



*“2008-2010. Bicentenario de la Independencia y
Centenario de la Revolución, en la Ciudad de México”*

GACETA OFICIAL DEL DISTRITO FEDERAL

Órgano del Gobierno del Distrito Federal

DÉCIMA SÉPTIMA ÉPOCA

24 DE DICIEMBRE DE 2008

No. 491

Í N D I C E

ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DEL DISTRITO FEDERAL

SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE

- ◆ NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-011-AMBT-2007 QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIONES DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES EN FUENTES FIJAS DE JURISDICCIÓN DEL DISTRITO FEDERAL QUE UTILIZAN SOLVENTES ORGÁNICOS O PRODUCTOS QUE LOS CONTIENEN 2
- ◆ NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-013-RNAT-2007, QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE NATURACIÓN EN EL DISTRITO FEDERAL 12

SECRETARÍA DE SALUD

- ◆ DIVERSOS CONVENIOS ESPECÍFICOS EN MATERIA DE TRANSFERENCIA DE INSUMOS QUE CELEBRAN POR UNA PARTE EL EJECUTIVO FEDERAL Y POR LA OTRA PARTE EL EJECUTIVO DEL DISTRITO FEDERAL 34

SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL DEL DISTRITO FEDERAL

- ◆ ACUERDO MEDIANTE EL CUAL SE APRUEBAN LOS DÍAS INHÁBILES DE LA OFICINA DE INFORMACIÓN PÚBLICA DE LA SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL DEL DISTRITO FEDERAL, CORRESPONDIENTES AL AÑO 2008 Y ENERO DE 2009, PARA EFECTOS DE LOS ACTOS Y PROCEDIMIENTOS COMPETENCIA DE ESTA OFICINA 96

CONSEJERÍA JURÍDICA Y DE SERVICIOS LEGALES

- ◆ AVISO POR EL QUE SE DA A CONOCER EL CAMBIO DE DOMICILIO DE LA NOTARÍA 111 DEL DISTRITO FEDERAL, CUYO TITULAR ES EL LICENCIADO FRANCISCO DE ICAZA DUFOR 99

INSTITUTO ELECTORAL DEL DISTRITO FEDERAL

- ◆ ACUERDO DEL CONSEJO GENERAL DEL INSTITUTO ELECTORAL DEL DISTRITO FEDERAL POR EL QUE SE APRUEBA EL REGLAMENTO DEL INSTITUTO ELECTORAL DEL DISTRITO FEDERAL PARA LA FISCALIZACIÓN DE LOS RECURSOS DE LAS AGRUPACIONES POLÍTICAS LOCALES Y SE ABROGAN LOS LINEAMIENTOS APROBADOS EL 15 DE ENERO DE 2000 100

TRIBUNAL ELECTORAL DEL DISTRITO FEDERAL

- ◆ REFORMA A LOS ARTÍCULOS 4 Y 7 DE LAS NORMAS GENERALES DE PROGRAMACIÓN, PRESUPUESTO Y CONTABILIDAD DEL TRIBUNAL ELECTORAL DEL DISTRITO FEDERAL 137

Continúa en la Pág. 151

NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-013-RNAT-2007, QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE NATURACIÓN EN EL DISTRITO FEDERAL.

Martha Delgado Peralta, Secretaria del Medio Ambiente del Distrito Federal, con fundamento en los artículos 1, 2, 15 fracción IV, 16 fracciones I, II y IV, 26 fracciones I, III y IX de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal; 1 fracciones III, IV, 5, 6 fracción II, 9 fracciones IV, VII y XLVI, 36 al 41, 87 fracción IX y 89 de la Ley Ambiental del Distrito Federal y Acuerdo por el que se crea el Comité de Normalización Ambiental para el Distrito Federal de fecha 23 de abril de 2002, y acuerdos por los que se reforma el diverso por el que se crea el Comité de Normalización Ambiental para el Distrito Federal de fechas 19 de agosto de 2005 y 4 de julio de 2007; ordena la publicación de la Norma Ambiental para el Distrito Federal: que establece las especificaciones técnicas para la instalación de sistemas de naturación en el Distrito Federal; la publicación se ordena una vez publicadas en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, las respuestas a los comentarios ingresados durante la consulta pública del Proyecto de Norma **PROY-NADF-013-RNAT-2007**, publicado el 25 de noviembre de 2008 en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, por lo anterior, he tenido a bien expedir la siguiente:

NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-013-RNAT-2007, QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE NATURACIÓN EN EL DISTRITO FEDERAL.

