sensibles a la calidad del agua de riego pueden sufrir quemadas en las hojas en mayor o menor grado.
- Puede provocar procesos de escorrentía y de erosión.
- Por el hecho de ser visible es más propenso a los actos vandálicos.

Sistemas de riego localizado

El sistema de riego localizado es el método mediante el cual el agua se aplica en superficie o enterrada de forma localizada en una zona próxima a la planta, utilizando una red de riego con caudales y presiones más bajas que el sistema de riego aéreo.

Ventajas del riego localizado:

- Ahorro importante de consumo de agua, con un alto rendimiento de utilización de agua aplicada.
- Posibilita la aplicación junto con el agua de riego de sustancias fertilizantes y algunos tratamientos fitosanitarios.
- Presenta una alta uniformidad de reparto de riego.
- Reduce los procesos de escorrentía y de erosión del suelo.
- Mantiene el follaje seco: menos enfermedades, con aguas salinas se evita el quemado de las hojas, etc.

Desventajas del riego localizado:

- Presenta más facilidad de obturación que los emisores del sistema de riego aéreo.
- Exige un mantenimiento periódico y exhaustivo.

Sistemas de riego por goteo enterrado.

El riego por goteo enterrado, aunque se puede considerar como una variante subterránea del riego localizado por goteo, presenta ciertas particularidades.

El sistema de riego por goteo enterrado es el método mediante el cual el agua se aplica de forma localizada en la parte subterránea del suelo.

Para un correcto funcionamiento es preciso prestar atención en algunas consideraciones de diseño y buenas prácticas:

- Equipar el sistema de riego con el equipo de filtrado y decantación.
- Utilizar emisores que dispongan de barreras físicas contra la intrusión de raíces.
- Prever la posibilidad de adicionar productos repelentes de raíces.
- Las ventosas, la tubería de cerramiento del sector y la válvula de drenaje o descarga son componentes específicos para un funcionamiento correcto del sistema de riego por goteo enterrado.

Ventajas del riego por goteo enterrado, además de las ventajas referidas al riego localizado:

- Es el sistema de riego más idóneo y que presenta menos riesgos sanitarios para los riegos con aguas residuales.
- Permite el riego durante las 24 horas del día.
- Protege toda la instalación de actos vandálicos y de daños.
- Reduce drásticamente la evaporación en superficie.

Desventajas del riego por goteo enterrado:

- El riego por goteo enterrado exige una tecnología física o química de protección antirraíces adecuada.
- Exige un mantenimiento periódico y exhaustivo.

Red primaria y de bocas de riego

La red primaria y de bocas de riego conforma en la mayoría de los casos la estructura mínima de la infraestructura de riego de un espacio verde, al mismo tiempo que complementa las posibilidades de los diversos sistemas de riego automático.

1.5.2. Emisores de agua de riego aéreo

Los tipos de emisores de agua de los sistemas de riego aéreo usados en espacios verdes se clasifican en:

- **Aspersores.** La propagación del agua se realiza mayoritariamente a través del aire. Según la transmisión del movimiento pueden ser de impacto, de turbina, de freno hidráulico, etc. La dispersión del agua puede ser de giro completo (360°) o bien sectorial (10°.360°). Pueden ser modelos aéreos y emergentes.

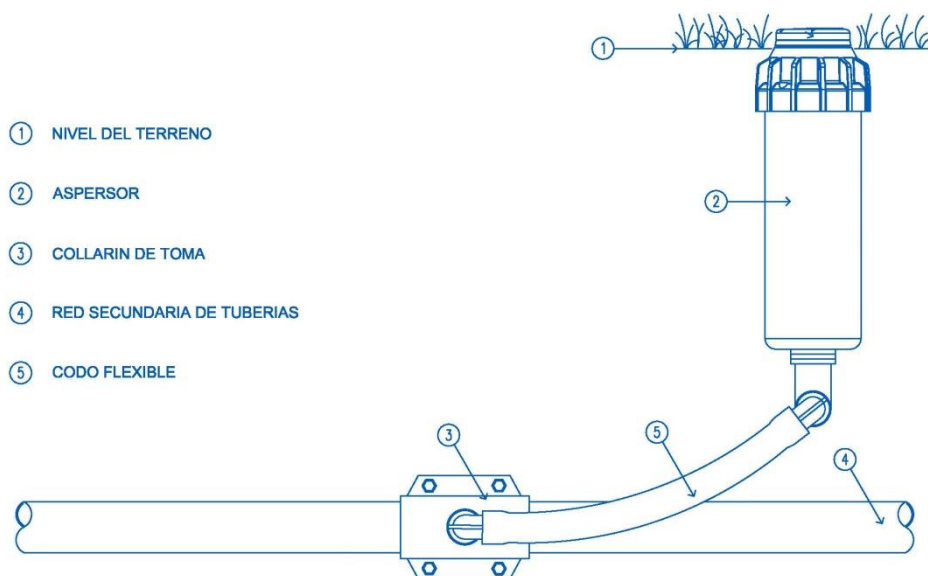


Ilustración 17: Aspersor emergente.

- **Difusores.** El agua es distribuida sobre la superficie del terreno debido al choque de un caudal vertical que impacta sobre una superficie que le da un determinado ángulo de salida sobre la horizontal (boquilla o tobera), y a la vez, le determina el ángulo horizontal regado (90°, 180°, 360° o formas intermedias). Hay modelos aéreos y emergentes (en este último caso, se componen básicamente de la tobera montada sobre una tubería que emerge del suelo).

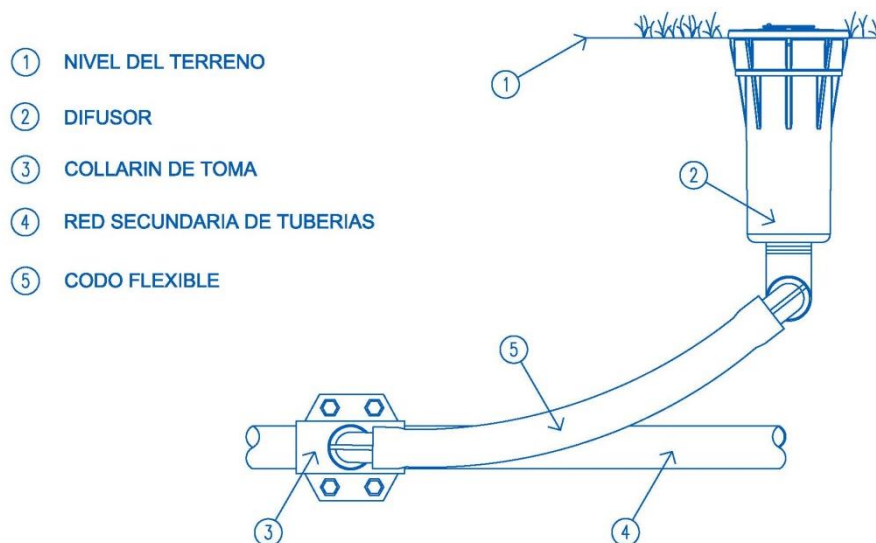


Ilustración 18: Difusor emergente.

Los aspersores y difusores pueden tener una o más boquillas sustituibles. Esto permite variar el alcance y la pluviometría suministrada al cultivo regado, de acuerdo con sus necesidades. En el caso de difusores, las diferentes boquillas determinan el caudal de consumo, el alcance y la forma de riego. En el caso de difusores sectoriales, se recomienda que el caudal sea proporcional a la superficie regada, con la cual siempre se obtendrá la misma pluviometría.

Para cada modelo de aspersor y difusor seleccionado, el proyectista deberá indicar las características siguientes: diámetro de boquilla, caudal, presión, radio de alcance y arco de riego.

Los emisores de agua se deberán disponer en el campo en un marco de riego regular; en disposición lineal, triangular, cuadrada o rectangular, asegurando un recubrimiento mínimo del 80%.

Para cada tipo de emisor de agua seleccionado, el proyectista deberá indicar los valores de las presiones de funcionamiento elegidas. La variación de presión de trabajo debida a las pérdidas de carga dentro de un mismo sector de riego no puede variar más del 20%, y en todos los casos, la presión de funcionamiento que determina el mismo componente deberá estar dentro de la gama de presiones recomendadas por los fabricantes.

Dentro de un mismo sector se deberán utilizar emisores con pluviometría equilibrada. En ningún caso se pueden incluir en un mismo sector unos emisores con pluviometrías diferentes.

1.5.3. Emisores de agua de riego localizado

Los tipos de emisores de agua de sistemas de riego localizado usados en los espacios verdes se clasifican en:

- **Sistemas de goteo.** La propagación del agua se realiza a través del suelo. Pueden ser goteros autocompensantes, disponiendo de un sistema de regulación del caudal constante dentro de un margen de presión y no compensantes, en donde el caudal está según la presión de entrada.
 - o Goteros interlínea: El gotero se intercala en la tubería y sirve al mismo tiempo de conducción de agua.
 - o Goteros pinchados. El gotero se introduce a presión en una perforación realizada previamente en la tubería.
 - o Goteros integrados. El gotero está incorporado dentro de la tubería unido a su pared. Las cintas de riego son un caso particular de goteros integrados en una tubería con un grosor de pared más delgada (en general inferior a 0,5 mm).

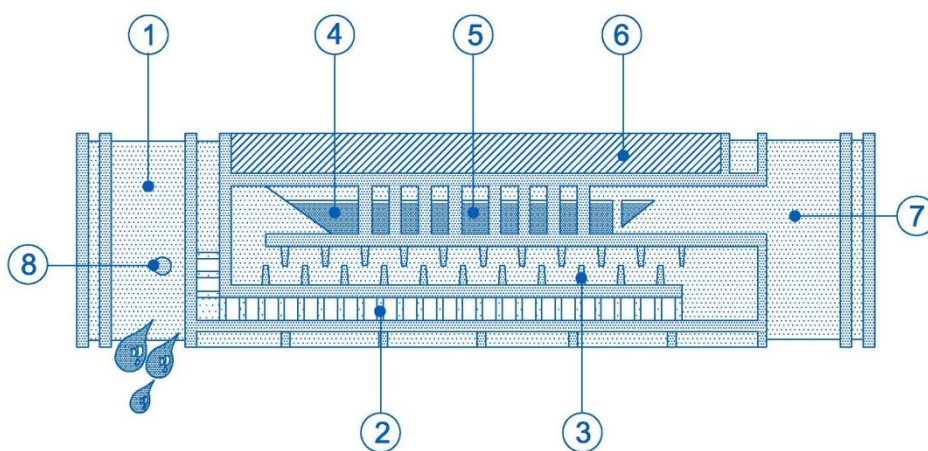


Ilustración 19: 1.- Gotero, 2.- Filtro, 3.- Limitador de caudal, 4.- Entrada de agua, 5.- Cámara interna, 6.-Protección treflan, 7.- Caudal de salida, 8.- Salida al exterior.

- o Goteros insertados.
- **Tuberías exudantes.** Tuberías que distribuyen el agua de forma continua a través de los poros del material que forma las paredes.
- **Inundadores.** Emisor que distribuye el agua a través de orificios o grietas provocando un charco de agua.

1.5.4. Tuberías de riego

Los tipos de tuberías de riego usadas en las infraestructuras de riego de espacios verdes se clasifican según materiales en:

- Tuberías de polietileno (PE)
- Tuberías de cloruro de polivinilo (PVC), se recomienda evitar su empleo.

1.5.5. Elementos de filtrado

En este apartado se relacionan los elementos de filtrado que pueden usarse en los cabezales de riego.

Los tipos de elementos de filtrado usados en infraestructuras de riego de espacios verdes se clasifican en:

- **Hidrociclones.** La decantación de las partículas en suspensión se produce por la acción de la fuerza centrífuga que las arrastra hacia las paredes del hidrociclón. Las pérdidas de carga dependen únicamente del caudal del agua que circula. Los fabricantes las tienen que facilitar.
- **Filtros de arena.** El filtrado de agua de riego se produce al atravesar una o más capas de arena de cierto grosor. La arena deberá tener una granulometría uniforme (coeficiente de uniformidad de 1,5 a 1,8 mm), buena friabilidad y ser resistente al posible ataque de ácidos disueltos en el agua de riego.
- **Filtros de malla.** El filtrado del agua de riego se produce al atravesar un cartucho de malla de diferentes materiales y características, el cual puede tener diferentes tamaños de aberturas de malla.
- **Filtros de anillas.** El filtrado del agua de riego se produce al atravesar un cartucho de anillas rasuradas dispuestas unas contra las otras a presión.

Los hidrociclones se usan siempre que se utilice agua procedente directamente de un pozo, con arrastre de partículas minerales (arenas, gravas, etc.).

Los filtros de arena se usan para eliminar impurezas de tipo orgánico (algas, restos de insectos, etc.) y pequeñas partículas minerales y también en aquellos casos en que el agua haya estado expuesta a la luz.

1.5.6. Bombas de riego

La función de la bomba para riego es transferir la presión dinámica y el caudal de agua requerido para el funcionamiento correcto de la instalación de riego.

Los tipos de bombas usadas en infraestructuras de riego de espacios verdes de acuerdo con la disposición del eje de rotación se clasifican en:

- ✓ Bombas horizontales
- ✓ Bombas verticales
- ✓ Bombas verticales sumergibles

1.6. ACOLCHADOS

Se trata de una capa uniforme de espesor medio de 5 cm. de restos de madera, corteza de pino, gravillas decorativas, etc. El calibre debe ser aproximadamente 30-40 mm.

Las funciones básicas, las siguientes:

- Actuar como capa protectora de los cambios climáticos para el suelo: humedad y temperatura principalmente.
- Evitar la emergencia de malas hierbas.
- Mejora estética de las zonas ajardinadas.
- Aporte gradual de materia orgánica al suelo.

ACOLCHADOS ÓRGANICOS		
Ingredientes	Acolchado	Cobertura protectora
Acículas de pino	Sí	
Cáscara de frutos secos y frutos tropicales Compost	Sí	Sí
Cortez de pino	Sí	
Estiércol compostado	Sí	Sí
Geomalla con fibras naturales	Sí	Sí
Hojasca	Sí	Sí
Mantillo vegetal	Sí	Sí
Malla orgánica	Sí	Sí
Manta orgánica	Sí	Sí
Paja de cereales	Sí	Sí
Resto de poda triturados	Sí	
Resto de siega o desbroce	Sí	
Serrín	Sí	
Turbas rubias fibrosas	Sí	
Virutas de madera	Sí	
ACOLCHADOS INORGÁNICOS		
INGREDIENTES	ACOLCHADO	COBERTURA PROTECTORA
Arena	Sí	Sí
Arcilla expandida	Si	
Cerámica triturada	Si	
Cantos de río	Si	
Grava	Si	
Marmolina	Si	
Gravilla	Sí	
Sablón	Sí	Si
Tierra y puzolana volcánica	Sí	

Tabla 4: Tipologías de acolchado.

2. MANTENIMIENTO SUSTENTABLE

La gestión de los espacios verdes y del arbolado urbano de las zonas verdes requiere de numerosas tareas dependiendo de la tipología ante la cual nos encontremos.

2.1. OPERACIONES DE LIMPIEZA

Se hace imprescindible mantener las zonas verdes libres de suciedad y hierbas espontáneas para ello se deberán realizar a diario estas labores. Se deberán retirar las hierbas espontáneas cuando su presencia de hierbas resulte tan apreciable que supongan una merma o deterioro en el nivel de mantenimiento.

Se establecen las siguientes normas generales para abordar la labor con la calidad esperada:

- La eliminación de plantas no deseadas deberá ser total, poniendo especial cuidado entorno y bajo los elementos de mobiliario urbano, juegos infantiles, etc.
- La escarda se realizará con un binado de toda la superficie de los macizos y/o alcorques.
- Después de efectuar las escardas, se rastrillará el suelo para alisar el terreno y eliminar los elementos impropios.
- Tras la escarda se retirarán los restos, no quedando depositados ni siquiera de forma eventual y se retirará o aportará tierra a los macizos de los jardines y alcorques de los árboles, hasta restablecer su nivel óptimo.
- En los macizos de flor se efectuará la escarda de forma manual (eliminando las malas hierbas tanto su parte aérea como también su sistema radicular) en cuanto sean perceptibles.
- La realización de estas labores se realizará cuantas veces sea necesario.

Se recomienda el mínimo empleo de herbicidas.

Una vez recogidos los residuos deberán separarse adecuadamente y ser trasladados al centro o planta adecuado para su tratamiento o gestión. Los restos vegetales deberán trasladarse a plantas de compostaje autorizadas, respetando las normas estipuladas para la entrega de dichos residuos (estado, tamaño, transporte y horario).

Se debe realizar un manejo de los residuos que evite daños ambientales y a la salud de las personas, por lo que se buscará en todo momento realizar las

operaciones señaladas en horario de mínima afluencia a los espacios verdes.

2.2. MANTENIMIENTO DEL SUELO

2.2.1. Entrecavado

La tierra vegetal es un frágil y valioso elemento del medio. Se trata del sustrato que contiene los minerales y elementos orgánicos y biológicos sobre el que se asientan las plantas, por tanto un recurso básico, siendo vital su buen estado de conservación.

Las labores de entrecavado tanto manual como mecánico se realizarán en todas las superficies que así lo requieran, de manera que desaparezcan las plantas no deseadas y se mantenga la buena estructura del suelo.

- En árboles, arbustos, herbáceas y tapizantes en los que la densidad de la plantación sea muy elevada no se realizarán estas labores.
- La frecuencia y profundidad del entrecavado se ajustará a la formación vegetal y a las especies a tratar, evitando en todo momento dañar su sistema radicular.
- El entrecavado se desarrollará cuando el suelo se encuentre en tempero para conseguir una correcta estructura del suelo.

2.2.2. Enmiendas

Las enmiendas tienen la finalidad de la mejora de las condiciones y propiedades, físicas, químicas, biológicas y mecánicas de la tierra vegetal. Las diferentes enmiendas empleadas poseerán unos adecuados parámetros de calidad en cuanto a tipo, dosificación, pureza, época, forma de aplicación, uniformidad, limpieza y manipulación.

Los principales criterios para la utilización de enmiendas serán:

- Las enmiendas húmicas, que producen efectos beneficiosos tanto en suelos compactos como en ligeros, se realizarán mediante la aportación de abonos orgánicos.
- Para las enmiendas calizas se utilizarán cales (viva o apagada), dolomita, caliza molidas, o cualquier otra sustancia que reúna las condiciones exigidas.
- La arena empleada como enmienda para disminuir la compactación y aumentar la capacidad drenante del suelo, deberá carecer de aristas vivas.
- Para la aportación de las enmiendas se tendrá en consideración el adecuado tempero de la tierra vegetal.

- Se controlará que el volumen de las aportaciones no sea excesivamente elevado, fraccionando la enmienda según las necesidades reales del suelo.
- La enmienda será mezclada y enterrada con la tierra, y en la profundidad adecuada.

Se deberán solicitar muestras de las enmiendas empleadas así como su análisis, para la verificación de la idoneidad de las mismas.

2.2.3. **Abonos orgánicos y químicos**

Un modo particular de enmienda es el abonado, dado que en ocasiones puede ser necesario el aporte de sustancias de síntesis que restituyan la fertilidad perdida y aporten a la planta los elementos necesarios para su correcta nutrición o corrección de cualquier carencia o fisiopatía. Podrán ser sustancias sólidas o líquidas.

Se definen como abonos minerales los productos procedentes de síntesis química que proporcionan al suelo uno o más elementos fertilizantes. Deberán ajustarse en todo a la legislación vigente.

Los abonos orgánicos se definen como las sustancias de origen orgánico que una vez incorporadas al suelo, se produce su descomposición por la acción de los microorganismos existentes en el mismo, resultando un aporte de humus y una mejora en la textura y estructura del suelo.

El grado de intervención requerido diferirá de las especies vegetales a que vaya dirigido y de la formulación y tipo de material elegido.

Los abonados a efectuar durante las labores de mantenimiento se desarrollarán según los siguientes parámetros de calidad:

- Se restringirá el uso de abonos químicos a situaciones determinadas en las que haya que compensar una carencia del suelo.
- Se deberá hacer uso de abonos orgánicos o minerales adaptadas a una gestión medioambiental sostenible.
- El abono estará exento de elementos extraños, agentes patógenos, metales pesados, semillas de malas hierbas y otras impurezas, además de no atraer insectos u otros vectores.
- Se realizarán siempre analíticas del suelo previo a la aplicación de los abonados.
- El abonado se ajustará a las características del suelo y la época de aplicación, y se realizará con medios proporcionales a la superficie a

tratar y al tipo de formación vegetal existente. Así se realizará una distribución regular del abonado de manera que se evite la sobre-fertilización en zonas puntuales, debiéndose ejecutar un reparto del abono de forma uniforme en toda la superficie de aplicación.

- Se evitará el abono nitrogenado en otoño e invierno. Se hará uso preferente de abonos equilibrados en su composición, con porcentajes relativamente bajos de nitrógeno y de liberación lenta, evitando la contaminación por nitratos de las aguas subterráneas.

Se priorizará el empleo de productos ecológicos certificados y de eficiencia contrastada que destaquen por su nula toxicidad para personas, animales y plantas, que además sean inocuos al difundirse por el aire, suelo o agua.

2.2.4. **Elaboración de compost**

El aprovechamiento de los residuos vegetales es necesario con el objeto de avanzar en una gestión sostenible e integrada de los residuos de las zonas verdes.

Así mismo, es común que existan suelos en los parques y jardines con un bajo nivel de fertilidad lo que perjudica a la calidad ornamental de las plantaciones. Un descenso continuo de su contenido en materia orgánica y humus debido al proceso de mineralización.

Para dar respuesta a esta problemática una alternativa más recomendable debe ir encaminada en la preparación de compost a partir de la propia materia orgánica que actualmente se elimina.

El uso como enmienda de este material se realiza en aportación superficial con un espesor de 0,5-1cm y debe ser esparcido para su reparto homogéneo.

Definición de compost

El compost es un producto obtenido tras un proceso de descomposición de materiales orgánicos denominado compostaje y que se emplea como abono para las plantas. Debe ser un producto inocuo, sin sustancias fitotóxicas, que pueda aplicarse sin riesgos de provocar daños, ni al suelo, ni a los cultivos, guardando entre sus componentes una relación que le confiera un buen valor agronómico.

Este abono orgánico resultante es un producto de color marrón oscuro, inodoro o con olor a humus, que contiene materia orgánica (parte de la cual es semejante al humus de la tierra) así como nutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio, hierro y otros oligoelementos necesarios para la vida de las plantas. Actúa sobre los nutrientes macromoleculares, llevándolos

a estados directamente asimilables por las plantas, lo cual se manifiesta en notables mejoras de las cualidades organolépticas de frutos y flores y mejor resistencia a los agentes patógenos.

La materia orgánica contenida en el compost es esencial para mantener la fertilidad del suelo. La principal ventaja apreciada en el compost aparte de su aporte de materia orgánica, es la de contribuir al freno del creciente deterioro ecológico y al mantenimiento y recuperación de un equilibrio medioambiental.

Clasificación del compost

En función del grado de evolución alcanzado durante el proceso de compostaje, los compost se pueden clasificar en frescos, maduros y curados.

Compost fresco

El compost fresco sería el que ha atravesado una fase termófila, experimentando por ello una descomposición parcial, pero que aún no ha alcanzado la estabilización. Al añadirse al suelo continúa su proceso de degradación, mejorando la estructura del suelo y la actividad microbológica. Se utiliza normalmente para la recuperación de suelos o para la preparación de suelos entre periodos de cultivos.

Compost maduro

Es el producto final de la fase de estabilización, que cumple las especificaciones sanitarias, por lo que puede ser aplicado al suelo cuando se inician los cultivos, aunque no es conveniente su contacto con el sistema radicular de la planta.

Compost curado

Ha sufrido un largo periodo de maduración y mineralización pudiendo ser empleado como sustrato en contacto directo con el sistema radicular.

Propiedades del compost

El compost mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo dónde se aplica:

Propiedades físicas

La influencia de las aplicaciones del compost en las propiedades físicas del suelo está relacionada con la mejora de la estructura de este, lo que se puede traducir en:

- Mejora la estructura, dando soltura a los suelos pesados y compactos y cohesionando los suelos sueltos y arenosos.

- Confiere un color oscuro al suelo debido a la materia orgánica, ayudando a la retención de energía calorífica.
- Aumento de la porosidad, facilitando el drenaje y también la aireación y respiración de las raíces.
- Aumenta la capacidad de retención de nutrientes del suelo, por lo que se aumenta su fertilidad.
- Aumenta la infiltración y permeabilidad.
- Mejora el laboreo al dar más esponjosidad al terreno.