ÍNDICE

1. Introducción
2. Objeto
3. Ámbito de validez
4. Referencias
5. Definiciones
6. Información previa requerida
7. Especificaciones generales
8. Especificaciones técnicas de proyecto y ejecución para cubiertas naturadas
 - 8.1. Requerimientos mínimos a satisfacer
 - 8.1.1. Requerimientos previos en edificaciones existentes
 - 8.1.2. Requerimientos previos en edificaciones nuevas
 - 8.2. Estática y seguridad estructural
 - 8.3. Parámetros para cada tipo de naturación
 - 8.4. Componentes básicos de una cubierta naturada
 - 8.5. Soporte base.
 - 8.5.1. Materiales del soporte base
 - 8.5.2. Pendientes requeridas
 - 8.6. Dispositivos para desagüe
 - 8.7. Membrana impermeabilizante anti-raíz
 - 8.7.1. Proceso de verificación de estanquidad de la membrana impermeabilizante anti-raíz
 - 8.7.2. Protección pesada de la membrana impermeabilizante anti-raíz
 - 8.8. Capa drenante (materiales y características)
 - 8.9. Capa filtrante
 - 8.10. Capa de substrato.
 - 8.10.1. Tipos de sistemas de substrato.
 - 8.10.2. Materiales y características para la capa de substrato
 - 8.11. Capa de vegetación
 - 8.11.1. Características de la capa de vegetación
 - 8.11.2. Capa de vegetación en naturaciones semi-intensivas
 - 8.11.3. Capa de vegetación en naturaciones intensivas
 - 8.12. Suministro y plantación
 - 8.13. Naturación ligera para cubiertas
 - 8.14. Criterios para la naturación de cubiertas que cuenten con sistemas fotovoltaicos y/o fototérmicos
 - 8.15. Medidas preventivas y de seguridad durante la ejecución de los trabajos
9. Especificaciones de operación y mantenimiento
 - 9.1. Operación y mantenimiento de elementos constructivos
 - 9.2. Operación y mantenimiento de vegetación
 - 9.3. Riego
 - 9.4. Abonado y adición de substrato
 - 9.5. Control de plagas y enfermedades
10. Bibliografía

11. Normatividad relacionada
12. Observancia
13. Vigencia

ANEXOS

- I. Colocación de membranas impermeabilizantes anti-raíz de base asfáltica
- II. Colocación de membranas impermeabilizantes anti-raíz a base de PVC, hypalon, propileno-etileno o similares

1. INTRODUCCIÓN

El aumento de edificaciones, como parte del desarrollo de la actividad humana, ha contribuido a la expansión de la mancha urbana y la consecuente pérdida de áreas verdes y superficies permeables por el incremento de áreas edificadas, ocasionando entre otros, problemas ambientales, de salud y sociales, a los habitantes del Distrito Federal ante la reducción de una significativa capacidad del medio natural de la ciudad, para limpiar el ambiente de los agentes contaminantes producidos por el medio urbano, sus medios de transporte y su industria. Paralelo a esta situación, al disminuir la cantidad de áreas verdes se ha reducido la cantidad de absorción de rayos solares por la vegetación deviniendo en un incremento en la temperatura debido a la liberación nocturna de la energía calórica absorbida durante el día por las construcciones y superficies impermeables, generando cambios en el clima y microclima de la ciudad.