Propiedades químicas

- Incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, hierro y azufre.
- Estabiliza la reacción del suelo, debido a su alto poder de tampón.
- Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas.
- Aumenta la capacidad de intercambio catiónico.
- Facilita el abonado químico y hace que los minerales se disuelvan mejor.
- Aporta a las plantas sustancias necesarias para su metabolismo.
- Regula el *ph*. Como su *ph* es cercano a 7; es decir, neutro, se puede utilizar sin contraindicaciones.

Propiedades biológicas

- El compost incentiva la coexistencia de diversas especies de microorganismos e incrementa la microflora del suelo.
- Aumenta y mejora la disponibilidad de nutrientes para las plantas.
- Estimula el crecimiento vegetal. Acelera el desarrollo radicular y los procesos fisiológicos de brotación, floración, madurez, sabor y color.
- Los ciclos de nutrientes esenciales y de otros macro y micronutrientes se ven favorecidos.
- La acción microbiana del compost hace asimilables nutrientes como fósforo, calcio, potasio, magnesio, así como micro y oligoelementos.

Madurez de un compost

La evaluación del grado de madurez del compost es considerado uno de los grandes problemas, en relación con la aplicación de este producto, fundamentalmente en su aplicación agronómica.

Existe gran cantidad de test para la determinación del grado de madurez del compost que presentan distintos grados de dificultad y de fiabilidad. Los más usuales los podemos clasificar en distintos grupos: métodos físicos, métodos químicos, métodos biológicos y métodos microbiológicos.

Métodos físicos

Son los más utilizados habitualmente y dan una idea aproximada de la madurez del compost.

- **Olor:** Los materiales frescos desprenden compuestos como amoníaco y ácidos orgánicos que producen malos olores y que en un compost suficientemente maduro no deben existir y por el contrario desprender un olor similar a la tierra húmeda.
- **Temperatura:** Debe ser estable una vez culminado el proceso y equipararse a la temperatura ambiente.
- **Color:** La descomposición de los materiales frescos implica un oscurecimiento llegando a tener un color marrón casi negro.

Métodos químicos

- **Relación C/N:** Disminuye durante la fermentación hasta estabilizarse. Generalmente se considera maduro con una relación C/N inferior a 20.
- **Variación del pH:** El pH, finalizado el proceso se estabiliza tomando valores en función del producto de partida entre 7 y 8.
- **Capacidad de intercambio catiónico (CIC):** Nos da idea de la capacidad potencial de retención de nutrientes y capacidad de inmovilización de sustancias fitotóxicas. El CIC aumenta a medida que aumenta el grado de estabilidad de la materia orgánica.

Métodos biológicos

Esos ensayos ponen de manifiesto la presencia de compuestos fitotóxicos que producen efectos negativos sobre la germinación y el crecimiento de las plantas.

- **Test de germinación:** Relacionando un porcentaje de germinación y la longitud de las raíces se calcula un índice de germinación. En general se considera maduro cuando este índice es superior al 50%.
- **Test de crecimiento:** Evalúa el efecto sobre el crecimiento en distintas especies vegetales.

Metales pesados

Los metales pesados los forma el Cadmio (Cd), Cobre (Cu), Níquel (Ni), Plomo (Pb), Zinc (Zn), Mercurio (Hg) y el Cromo total (Cr).

El compost con un contenido de metales pesados de Clase C tiene limitaciones de uso cuando se aplica como fertilizante en suelos agrícolas y no puede superar la dosis de 5 toneladas de materia seca por hectárea y año. El contenido de metales pesados se expresa en mg por kg sobre muestra seca (mg/kg s.m.s.)

METAL PESADO	LÍMITE DE CONCENTRACIÓN (mg/kg m.s.)		
	Clase A	Clase B	Clase C
Cadmio (Cd)	0,7	2	3
Cobre (Cu)	70	300	400
Níquel (Ni)	25	90	100
Plomo (Pb)	45	150	200
Zinc (Zn)	200	500	1.000
Mercurio (Hg)	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr)	70	250	300

Tabla 5: Limitaciones de contenido en metales pesados en Compost.

Potencial de auto-calentamiento

Este parámetro determina el grado de fermentación de la materia orgánica a partir de la temperatura

CUADRO DE EVALUACIÓN DE LA MADUREZ DEL COMPOST		
Incremento por encima del ambiente	Descripción de estabilidad	Tipo de material

0-10 °C	Compost maduro a muy maduro	Compost maduro
10-20 °C	Compost en proceso de maduración	Compost madurando
20-30°C	Compost medianamente activo, inmaduro	Compost activo
30-40 °C	Compost muy activo inestable	Compost activo
40-50 °C	Compost fresco y sin tratar	Materia primera sin tratar

Tabla 6: Evaluación de madurez del compost.

Otros parámetros de calidad del compost

Otros parámetros que nos permiten determinar la calidad del compost son: conductividad eléctrica, *pH*, nitrógeno, madurez y estabilidad, relación C/N y contenido de macronutrientes.

2.2.5. Proceso de compostaje

El proceso de compostaje es una versión acelerada y controlada de la fermentación que se produce en la tierra de los bosques. El proceso es el mismo que se ha hecho tradicionalmente cuando el agricultor reunía desperdicios orgánicos para transformarlos en abonos para sus tierras.

El tratamiento de los residuos urbanos en una planta de compostaje, consta básicamente de las siguientes etapas:

a) Recepción

Se efectúa el control de entrada a la planta donde llegan los residuos procedentes de la recogida no selectiva.

b) Separación de los distintos tipos de residuos y cribado.

Los residuos pasan por diferentes cribas que pueden tener distintos tamaños de malla entre 60 y 200 mm. El producto obtenido, fundamentalmente materia orgánica, es conducido al parque de fermentación.

c) Fermentación.

Se produce la fermentación de la materia orgánica en presencia de oxígeno. Durante este proceso las pilas de compost alcanzan temperaturas de 70 a 75°C, en esta fase se seleccionan microorganismos termófilos y aerobios debido a los sucesivos volteos de la masa en las pilas de fermentación, con lo que se destruyen todos los agentes patógenos, las larvas de los insectos e impide que germinen las semillas de hierbas. Un compost bien fermentado produce una esterilización de todo el residuo por la elevación de la temperatura.

d) Afino

El compost obtenido en el proceso de maduración se somete a una criba de clasificación para separar los componentes inertes, mejorando su calidad. La separación de la materia orgánica se realiza mediante sucesivas cribas. La última de estas cribas puede presentar un tamaño de malla de 25 mm o de 10 mm obteniéndose así diferentes calidades del compost.

Finalmente, se obtiene un producto estable de aspecto oscuro de propiedades agronómicas similares al estiércol. Una vez terminado el proceso, no se percibe ningún olor molesto.

2.3. DOTACIÓN HÍDRICA

El programa de gestión de riegos deberá adecuarse al tipo y formación vegetal presente en los espacios verdes, con las dosis y frecuencias adecuadas.

Los trabajos de riego deberán respetar unos mínimos que aseguren la optimización del recurso, así:

- Las dosis y frecuencias propuestas estarán justificadas y tendrán en consideración las especies y variedades objeto del riego, las características del suelo (textura, estructura y pendiente) y las características climáticas (precipitación, insolación, vientos, etc.).
- El parámetro ETP (Evapotranspiración Potencial) se utilizará para tener en cuenta las características climáticas y el momento de aplicación en el cálculo de la dosis de riego.
- El aporte de agua será uniforme en cuanto a la superficie a regar, afectando a todas las plantaciones.
- Los aspersores o difusores estarán calibrados de tal manera que su alcance sea el correcto, llegando a todos los puntos del área regable.
- La dotación de agua y frecuencia de riegos serán acordes a las condiciones topográficas en las que se encuentra la formación vegetal, evitando pérdidas de agua por escorrentía.
- Los paseos y viales deberán encontrarse, en todo momento, libres de daños por escorrentías o encharcamientos provocados por la mala gestión del agua de riego.
- Se deberán proveer los riegos precisos en aquellas zonas que no dispongan de un sistema de riego automatizado o semi-automatizado (mangueras, cisternas, etc.).
- Respecto al riego del arbolado cuando tenga que ser manual se hará con poca presión y lentamente para evitar daños en los alcorques, especialmente en los ejemplares no consolidados.
- El riego automático se controlará a través de programadores, siguiendo el criterio general de realizar riegos abundantes pero de baja periodicidad.
- Se optimizarán los turnos y dosis de riego en función de la época del año.

- Se evitará el riego por aspersión con velocidades de viento superiores a 4 m/s.

Se recomienda adoptar otras medidas complementarias que contribuyan no sólo a la utilización eficiente del agua sino a minimizar las pérdidas de agua, como:

- Minimizar las pérdidas por evaporación mediante el entrecavado para evitar el ascenso del agua del suelo por capilaridad y la aportación de acolchados para evitar la evaporación.
- Reducir las pérdidas por escorrentías mediante la realización de alcorques y aterrazamientos.
- Mitigar los problemas derivados de la permeabilidad o infiltración del agua en el suelo, mediante la toma en consideración de la textura y estructura del suelo, la aplicación de enmiendas o la realización de redes de drenaje.

2.4. LA PODA

Las operaciones de poda tienen como objetivo la mejora estructural y estética de la planta. En el caso de las especies arbustivas independientemente pueden ser necesarias las podas de rejuvenecimiento que permitan el restablecimiento de una nueva estructura.

En todo momento se deberá respetar al máximo la estructura natural de la planta y adaptar el tipo de poda según sus características particulares.

La poda irá encaminada a cubrir los siguientes objetivos:

- Conseguir un desarrollo adecuado de los elementos vegetales.
- Adaptar cada especie a las necesidades del espacio donde se desarrolla.
- Asegurar la resistencia estructural que garantice la necesaria seguridad.
- Formar correctamente los árboles, reformar aquellos que estén mal formados y/o reequilibrar las copas descompensadas.
- Eliminar las ramas secas.

Es necesario conocer asimismo las respuestas que cada especie ofrece al tipo de poda practicado, en todas sus facetas:

- Tipos de corte de ramas.
- Intensidad de la poda.
- Época y periodicidad de la poda.

2.4.1. Arbolado

El tipo de actuación dependerá de las particularidades de la especie para cerrar las heridas, de la resistencia de la madera a la descomposición y de su velocidad de crecimiento del ramaje.

Será imprescindible eliminar el peligro de caída de ramas o colapso del ejemplar mediante las actuaciones preventivas, basadas en la supresión de elementos muertos, podas y sistemas de sujeción o apoyo (cableados, pies derechos, tutores, anclajes, etc.).

Si bien a rasgos generales las podas tienen como misión prioritaria mantener la salud y buen aspecto del arbolado.

Por lo tanto se actuará de la siguiente manera:

- En primer lugar se podarán las ramas enfermas, dañadas o muertas, con el fin de impedir la infección del árbol por hongos xilófagos, que podrían penetrar por esta vía.
- La eliminación de ramas vivas y sanas sólo se justificará para corregir problemas estructurales de importancia.
- Se prohíben las podas drásticas de cualquier ejemplar.
- Se tendrá en especial consideración las podas de formación en el arbolado joven recién consolidado, de forma que se vayan adecuando gradualmente al espacio y condicionantes del entorno donde se ha ubicado.
- En ningún caso se eliminará la guía central. Así mismo, se evitará la eliminación excesiva de masa foliar que influya en su correcto desarrollo. Se realizarán actuaciones en varios tiempos y de forma escalonada, refaldando como máximo 1/3 de su altura.
- Se efectuará la poda de árboles para evitar interferencias con los cables eléctricos y telefónicos, semáforos y señales verticales viarias, con el tráfico rodado y con las viviendas, así como para impedir la caída espontánea de ramas.
- Los cortes se realizarán de forma correcta, para ello se realizarán cortes oblicuos con la finalidad de favorecer la cicatrización (respetando la arruga de corteza) y usando herramientas bien afiladas.



Ilustración 20: Corte correcto de una rama.

- Nunca se justificará el uso de hachas en las labores de poda.

- Siempre se priorizará la eliminación de ramas de pequeño diámetro sobre las ramas mayores. En el caso de que sea necesario prescindir de ramas grandes se extremarán las precauciones para evitar que el peso de la rama desgaje la corteza. Para ello, deberá realizar los cortes previos adecuados, regla de los 3 cortes, y finalmente, eliminar el muñón con la inclinación del corte adecuado.

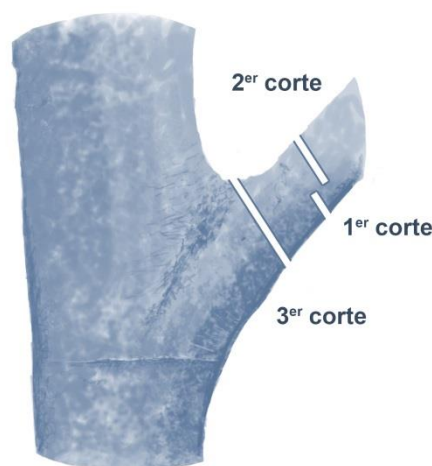


Ilustración 21: Regla de los 3 cortes.

Las zonas en las que se vaya a realizar trabajos de poda deberán estar perfectamente señalizadas, evitando en todo momento cualquier incidencia sobre la seguridad vial.

Poda de formación

La poda de formación tiene por objeto facilitar el crecimiento natural propio de cada especie, ayudando al árbol a corregir posibles defectos estructurales y a adaptarse a los condicionantes urbanos propios de su ubicación.

No se realizará hasta que el árbol esté totalmente arraigado, preservando la parte fotosintéticamente activa y necesaria para su crecimiento.

Como norma general la poda se basará en la estructura natural de cada especie y cultivar.

Poda de mantenimiento

Las podas de limpieza y mantenimiento se realizarán de forma continua. Consistirá en la eliminación de las ramas secas con malformaciones, que puedan presentar riesgo de caída y las necesarias para adaptar al árbol al entorno urbano, manteniendo las características morfológicas propias de cada especie.

Podas de reducción de copa

Consistirá, de forma excepcional, en reducir el volumen de la copa del ejemplar. Esta actuación se realizará fundamentalmente por tres motivos:

- ✓ Con la finalidad de eliminar ramas secas o en árboles que de forma natural están reduciendo su copa al entrar en la fase de senectud o por haber sufrido daños en su parte aérea o en el sistema radicular para adaptarlo a un espacio urbano que impide su normal desarrollo.
- ✓ En ciertas especies que desarrollan un gran volumen de copa con tendencia a rotura de ramas por sobrecarga.
- ✓ Debido a una mala selección de la especie, existe un conflicto de consideración con el tránsito de vehículos, persona u otras infraestructuras.

Como norma general esta operación se realizará una única vez, las sucesivas podas serán de mantenimiento sobre la reducción de copa efectuada.

2.4.2. Palmeras

La poda de palmeras se realizará tomando las máximas precauciones para evitar la proliferación de plagas y enfermedades.

Se desinfectarán las herramientas de corte para evitar la propagación de enfermedades en aquellos casos de fundada sospecha.

La poda de mantenimiento consistirá principalmente en la eliminación de palma seca. En algunos géneros como *Washingtonia*, podrá dejarse la palma seca (faldón) que configura el porte característico de esta especie, siempre que no presente peligro de desprendimiento de palmas y no supongan un problema para el tránsito peatonal, rodado u otros.

Se prohibirá la eliminación excesiva de palmas en cualquier ejemplar.

Una poda particular de este grupo es la eliminación de su fructificación. Se realizará tan solo en aquellas especies que por su tamaño puedan generar problemas a los viandantes o al tráfico rodado. Esta operación consistirá en la retirada de los frutos, antes de la caída natural por madurez. Se actuará preferentemente en las ubicadas en el viario.

Esta operación no estará necesariamente asociada a la operación anterior.

2.4.3. Apeos y destocados

El apeo de arbolado puede estar ocasionado por dos circunstancias diferentes:

- **Árboles secos:** Se deberán eliminar con prontitud, procediendo a su apeo inmediato tras documentar e informar a la Dirección Técnica.
- **Árboles peligrosos:** Se prestará especial atención al estado estructural que presenten los árboles de las zonas verdes, remitiendo a la Dirección Técnica un informe de su situación y procediendo al apeo con carácter urgente una vez se tramite la autorización.

El apeo que se realice deberá quedar reflejado en el inventario de arbolado. En todos los casos se tomarán las medidas oportunas para que su apeo no afecte al resto de los árboles, arbustos o elementos del entorno.

Los árboles que por cualquier razón se caigan, deberán tratarse a todos los efectos como árboles apeados, se documentarán fotográficamente, se indicarán los daños que puedan haber ocasionado a terceros y se actualizarán sus datos en el inventario.

El protocolo a seguir en caso de apeo de árboles secos y/o peligrosos es el siguiente:

- Detección del árbol seco y/o peligroso.
- Comunicación a la Dirección Técnica mediante informe y documentación fotográfica.
- Autorización por parte de la Dirección Técnica Facultativa.
- Señalización y vallado de la zona.
- Tala del árbol seco y/o peligroso, tras la solicitud y posterior obtención de los pertinentes permisos.
- Retirada de los restos vegetales y limpieza de la zona.
- Destoconado.
- Reparación de la zona dañada incluso de las infraestructuras y servicios.

La señalización necesaria deberá disponer de todos los elementos necesarios como vallas de obra, señales de tráfico, etc. en número suficiente para la correcta realización del trabajo.

Las labores de destoconado se llevarán a cabo de la manera más rápida que sea posible tras el apeo del árbol, siendo preceptiva la realización previa de un estudio que incluya los servicios o instalaciones, como alumbrado público, gas, teléfono, red de aguas, saneamiento, riego, etc., que pudieran verse afectados.

El método de destocoado a utilizar preferentemente será el mecánico, bien por la trituración y astillamiento del tocón mediante una destocadora de martillos o similar o con retroexcavadora de pala estrecha. En casos desfavorables, el destocoado se llevará a cabo con medios manuales para su excavación y remoción. En el uso de destocadoras deberá disponerse una protección perimetral para prevenir posibles impactos de piedras o astillas proyectadas.

Una vez realizado el destocoado se rellenará de forma inmediata el alcorque o superficie donde se encontraba el tocón, con el nivel correcto de sustrato, de manera que se eviten problemas de seguridad al transeúnte.

2.4.4. Poda de arbustos

La poda responderá a la época, a la finalidad y al tipo de especie, teniendo en cuenta que no siempre es necesaria la realización de podas. Por tanto, las herramientas utilizadas serán las más adecuadas a la especie y formación vegetal considerada.

La adaptación de la especie a estos trabajos de poda y su respuesta, así como el desarrollo anual de la planta y sus características fenológicas, determinarán el tipo y momento de ejecutarla, siendo la época de floración su característica más conspicua. Debe también considerarse la estética del elemento, evitando los crecimientos que desvirtúen su forma.

Con carácter general se cumplirán las normas siguientes:

- El corte se efectuará limpio y sin desgarros, además de efectuarse en el lugar correcto para favorecer una respuesta del arbusto en cuanto al crecimiento, floración o fructificación.

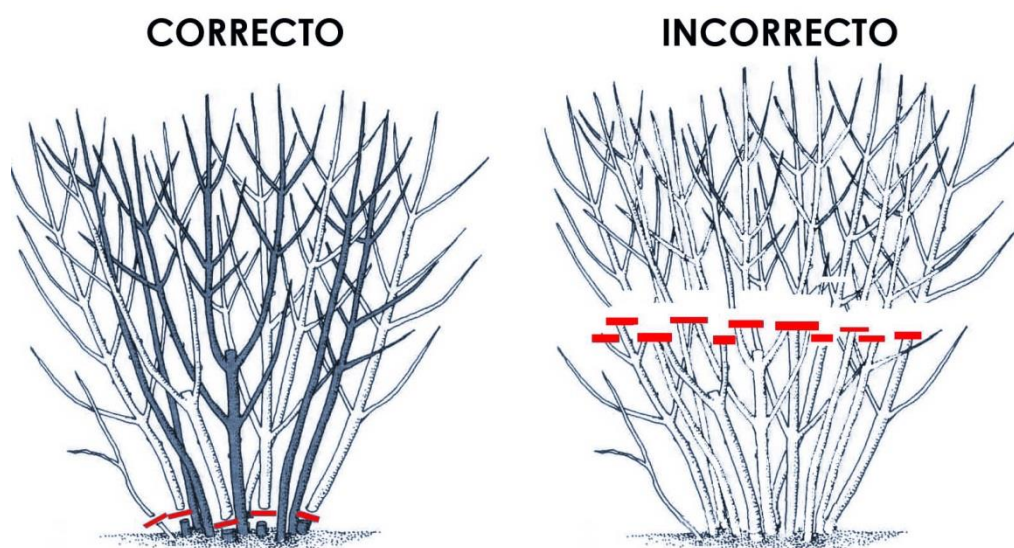


Ilustración 22: Poda de rejuvenecimiento de arbusto.

- Se mantendrá la forma, porte, volumen y uso de los arbustos favoreciendo la floración y la presencia de yemas florales, flores y frutos.
- Las herramientas de corte estarán limpias y serán desinfectadas.
- Los restos de poda serán adecuadamente recogidos dejando limpia la zona, inmediatamente después a la ejecución de los trabajos.
- Se eliminarán los tallos secos, mal dirigidos o conformados, los que sean portadores de plagas y/o enfermedades graves, los que presenten precario estado y los que nazcan por debajo del punto de injerto.
- La poda se deberá conseguir el máximo nivel estético posible, particularmente en el caso de arbustos de crecimiento libre.
- Se formarán los arbustos en sus primeros estados desde el momento de su plantación.
- Dentro de los arbustos caducos interesantes por su flor se tendrá en cuenta el comportamiento de las yemas a flor y la época de su apertura para evitar suprimir las ramas floríferas.

Recorte de Setos

- ✓ El recorte se ejecutará evitando los periodos de heladas y calor intenso.
- ✓ En las podas de formaciones vegetales, masas, setos y topiarias, se mantendrá el trazado de los setos o de cualquier otra estructura. Cualquier modificación que se plantee deberá ser previamente aprobada. La poda de estos elementos seguirá las normas generales de la poda de los arbustos.
- ✓ Las herramientas utilizadas serán las más adecuadas a la especie y formación vegetal. Estarán limpias y serán desinfectadas.
- ✓ La frecuencia del recorte será la necesaria para favorecer la brotación y conseguir la geometría y tamaño del seto o forma esperada para cada especie.

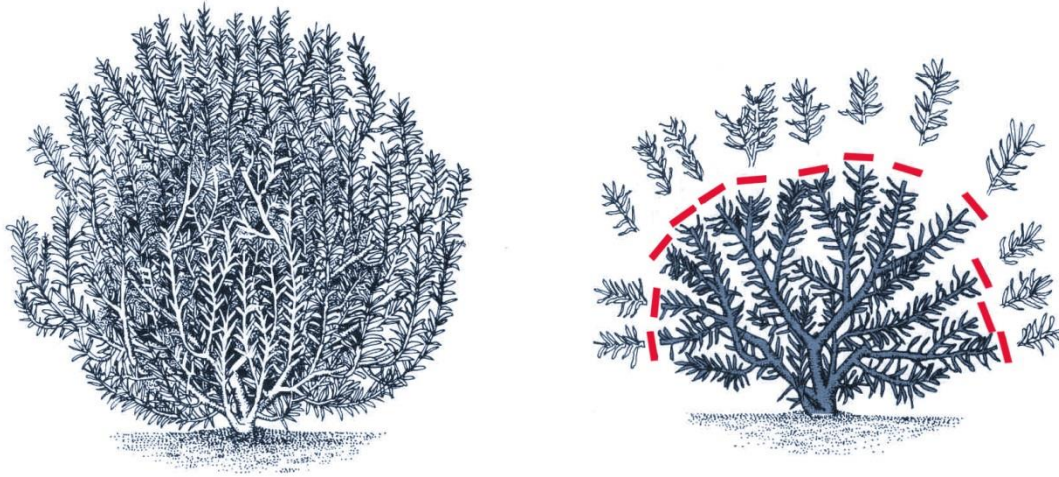


Ilustración 23: Recorte de seto.

2.5. CÉSPEDES

La variedad de mezclas cespitosas presentes en los espacios verdes hacen necesario un mantenimiento diferenciado, ya que las labores asociadas presentarán variaciones en función del tipo de césped.

Por lo tanto, en relación con la tipología de pradera se propondrá frecuencias y alturas máximas según la composición específica y categoría de los céspedes y sistema de cultivo.

En cuanto a los abonados y enmiendas, como mínimo se deberán realizar los siguientes trabajos con frecuencia anual:

- Aporte de materia orgánica para mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo.
- Abonado químico específico para la restitución del material extraído.
- Enmiendas inorgánicas para mejorar la aireación, evitar la compactación y mejorar las condiciones físicas del suelo.

2.5.1. Aireados y escarificados

Las praderas en general, y en particular los céspedes que tengan un uso intenso, recuperarán su permeabilidad y aireación por medio de un programa regular de aireados. De esta manera se mejorará la penetración del aire, agua y nutrientes, estimulando el nuevo proceso de rizogénesis y emisión de brotes. Como mínimo se realizarán sobre un 50% del tapiz cada año en céspedes con una edad superior a los 3 años.

Para ello deben ser utilizados los medios mecánicos específicos destinados para tales propósitos, como máquinas de perforación con cilindros, extractores de sustratos y/o rulo de púas y/o cuchillas.

Los aireados se realizarán de la siguiente forma:

- Se realizará al inicio del periodo principal de crecimiento, cuando las condiciones atmosféricas sean favorables, nunca sujeto a condiciones climáticas estresantes.
- La ejecución se realizará con la pradera segada, así como con el suelo en tempero.
- El aireado se realizará de manera homogénea por toda la superficie, con la maquinaria adecuadas y en una profundidad de entre 10 y 20 cm.

- Se evitará causar daños en el sistema de riego o de drenaje, así como en los sistemas radiculares de árboles y arbustos.
- Se retirarán los restos producidos por estas labores de forma inmediata.
- Tras el aireado, se realizará un aporte superficial o recebo con arenas o aportes orgánicos compostados, resiembra y riego posterior.

2.5.2. Siega

Tal y como se ha comentado al comienzo de este apartado, la frecuencia de siega estará condicionada a las condiciones de cultivo (temperatura y humedad), fertilización y tipo de césped (especie y cultivar). Aun así, se deben determinar unos criterios mínimos para la ejecución de la siega, que junto con el riego y la fertilización, condicionarán en gran medida su valor ornamental y el nivel de calidad.

La siega se realizará sobre superficie uniforme y seca, donde hayan sido eliminados los residuos sólidos superiores a 25 mm, con el fin de evitar daños en la maquinaria. La maquinaria a emplear y la frecuencia de siega serán adecuadas al tipo de césped y espacio de trabajo.

La altura del césped vendrá condicionada por la categoría del mismo. Como regla general, la altura máxima admisible no sobrepasará los 10 cm sobre el nivel de corte o altura deseada, conformándose un contorno regular con los bordes recortados. No obstante, se efectuará un corte menor en aquellas superficies cespitosas que así lo requieran. Como regla general se cortará como máximo 1/3 de la altura total del césped. El corte será limpio, sin desgarros y cuidando de no dañar con la maquinaria los árboles y arbustos. Con el fin de evitar los graves daños causados por la maquinaria de siega en árboles sobre césped, se creará un círculo perimetral libre (con arena de río preferentemente) de al menos 0,5 veces el radio del tronco del árbol.



Ilustración 24: Círculo perimetral libre en pie de árbol sobre pradera.

Es imprescindible un perfecto estado de mantenimiento de la maquinaria, sobre todo en cuanto al afilado de cuchillas se refiere. La reposición de carburante de la maquinaria se llevará a cabo fuera del césped para evitar cualquier vertido sobre él.

Cuando el césped linde con otros elementos vegetales, pavimentos, desagües, mobiliario, etc., se recortarán con los medios adecuados a la misma altura de siega.

Tras la siega y recorte se retirarán los restos, no quedando depositados, ni de forma eventual sobre la pradería y siendo eliminados en el transcurso de la misma jornada, salvo que se establezca el sistema *mulching* de mantenimiento.

Se evitarán los riegos en un periodo prudencial y anterior a las siegas, procediendo a los mismos con posterioridad a aquéllas.

Se utilizarán desbrozadoras de hilo para las zonas donde el acceso de las segadoras no sea posible, así como en el entorno de elementos donde la maquinaria no pueda acercarse.

El perfilado de las praderas se realizará con los medios mecánicos y/o manuales que sean necesarios, en todo el perímetro de su superficie, cortando y perfilando los bordes, procurando retirar inmediatamente los restos. Los macizos de arbustos o flor integrados en el césped también serán perfilados. Esta labor se realizará como mínimo en cada siega.

En las praderas silvestres o de carácter medioambiental se ejecuta la siega tras la fructificación y dispersión de las semillas, al inicio del agostamiento. La frecuencia de siega dependerá del tiempo que esté establecida la pradera.

2.5.3. Resiembra

La siembra de calvas y zonas deterioradas se realizará anualmente en aquellas praderas que no exijan una renovación completa. Esta labor comprenderá el levantamiento parcial o total de la zona dañada, la recuperación de la cota con aporte de sustrato, la preparación del terreno y la siembra.

La densidad de siembra estará en función de la especie o mezcla propuesta. La dosis de siembra será adecuada al tipo de las praderas y el césped a renovar o resemar. La renovación o resiembra de las praderas y el césped se ejecutará en la época idónea (principio de primavera y/o principio de otoño).

Se han de seleccionar especies adaptadas a las condiciones climáticas de la zona, de mayor rusticidad y con menores demandas de riego, siegas y aplicación de fertilizantes.

La preparación del terreno o el laboreo se realizará con las herramientas o maquinaria adecuadas y a la profundidad idónea. Para una correcta recuperación, se deberá aportar mantillo vegetal libre de hierbas.

En los céspedes implantados de menos de un año, la escarda se hará manualmente. Se aportará algún tipo de abono o cubre-siembras y en las dosis adecuadas a las especies introducidas.

La superficie sembrada se rulará para la nivelación de la misma. Se realizará un riego inmediatamente a la siembra. Acabadas estas labores se procederá a acotar y señalar las zonas sembradas con los medios necesarios para su protección.

2.6. CONTROL FITOSANITARIO

El uso de productos fitosanitarios puede ejercer efectos nocivos sobre el medio ambiente. Por este motivo se debe modificar gradualmente este tipo de prácticas e implantar un sistema de manejo integrado de plagas y enfermedades (IPM).

Este sistema estará basado en los siguientes puntos:

- ✓ Se ha de contar con todos los posibles sistemas de lucha.
- ✓ No se descarta el uso de plaguicidas. Sin embargo, únicamente se recurrirá a ellos cuando sea estrictamente necesario y utilizando los productos que menos perturben los ecosistemas y a la fauna.
- ✓ Se da prioridad a los agentes de control comprendidos dentro del epígrafe "Lucha biológica".
- ✓ No se pretende eliminar la plaga, sino únicamente controlarla con el fin de no mermar el valor ornamental de la vegetación.

Con el objetivo de reducir el uso de plaguicidas en los espacios verdes se fomentan otras medidas compatibles con un mantenimiento sostenible, como son:

- ✓ Desarrollar métodos preventivos que minimicen la presencia y propagación de plagas y enfermedades en las especies vegetales. Selección de especies resistentes, adecuada limpieza de herramientas, calidad del material vegetal de plantación, drenaje adecuado de sustratos de siembra y de plantación, etc.
- ✓ Potenciar la lucha ecológica/biológica mediante insectos, pájaros insectívoros, bandas cromáticas, lámparas de vapor de mercurio, trampas con feromonas, etc.
- ✓ Empleo de fitosanitarios con materias activas ecológicas, y el empleo preferente de materiales y otros insumos destinados a la agricultura ecológica.
- ✓ Uso de fitosanitarios de bajo impacto ambiental, con baja toxicidad para la fauna, específicos para el problema a resolver, a bajas dosis, en formulaciones granuladas o encapsuladas para reducir el riesgo de contaminación por vertidos accidentales o micro-encapsuladas y de liberación lenta para reducir el movimiento y lixiviación de los mismos en el suelo.

Se deberá elaborar un programa que recoja los métodos preventivos, los medios de detección, valoración y seguimiento del estado sanitario de la vegetación, así como los productos ecológicos o no ecológicos propuestos, señalando sus materias activas, dosificación y forma de aplicación.

Serán criterios mínimos exigibles en el mantenimiento de las zonas verdes los siguientes puntos:

- ✓ Se dispondrá de personal cualificado correspondiente a su nivel de responsabilidad. El personal que realice los tratamientos será responsable de que en su manipulación y aplicación se cumplan las condiciones de utilización recomendadas por los fabricantes de los diversos productos.
- ✓ El personal aplicador estará debidamente equipado, cumpliendo las disposiciones vigentes en materia de Seguridad y Salud Laboral.
- ✓ Los productos empleados estarán inscritos en el Registro de Plaguicidas, según el uso para el que esté destinado, no permitiéndose mezclas.
- ✓ Se cumplirán los plazos de seguridad o periodos de tiempo recomendados.
- ✓ Los tratamientos se llevarán a cabo en las condiciones climáticas que optimicen su eficacia.
- ✓ Los tratamientos se realizarán en los momentos óptimos del huésped y el agente patógeno a tratar acorde al estadio o fase del ciclo más sensible, a fin de optimizar los resultados.
- ✓ Se aplicará el tratamiento en un horario que minimice los posibles perjuicios a terceros, especialmente en horario nocturno de 23:00 h a 6:00 h.
- ✓ El caldo preparado será el adecuado a la superficie a tratar y al tipo de equipo a emplear (atomizadores, equipos de alta y baja presión, mochilas, etc.), adaptando las dosis a los diferentes consumos de agua. Los equipos de aplicación serán debidamente calibrados y mantenidos en perfectas condiciones para evitar derrames o consumos innecesarios.
- ✓ La aplicación del producto se realizará de forma uniforme en toda la superficie utilizando el tamaño de boquilla más recomendable en función de la dosis por hectárea y la velocidad de trabajo, así como una adecuada presión de trabajo en la misma, de forma que se pueda reducir al mínimo la deriva. Así pues, los tratamientos se realizarán con los equipos y metodología más adecuada, atendiendo al tipo de superficie,

condiciones meteorológicas y presencia de usuarios en parques y viales. Será prioritario el uso de equipos de aplicación con baja deriva.

- ✓ No se recomiendan tratamientos preventivos.
- ✓ No se tratará directamente sobre fuentes, rías, lagos, canales o cualquier curso de agua, procurando dejar bandas sin tratar en el entorno de los mismos y no permitiendo que la deriva del pulverizado alcance estas zonas.
- ✓ Se delimitará y/o señalizará con los elementos de protección y balizamiento que sean necesarios el ámbito de los trabajos cuando éstos comporten riesgos para las personas.
- ✓ Cuando los tratamientos fitosanitarios sean el complemento a una actuación previa de poda para eliminación de material vegetal afectado, los restos serán inmediatamente retirados y gestionados.
- ✓ Los envases vacíos se depositarán en el lugar que la Administración contratante haya habilitado para tal fin o serán gestionados directamente por la empresa adjudicataria a través de un gestor autorizado.

2.6.1. **La gestión integrada de plagas**

La tendencia actual es la sustitución de los productos fitosanitarios por determinadas prácticas agronómicas o el empleo de fauna auxiliar. Es lo que se conoce como "Gestión integrada de plagas", estos son sus principios generales:

- a) La prevención o la disminución de poblaciones de organismos nocivos hasta niveles no perjudiciales debe lograrse o propiciarse, entre otras posibilidades, mediante:
- ✓ La toma de decisiones adecuadas, en lo referido, por ejemplo, a la fecha, densidad y profundidad de siembra o plantación y al mantenimiento del suelo.
 - ✓ La utilización de material vegetal certificado, libre de agentes nocivos.
 - ✓ La utilización, cuando proceda, de especies y cultivares resistentes o tolerantes a los biotipos de los agentes nocivos.
 - ✓ La utilización de prácticas de fertilización, enmienda de suelos y riego y drenaje equilibradas.

- ✓ La prevención de la propagación de organismos nocivos mediante medidas profilácticas (por ejemplo, limpiando periódicamente la maquinaria y los equipos, desinfectando herramientas, o cuidando el tránsito de aperos, maquinaria y vehículos entre zonas afectadas y no afectadas).
 - ✓ La protección y mejora de los organismos beneficiosos importantes, por ejemplo, con medidas fitosanitarias adecuadas o utilizando infraestructuras ecológicas.
 - ✓ Las sueltas o liberaciones de dichos organismos beneficiosos en caso necesario.
- b) Los organismos nocivos deben ser objeto de análisis preventivo y seguimiento mediante métodos e instrumentos adecuados, cuando se disponga de ellos.
- c) Se debe procurar conocer el historial en lo referente a las especies implantadas, las plagas y enfermedades habituales y el nivel de control obtenido con los métodos empleados. En base a los resultados se deberán tomar decisiones sobre las estrategias de gestión integrada a seguir, incluyendo la aplicación de medidas fitosanitarias y el momento de aplicación de éstas. Cuando sea posible, antes de efectuar las medidas de control, deberán tenerse en cuenta los niveles umbral de los organismos nocivos establecidos.
- d) Los métodos biológicos, físicos y otros no químicos deberán preferirse a los métodos químicos. En todo caso, se emplearán de forma integrada con los productos fitosanitarios cuando no permitan un control satisfactorio de las plagas.
- e) Los productos fitosanitarios aplicados deberán ser tan específicos para el objetivo como sea posible, y deberán tener los menores efectos secundarios para el medio ambiente.
- f) Los usuarios profesionales deberán limitar la utilización de productos fitosanitarios y otras formas de intervención a los niveles que sean necesarios.
- g) Cuando el riesgo de resistencia a una materia activa fitosanitaria sea conocido y cuando el nivel de organismos nocivos requiera repetir la aplicación de productos fitosanitarios en los cultivos, deberán aplicarse las estrategias disponibles contra la resistencia, con el fin de mantener la eficacia de los productos. Esto deberá incluir la utilización de materias activas o mezclas con distintos mecanismos de resistencia y modos de acción de forma alterna.

- h) Se deberá comprobar la eficacia de las medias fitosanitarias aplicadas en base a los datos registrados sobre la utilización de productos fitosanitarios y sobre el seguimiento de los organismos nocivos.

2.7. PRODUCCIÓN VEGETAL (VIVERISMO)

Para que un vivero produzca plantas de cierta calidad, con costes que permitan su rentabilidad, la instalación requiere una óptima ubicación y un diseño muy estudiado, ya que ello condicionará su calidad y capacidad productiva.

Las ventajas de este tipo de instalaciones son numerosas pues nos permiten disponer de especies y formatos no existentes en mercado, producción en relación con la demanda futura y un control de calidad acorde con las exigencias de la demanda.

En la proyección de un vivero permanente de planta leñosa en el exterior deberán tenerse en cuenta diversos factores. En primer lugar se deberá establecer un buen estudio de mercado con objeto de conocer el número más ajustado posible de plantas a producir-vender; las zonas o comarcas de recepción de las mismas; las especies y, en su caso, portainjertos y variedades por producir, y los competidores que haya establecidos, conociendo su especialidad.

Considerando una región muy amplia, puede ser interesante elegir varios puntos que se estimen los más adecuados, visitarlos y considerar las prioridades más idóneas.

Los principales factores que se deben tener en cuenta para elegir una buena ubicación son:

Gestión del clima. El clima determina la capacidad de producción de las plantas. Es preciso contemplar, según la especie y el cultivar que se pretende cultivar, las limitaciones del cultivo, temperaturas máximas y mínimas, intensidad de la luz, cantidad y distribución de las lluvias, frecuencia del granizo o intensidad de vientos y otros fenómenos meteorológicos.

Pluviosidad. Se debe contar con la pluviometría a la hora de hacer el cálculo de agua y planificar el calendario de riegos.

Fisiografía del terreno. Son preferibles las tierras de las llanuras y hondonadas de los valles, por su naturaleza fisio-química y el mayor frescor de la tierra, aunque están más expuestas a nieblas, heladas y vientos.

Son aceptables los viveros en pendiente, siempre que ésta no sea muy acusada, pero suponen un inconveniente a la hora de mecanizar el cultivo. Así pues se optará por terrenos llanos o de leve pendiente, para evitar los movimientos de tierra.

En viveros forestales, la orientación de la pendiente preferente en climas cálidos es la umbría. En viveros de frutales la más adecuada es la solana o

mediodía, pues sus suelos reciben una mayor radiación y temperatura media.

Accesos al vivero. La zona escogida exige una buena comunicación hasta el punto de almacenamiento de la planta. La movilidad entre las distintas parcelas tiene que ser en terreno firme y bien conservado.

En los días laborables las lluvias, los encharcamientos prolongados pueden dificultar los accesos y hacer lento el tránsito por la parcela. También un mal firme puede perjudicar a la maquinaria. Ello nos lleva a tener un cuidado riguroso en el buen estado de cunetas y desyerbaje. El ancho del camino no puede verse afectado por hierbas y matorrales que dificulten el paso de la maquinaria.

Presencia de plagas, enfermedades y malas hierbas. En algunos viveros la cercanía a zonas con riesgo de plagas, aún ajenas al vivero, no hace aconsejable su implantación; incluso puedes ser la propia normativa la que imponga acotaciones en ese sentido.

Con la finalidad de evitar el cansancio de suelo, las parcelas tendrían que estar libres de plantas durante varios años. Así se evitarían toxicidades de restos de raíces, de hongos o bacterias huéspedes de la misma. Las rotaciones de cultivo, la desinfección de suelos con biocidas, los tratamientos físicos (calor y solarización) y los tratamientos biológicos sirven para contrarrestar este problema, siendo conveniente la realización de un análisis microbiológico del suelo para la detección de los patógenos, ya que las desinfecciones resultan caras. Estos tratamientos son muy eficaces en áreas de multiplicación (semilleros, estaquillados).

El agua de los cursos superficiales suele aportar semillas de malas hierbas. En cambio, el agua de manantiales y pozos no las aporta. La instalación de equipos de bombeo, filtrado y tuberías impide que el agua transporte las malas hierbas al vivero.

La mano de obra y el desplazamiento del personal. Es conveniente que el vivero se emplace en las proximidades de un núcleo de población que aporte suficiente mano de obra para satisfacer la demanda que en determinadas épocas requiere el cultivo, especialmente la de extracción y almacenaje.

Para el desplazamiento del personal dentro del vivero, las distancias son un capítulo significativo, pudiendo encarecer de manera ostensible el transporte, rebajar el horario laboral o producir malestar a los trabajadores.

El coste de la tierra. Aun siendo importante, no es un factor limitante para la puesta a punto de un vivero. La propiedad de unos terrenos, por ejemplo, a veces predomina sobre el arrendamiento de otros mejores.

Otros factores. Dependiendo del grado de sofisticación del vivero, es cada vez más imprescindible acceder a energía eléctrica, tener teléfono, estar próximo a un centro de reparaciones mecánicas y electrónicas cualificado, disponer de accesos amplios, etc.

2.7.1. El tamaño del vivero

Para definir el tamaño del vivero que queremos instalar debemos definir qué tipología de plantas vamos a producir y qué cantidad de plantas. Para ello debemos considerar los siguientes aspectos:

- Cuando el destino de la producción es satisfacer nuestra propia demanda podemos definir con claridad qué tipologías de plantas requeriremos mayoritariamente y cantidades que se demandan cada año. Si, por el contrario, el destino de la producción de la planta es la venta se debe realizar un análisis del mercado sobre las empresas de jardinería y los potenciales usuarios. Datos de interés son también la superficie de zonas verdes existentes (tanto públicas como privadas) así como las de nueva creación cada año. Un estudio ayudará a definir más acertadamente sobre la tipología y número de plantas a producir.
- Otro dato que condiciona la implantación de un vivero de producción de plantas ornamentales es conocer la disponibilidad de terreno que requeriremos. Para calcular la superficie necesaria para producir una determinada cantidad de plantas se parte de la base de que en 1,5 m² se cultivan entre 100 y 120 plantas (en alveolo forestal). Así mismo, se deberán considerar los espacios que ocupan un galpón, los caminos de ingreso y circulación por el vivero, el sector donde se almacenen las plantas que están listas para ir a plantación. Como datos orientativos se puede decir que un vivero que produce 500.000 plantas, necesita una superficie aproximada de entre 2 y 2,5 Ha. Y, por cada 1.000 plántulas de producción se necesitan unos 10 m² de canchales y unos 6 m² más para caminos y sendas; totalizando se requeriría entre 16,5 y 20 m² por cada 1.000 plantas.

2.7.2. Diseño del vivero

Para un correcto funcionamiento de un vivero de planta ornamental debe existir una adecuada organización y trazado de sus instalaciones que irán acordes con la especialización de la producción.

Por lo tanto, las necesidades y exigencias no serán las mismas para aquellos viveros dedicados a la producción de plantel (planta de pequeño tamaño), arbolado en cepellón, arbolado en contenedor, arbustos en contenedor o planta anual, por poner los ejemplos más característicos. Cada uno de ellos exigirá unas necesidades particulares y un plan de producción específico.

Cajoneras. Se trata de estructuras específicas para germinar las semillas o enraizar los esquejes, con la finalidad de trasladar (repicado) las plantas a sus contenedores de cultivo.

Canteros. Los canteros son zonas donde se depositan las plantas en contenedor y, por lo tanto, son una de las instalaciones que mayor superficie ocupa en el vivero. Las plantas se deben separar para un crecimiento óptimo. Por regla general, tienen de 1 a 1,2 m de ancho, y su largo es variable. Se recomienda una orientación en sentido este-oeste, para que tengan sombra uniforme todo el día.

Calles y sendas. Los canteros se separan por sendas de unos 30 cm de ancho, lo suficiente como para poder pasar cómodamente con una carretilla. Cada tantos canteros, es bueno dejar una calle más ancha como para poder pasar con un tractor o una camioneta, para el transporte de materiales del vivero o el despacho de las plantas.

Umbráculos e invernaderos. Estructuras que pueden ser necesarias para una mayor tecnificación de los cultivos. Aseguran una mayor eficacia pero tienen como inconveniente su elevado coste.

Área de plantación. Comprende el sector donde se plantan directamente en tierra los plántulos para su cultivo.

Área de preparación del sustrato. Se requerirá de un lugar para la preparación del sustrato sobre el cual se cultivarán las plantas en el vivero.

Maquinarias y herramientas. Depósito de herramientas e insumos. Tractor de 40 Hp (según escala) con sus aperos correspondientes, motocultivo...

Pequeña maquinaria: mochilas pulverizadoras, desbrozadoras, moto-azadas,...

Pequeña herramientas: palas, rastrillos, horquillas, azadas, azadines, carretillas, tijeras de podar,...

Insumos. Lugar para guardar todo el material.

- ✓ Vegetal: Semillas, esquejes, plántulos, godet, planta madre...
- ✓ Material de cultivo: Sustratos, macetas de diferentes diámetros, tutores,...
- ✓ Productos fitosanitarios: Insecticidas, fungicidas, herbicidas, abonos...

Zona de carga y descarga. Es necesario disponer de un área de carga donde al menos un camión pueda maniobrar sin dificultad.

2.7.3. La tierra vegetal del vivero

En el caso de que el tipo de cultivo requiera emplear el suelo local se deberán tener muy en cuenta las propiedades agronómicas del terreno. Por lo tanto, la calidad del suelo de cultivo será un importante condicionante en la localización del vivero. Las tierras tendrán que ser fértiles, ligeras, permeables, ricas en materia orgánica, de naturaleza fresca y fácilmente regables.

A continuación se enumeran criterios que hay que considerar:

Características físicas del suelo. El primer paso es un reconocimiento completo mediante catas y análisis agronómicos de los primeros 50 cm de profundidad, con el objetivo para comprobar el estado edáfico del suelo. Se tendrán en consideración los siguientes factores:

Profundidad: Dependerá de las distintas tipologías de plantas a producir. Para la planta joven a raíz desnuda, la profundidad del perfil será preferentemente superior a 40 cm. Valores inferiores a 25 cm descartan totalmente la posibilidad de cultivar plantas leñosas, debido a la escasa capacidad de retención de agua, la imposibilidad de desarrollo de las raíces y las dificultades de mecanización de las labores.

Textura: Las más adecuadas para instalar un vivero a raíz desnuda son las franco-arenosas y arenosas. Los suelos arcillosos crean impermeabilidad, acumulación de sales y encharcamiento tras las precipitaciones, dificultando el cultivo mecánico del suelo y requiriendo un riego localizado. Deben rechazarse las tierras excesivamente arenosas, limosas y arcillosas, sin llegar a límites extremos, dado que en muchos casos es beneficioso un cambio de textura que artificialmente mezcle, en la proporción necesaria, los materiales que falten. Estas mejoras deben estudiarse minuciosamente en su aspecto económico.

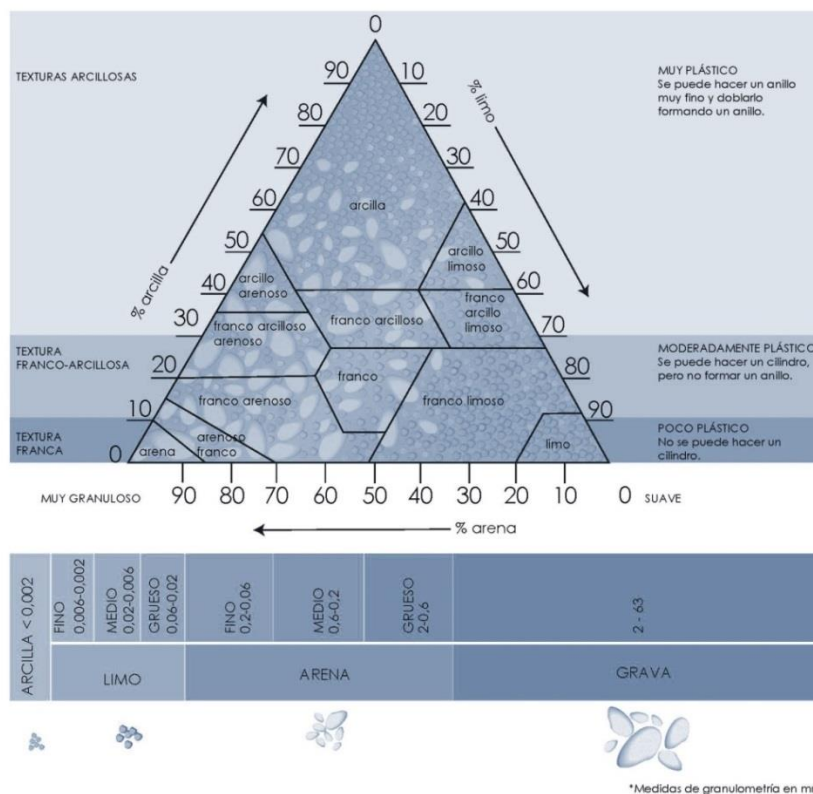


Ilustración 25: Triángulo de texturas.

Pedregosidad. La proporción de partículas superiores de 2 cm de diámetro deberá minimizarse por medio de despedregados, pues su presencia dificulta operaciones fundamentales, como los repicados, escardas mecánicas y la buena formación de raíces, reduciendo la capacidad de retención de agua.

Características químicas del suelo. También se debe proceder de forma sistemática a un análisis de naturaleza química de los principales parámetros que influirán directamente sobre el vivero:

Materia orgánica. Los valores más adecuados son los comprendidos entre 2,5% y 5%. Un exceso de materia orgánica en el suelo, al aumentar la capacidad de retención de agua y la fertilidad, puede generar sistemas radicales de escaso desarrollo. Estas mejoras también deben estudiarse minuciosamente en el aspecto económico.

Reacción (pH). En general, es aconsejable que el pH del suelo sea ligeramente ácido. Por ejemplo, para las coníferas, el valor debe estar entre 5-6; y para frondosas, entre 6-7 suele ser lo recomendable, variando según especies.

Los valores excesivamente ácidos se pueden enmendar con encalados, y para aumentar la acidez, en el caso de pH básico, con la aplicación de

sulfato amónico o azufre. Es imprescindible llevar a cabo un estudio económico para sopesar el tratamiento más adecuado.

Salinidad. Los problemas por exceso de sales se corrigen con lavados. En los suelos sódicos se adicionarán mejorantes que aporten calcio, o sean ácidos (azufre); y en los suelos salino-sódicos se realizarán dos operaciones: primero, la adición de un mejorante que aporte calcio para desplazar al sodio, y después un lavado para arrastrar al sodio a capas más profundas.

Fertilidad en macronutrientes y microelementos. Conviene conocer, mediante analítica química, el contenido del suelo en los principales macronutrientes. Pero estos valores no son limitantes a la hora de instalar el vivero, pues sus deficiencias se subsanan fácilmente con enmiendas de fertilidad.

Características morfológicas del suelo. Lo más relevante del terreno de un vivero en campo es que sea totalmente mecanizable en cualquier época del año.

2.7.4. Cultivo tradicional en tierra libre

Esta denominación describe a todos aquellos cultivos de plantas leñosas cuyo ciclo vegetativo, en su mayor parte, se desarrolla en el terreno de cultivo al aire libre, por lo que su producción está condicionada por parámetros climáticos, edáficos e hídricos. Las plantas permanecen en el vivero, pudiendo albergarse directamente en suelo hasta su arranque definitivo, trasplantarse desde el suelo a otra parcela del vivero, o bien disponerse fuera del suelo (en contenedores), con o sin trasplante posterior a un nuevo contenedor.

Se tenderá a una forma cuadrada o rectangular, para ahorrar costes. Es muy frecuente que sean rectangulares, disponiéndose los caminos, acequias o eras en subdivisiones de la manera más llana y larga posible, con objeto de reducir al mínimo los tiempos muertos de los tractores, motocultores o maquinaria en general. La orientación preferente de las hileras será norte-sur.

SISTEMAS DE CULTIVO

Los procesos son muy variados, por las distintas posibilidades que ofrecen los viveros en cuanto al tipo de planta y sistema de cultivo, pudiendo cambiar este último en la operación de trasplante.

Los sistemas de cultivo esenciales son a raíz desnuda o en cepellón en sus distintas variantes (tierra, contenedor y escayolado).

De su elección dependerán, en buena parte, las operaciones de cultivo a efectuar y una serie de manipulaciones en las que muchas veces se

compromete gravemente el éxito de la operación, como son el transporte, almacenamiento y preparación de la planta.

A raíz desnuda

Este sistema se aplica habitualmente en árboles que no sobrepasan los 3 o 4 años de edad. Al sacarse del terreno la raíz queda completamente descubierta. Este procedimiento solo es factible cuando la planta se halla en periodo de reposo; si son especies caducifolias.

A pesar de estas restricciones, el sistema de producción de planta a raíz desnuda es ampliamente utilizado en jardinería, debido básicamente al bajo coste de esta planta y a su fácil transporte. El enraizamiento posterior es menos seguros que en cepellón.

Planta en cepellón (incluido en contenedor)

Existen diferentes modalidades. En algunos casos, la planta se cultiva en tierra libre y se extrae con un cierto volumen de tierra adherida a su sistema radicular, el cual queda entonces recortado en longitud pero protegido por esa masa, lo que constituye el *cepellón* o *pan de tierra*. Para su manejo, inmediatamente se envuelve con paja, arpillera y malla metálica.

En otras ocasiones, la planta se cría en un recipiente o envase que hace de protección. Si el cepellón se mantiene con humedad suficiente, el agua transpira por la planta, se restituye a través de la absorción que realizan las raíces no cortadas, y en consecuencia no hay deshidratación, con lo que la supervivencia de la planta es mayor.

Por lo tanto, ofrece elevadas garantías de éxito y permite realizar la plantación en casi cualquier época. Como contrapartida, las plantas son más caras, y su manipulación más laboriosa, ya que necesariamente tiene que individualizarse.

3. NUEVAS SOLUCIONES URBANAS

3.1. CUBIERTAS VERDES

En las últimas décadas ha surgido una clara tendencia en la búsqueda de nuevos espacios, para ello se busca transformar antiguos espacios baldíos en nuevas áreas verdes, lo que sin lugar a dudas redundará en la mejora de las ciudades. Hoy en día es común localizar en numerosas urbes del planeta tejados de edificios, aparcamientos, medianas e incluso fachadas reconvertidas en áreas de plantación.

Este hecho nos lleva a un reto técnico donde debemos dar novedosas soluciones a la limitación de sustratos, ausencia de anclajes, reducción de drenajes, etc.

3.1.1. Funciones y beneficios

Las cubiertas verdes son una de las tecnologías sostenibles más fácilmente asequibles para el sector de la construcción y pueden ser incorporadas como parte de los nuevos edificios o instaladas en edificios existentes para aportar los beneficios siguientes a los inquilinos de dichos edificios y también al medio ambiente urbano.

Las cubiertas verdes deberán cumplir una serie de funciones relacionadas entre sí en diferentes ámbitos:

Beneficios en los edificios

- Regulación térmica de los edificios, con el consiguiente ahorro energético.
- Variación del efecto que el viento produce con la edificación.
- Aislamiento acústico de los edificios.
- Habitabilidad de los espacios abiertos, proporcionando valiosas experiencias desde el punto de vista estético y de recreo.
- Producción de alimentos en una agricultura para el autoconsumo.
- Mejora visual del edificio, especialmente en medianeras y fachadas posteriores.
- Imagen de ganancia para el propietario y el usuario del edificio.

Beneficios a escala urbana

- Reducción de los niveles de polución, reteniendo el polvo y las partículas en suspensión de metales contaminantes.
- Retención del agua de lluvia, disminución de las escorrentías.
- Reducción de la presión sobre el sistema de aguas residuales urbanas.
- Reducción del efecto de isla de calor en grandes ciudades.
- Renovación de masas de aire a través de los pasillos verdes urbanos.
- Reducción del ruido.
- Creación de nuevos espacios verdes.
- Aumento de la biomasa y apoyo de la biodiversidad en la ciudad.
- Mejora de la apariencia de las construcciones en el paisaje urbano y también rural.
- Beneficio para la salud mental de la población, por el efecto psicológico de sustitución de la naturaleza.

Beneficios a escala ecológica

- Cumplir con los requisitos de la planificación verde y la gestión del paisaje.
- Disminución de la escorrentía de aguas pluviales, creación de embalses de retención e incorporación del agua de lluvia al ciclo natural de la evaporación y transpiración.
- Potenciar la biodiversidad, apoyando la flora y la fauna activamente en la zona, por ejemplo, suministrando comida, hábitat, refugio, lugares de descanso para arañas, escarabajos, mariposas, aves y otros invertebrados.

3.1.2. Elementos integrantes de las cubiertas verdes

La caracterización de cada una de las capas que forman una cubierta verde no varía sustancialmente con respecto de los sistemas de cubiertas no vegetales, a excepción de la membrana impermeabilizante que deberá ser resistente a la penetración de raíces y a la inclusión de las capas de sustrato y de vegetación.

Los elementos que pueden integrar una cubierta verde en sus diferentes tipologías y variantes son los siguientes:

- Soporte resistente
- Formación de pendientes
- Barrera de vapor
- Aislamiento
- Membrana impermeabilizante
- Capa de protección
- Capa de retención de agua
- Drenaje
- Filtrante
- Sustrato
- Vegetación

Algunos de estos elementos pueden coincidir en un mismo producto.

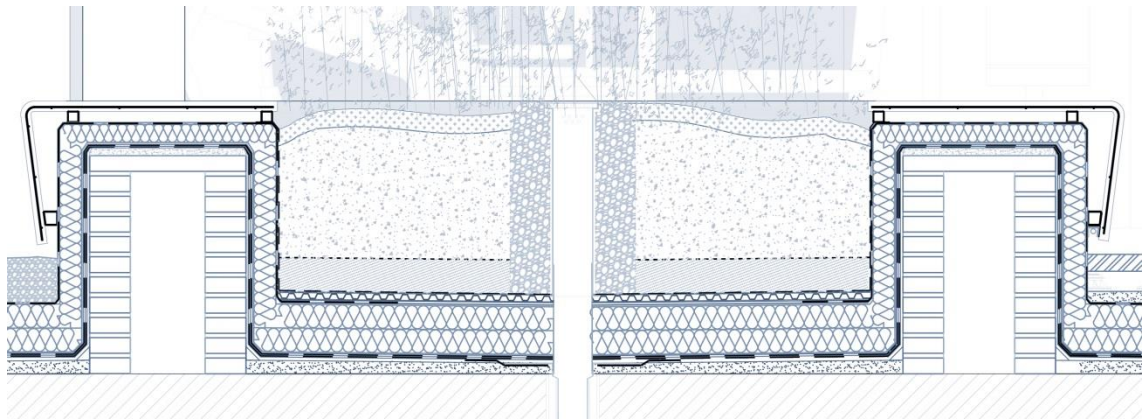


Ilustración 26: Ejemplo de las diferentes capas de una cubierta.

3.1.3. Tipos de cubiertas verdes

Si nos ceñimos a las zonas verdes que se desarrollan sobre edificaciones, hablaremos de cubiertas verdes. Estas cubiertas se dividen en tres tipos diferentes, en función de los usos, de la vegetación y de los requisitos de mantenimiento, factores que inciden en construcción y de los métodos utilizado para su realización.

Existen diferentes tipos de cubiertas en base a su uso y características:

- Cubierta verde extensiva
- Cubierta verde semi-intensiva
- Cubierta verde intensiva

Estas diferentes tipologías tienen una repercusión crítica en cuanto a la carga final de la cubierta pero también en la selección tanto de los diferentes tipos de plantas y sustratos como de su posterior mantenimiento.

Cubiertas verdes extensivas

Las cubiertas verdes extensivas aportan beneficios ambientales y un claro ahorro energético.

La cubierta verde extensiva es un sistema de cubierta ligera, implantado en un sustrato poco profundo (a partir de 7 cm) y con un bajo contenido en nutrientes, que involucra una vegetación aparentemente natural que requiere muy pocos cuidados para su mantenimiento. Si bien, pueden existir zonas donde se recomienda instalar un sistema de riego.

Las plantas que se vayan a usar deberán ser particularmente resistentes para poder desarrollarse en las condiciones extremas, y deberán tener la capacidad de poder regenerarse fácilmente. Estas plantas serán preferentemente naturales de la región climática de aplicación o plantas que estén completamente integradas en ese clima.

El propósito de una cubierta verde extensiva puede ser el implantar o acelerar un proceso natural de auto-ambientalización, usando el desarrollo de la vegetación natural en esas condiciones para establecer una población duradera, que acabe funcionando de forma autónoma y sostenible y que dure tanto como el mismo edificio.

Las áreas continuas de vegetación constan principalmente de plantas suculentas, plantas herbáceas perennifolias y cespitosas, pudiendo ser complementadas con plantas vivaces. La vegetación de las cubiertas verdes extensivas evoluciona, pasando por un proceso del cambio natural, incorporando nuevas especies. Las cubiertas verdes extensivas son normalmente no transitables y siempre deberán ser accesibles para su mantenimiento

Una variante de una cubierta verde extensiva, con opciones semi-intensivas, son las cubiertas verdes biodiversas, con una composición similar, pero diseñada específicamente para crear un hábitat con una flora y una fauna especiales, en donde poder restituir o rehabilitar las condiciones originales, anteriores a la construcción o edificio o incluso aumentar el hábitat previo

para albergar un sistema ecológico natural. Esta variante puede incluir una cubierta con capa de sustrato. Se cultivan sobre capas de sustratos variables y heterogéneos, temporalmente sin vegetación, que pueden incluir materiales orgánicos en descomposición, tales como troncos y otros restos vegetales. El espacio natural reproducido tiene el propósito de permitir que nuevas especies de plantas autóctonas de la zona colonicen y habiten la cubierta con el tiempo, incrementando la biodiversidad del espacio verde rehabilitado.

Cubiertas verdes semi-intensivas

Tipo de cubierta verde que puede incluir las características de las cubiertas verdes tanto intensivas como extensivas. Las cubiertas verdes semi-intensivas requieren una profundidad de sustrato generalmente entre 10-25 cm, pueden utilizar un rango de plantas más amplio comparado con las cubiertas verdes extensivas, como los arbustos y plantas lignificadas.

La cubierta verde semi-intensiva involucra el uso de plantas herbáceas, tapizantes y arbustivas. El alcance del diseño y de las opciones de uso disponibles es limitado en comparación con la cubierta verde intensiva.

Las plantas usadas ejercen pocas demandas acerca de las capas y sobre la estructura de la cubierta y, en general, requieren un riego y una fertilización reducidos, precisando siempre un mantenimiento básico. Una cubierta verde semi-intensiva cuesta menos de construir que una intensiva. Admiten el tránsito y uso moderado de la cubierta por personas.

Cubiertas verdes intensivas

Tipo de cubierta verde, a menudo referida como una cubierta ajardinada, que provee beneficios semejantes a un pequeño parque urbano o un jardín privado. Diseñadas principalmente para el uso recreativo, las cubiertas verdes intensivas están acondicionadas generalmente con una capa de sustrato superior a 60 cm de grosor y requieren un mantenimiento regular.

La cubierta verde intensiva consiste en la implantación de plantas perennes, herbáceas, arbustivas e incluso árboles. Éstos pueden ser colocados a diferentes alturas y perfiles. La amplia gama de opciones de vegetación disponible permite una diversidad comparable a la de las implantadas a nivel del suelo. Las plantas usadas ejercen unas grandes demandas acerca del grosor y prestaciones de las diferentes capas y sobre la resistencia mecánica de la estructura de la cubierta.

Se necesita una atención intensiva para mantener este tipo de cubiertas verdes. En particular se requiere un mantenimiento regular de limpieza, riego, fertilización, poda y/o siega, habitual en un parque o jardín a nivel de suelo.

Cubiertas verdes inclinadas

Esta tipología particular es aquella que posee una Inclinación superior a los 10°, lo que corresponde a una pendiente aproximada del 18%.

En su diseño se tendrán en cuenta diferentes factores. Por una parte, habrá que desviar las fuerzas de empuje que se producen en la construcción de la cubierta verde inclinada y que aumentan proporcionalmente con el grado de la pendiente, mediante medidas constructivas de protección contra los deslizamientos y, por otra, habrá que proteger la capa de sustrato contra la erosión. Además, se deberán seleccionar y plantar los tipos de plantas y especies acordes a la inclinación de la cubierta y a su exposición.

En las cubiertas verdes inclinadas es especialmente importante utilizar láminas de protección y de retención de agua, para evitar posibles deslizamientos sobre la lámina impermeabilizante y para conseguir retener el agua para la vegetación. Una cubierta inclinada pierde el agua con gran facilidad. A mayor inclinación se deberá contemplar una mayor capacidad de retención de agua.

En la fase de diseño y proyecto de una cubierta verde inclinada, a la hora de realizar el diseño, se deberá contemplar las diferentes labores de mantenimiento. Deberán identificarse los posibles accesos a la cubierta y habrá que prever las líneas de vida o suficientes puntos de fijación en el faldón de la cubierta para poder sujetarse al realizar trabajos de mantenimiento.

La Guía "*GUAYAQUIL CIELO FLORIDO*", detalla la instalación de techos, paredes y fachadas verdes para la ciudad.

3.2. AGRICULTURA URBANA

Las primeras definiciones oficiales de la agricultura urbana datan de finales del siglo pasado. La FAO en 1999 definió agricultura urbana como aquella "practicada en pequeñas superficies (solares, huertos, márgenes, terrazas, recipientes) situadas dentro de una ciudad y destinadas a la producción de cultivos y la cría de ganado menor o vacas lecheras para el consumo propio o para la venta en mercados de la vecindad". Por su parte la agricultura periurbana según el mismo organismo internacional implica un rango definitorio mayor, mini-agricultura intensiva y de subsistencia a la agricultura comercial realizada en el espacio periurbano. Se trataría de un tipo de agricultura realizada en espacio de "confrontación" o transición entre lo urbano y lo rural.

3.2.1. Prácticas de agricultura ecológica

Normalmente, las finalidades de un huerto urbano son generar un beneficio ecológico, ser un espacio público y funcionar de manera auto-gestionada.

Es de destacar la obligatoriedad de la práctica de agricultura ecológica, en este contexto, entendiendo que es beneficioso tanto para los seres humanos a través de la alimentación de productos frescos y saludables, como para el ecosistema que componen los animales y plantas asociados al huerto.

Se trataría en todo caso de un enfoque de la producción agrícola que intenta proporcionar:

- Medio ambiente equilibrado.
- Rendimiento y fertilidad del suelo (uso de materia orgánica).
- Control natural de plagas.
- Diseño de agro-ecosistemas diversificados.

Como resultado de dicho manejo se conseguiría:

- Óptimo reciclado de nutrientes y materia orgánica.
- Flujos cerrados de energía.
- Poblaciones equilibradas de plagas.
- Uso múltiple del suelo y del paisaje.
 - Potenciación de la biodiversidad.

Por lo tanto, estos huertos urbanos estarían caracterizados por:

- No depender de insumos comerciales.
- Usar recursos renovables y disponibles localmente.
- Enfatizar el reciclaje de nutrientes.
- Beneficiar al medio ambiente dentro y fuera de la finca.
- Estar adaptados a las condiciones locales.
- Aprovechar al máximo los microambientes.
- Mantener la diversidad y continuidad espacial y temporal.
- Priorizar la producción para satisfacer necesidades locales.
- Depender de y conservar la diversidad genética local.
- Depender de y conservar el conocimiento y cultura local.

3.2.2. **La base técnica del huerto urbano**

Un huerto urbano incluye básicamente el diseño de los parterres de cultivo y los pasillos, un suministro de tierra vegetal de buena calidad y la instalación del riego. Además de estos temas básicos, hay numerosos detalles técnicos en el diseño de un huerto funcional.

Así mismo existen unos aspectos que puede ser recomendable su evaluación, como son la instalación de drenaje.

No hay que olvidar que un huerto urbano, en principio, es más que una instalación de cultivo; por una parte se pretende que sea un punto de encuentro para la dinamización del barrio, por lo que se debe plantear con los espacios adecuados. También se pretende que sea una referencia en educación ambiental y sostenibilidad, lo que se traduce en un diseño que incluya elementos para reciclado y compostaje, entre otros temas.

3.2.3. **El diseño de espacios**

El proceso de diseño comienza con la distribución del espacio existente, entre parcelas de cultivo, pasillos, y espacios para zonas sociales y de compostaje. En los huertos pequeños se suelen hacer bancales alargados de anchura, aproximadamente, desde 2 m a 8 m, y longitud de 5 a 15 m, separados por pasillos de aproximadamente 1 m. En los huertos grandes se hacen rectángulos más grandes, que pueden lindar cada uno con el siguiente, separados por pasillos de anchura aproximadamente de 2 m.

Por otra parte, no debemos olvidar establecer un espacio para la zona social con una superficie de entre 50 a 100 m². Un espacio donde puede ser adecuado instalar bancos o elementos de sombreado. Así mismo deberá existir un espacio para la zona de compostaje con una superficie de 20 a 50 m². Los pasillos entre los bancales de cultivo suelen ser de tierra compactada, aunque en algunos huertos se coloca una capa de zahorra para evitar la formación de barro.

Los bancales se pueden delimitar con madera o pletina metálica. También será necesaria una pequeña superficie de 10 a 50 m² para una caseta de almacenamiento. Se puede cerrar el perímetro con una valla metálica o de madera (1 ó 2 m de altura) con la finalidad de impedir el acceso y evitar actos vandálicos.

La tierra existente en la parcela inicial suele ser de mala calidad, por lo que en los bancales o parcelas de cultivo hay que colocar tierra vegetal con una capa de grosor de 40 a 50 cm.

Un tema que influirá en el diseño es si en el huerto se van a repartir parcelas entre diferentes usuarios. Hay huertos con los dos tipos de organización. Si se van a repartir parcelas entre propietarios, es más importante una buena delimitación de espacios, accesos relativamente independientes, y una definición de los elementos que se van a compartir (generalmente la caseta, que deberá ser algo más grande en este caso para una buena organización del material).

3.2.4. Situación del huerto urbano

En la mayoría de las ocasiones no se podrá seleccionar la ubicación de nuestro huerto, por lo que tendremos que ingeniárnoslas para intentar llegar a los requerimientos óptimos.

Uno de los factores más importantes a la hora de planificar nuestro huerto es la sombra. Debemos de tener en cuenta qué extensión de huerta estará a la sombra y durante cuánto tiempo en el curso del día y del año.

Ciertas especies de hortalizas no se desarrollan si existe un exceso de sombra, mientras que otras especies no se desarrollarán si se proyecta un exceso de insolación. Para ello lo más adecuado es realizar un estudio de las horas de sol en las diferentes épocas del año.

El clima es otro de los factores fundamentales en el diseño de nuestro huerto. Puede ser recomendable el empleo de un pequeño invernadero para los periodos de germinación. Lo aconsejable es averiguar, en términos generales, cuánto durará la temporada de cultivo en cada zona. Conviene consultar la temporada de cultivo a hortelanos de la zona.

Un tercer factor limitante será el agua. Será necesario disponer de una toma de agua cerca del huerto en el riego.