Una gran cantidad de áreas verdes que se pierden en la ciudad es ocupada por edificaciones tanto del sector público como del privado, lo cual ha provocado que el Distrito Federal examine cuidadosamente la factibilidad técnica y económica para recuperar y/o restituir las áreas verdes ocupadas por edificaciones de tipos diversos. Por estos motivos se elabora la presente norma buscando aportar a la consecución de objetivos de carácter ecológico y sustentable en la ciudad como una alternativa factible, tanto económica como tecnológica para incidir en la compensación de áreas verdes ocupadas por edificaciones en la ciudad, se propone la instalación de sistemas de naturación a escala urbana.

En la actualidad, el uso de sistemas de naturación a nivel urbano ha mostrado grandes beneficios ambientales en diversas ciudades del mundo, además se cuenta con los materiales para su construcción que garantizan el correcto funcionamiento operativo de dichos sistemas. Sin embargo el uso de sistemas de naturación no ha tenido la debida difusión, por lo que es necesario establecer los requerimientos mínimos de calidad y las especificaciones técnicas mínimas para su construcción y funcionamiento.

El Gobierno del Distrito Federal tiene entre sus prioridades la protección de la salud de los habitantes de la ciudad y la preservación del medio ambiente, así como la promoción y desarrollo de las tecnologías sustentables, por lo anterior la presente norma contribuirá a compensar la pérdida de áreas verdes por edificaciones en la ciudad, propiciando la obtención de beneficios ambientales.

2. OBJETO

Establecer los criterios o especificaciones técnicas, condiciones, parámetros y criterios mínimos de calidad y seguridad estructural, aplicables en la instalación de sistemas de naturación en el Distrito Federal.

Los requisitos o especificaciones técnicas, condiciones, parámetros y criterios mínimos de calidad y seguridad, serán aplicables a los materiales y procedimientos constructivos que para tal efecto sean utilizados durante el proceso de planeación, instalación y mantenimiento de los sistemas de naturación.

3. ÁMBITO DE VALIDEZ

Es de observancia obligatoria para las empresas privadas y particulares que se dediquen al diseño, construcción y mantenimiento de sistemas de naturación en el Distrito Federal; así como para todas aquellas personas físicas o morales, organismos públicos o privados y en general a cualquier persona que desee instalar un sistema de naturación en cualquier edificación ubicada en el territorio del Distrito Federal.

4. REFERENCIAS

Para la correcta aplicación de la presente norma, se deben consultar los siguientes documentos:

- GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL “Ley Ambiental del Distrito Federal” 31 de enero de 2002, México.
- GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL “Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal” 29 de enero de 1996, México.
- GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL “Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal” 29 de enero de 2004, México.
- GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL “Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal”, 6 de octubre de 2004, México.
- VELAZQUEZ, LINDA, S. “Organic Green roof Architecture: Design Considerations and System Components, Wiley Periodicals, Inc. Environmental Quality Management.” 2005.

- MINKE, GERNOT, Techos verdes – Planificación, ejecución, consejos prácticos, Fin de Siglo, 2004, Uruguay.

5. DEFINICIONES

Para fines de la presente norma, además de las definiciones previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y en la Ley Ambiental del Distrito Federal y demás aplicables en la materia, se entenderá por:

Aislamiento térmico: Aquellos materiales de bajo coeficiente de conductividad térmica dispuestos para reducir los intercambios térmicos entre el interior y exterior de una edificación.

Altura de la planta: Distancia vertical desde el cuello de la raíz hasta la punta más alta de una planta.

Capa complementaria: Capa que se coloca entre los elementos de un sistema de naturación de forma intercalada para proporcionarle características específicas y que puede ser antiadherente, antipunzonante, drenante, filtrante, ignífuga o separadora.

Capa de sustrato: Capa superior penúltima de una naturación, formada con material inerte predominantemente mineral y material orgánico, la cual está destinada a proporcionar los nutrientes necesarios, suministrar agua y oxígeno dando soporte físico a la vegetación.

Capa de vegetación: Última capa exterior de una naturación, formada por plantas adaptadas a las condiciones físicas y climáticas de la zona, destinadas a dar a la edificación un acabado vegetal que genera áreas verdes de carácter ecológico.

Capa drenante: Capa complementaria prefabricada dispuesta para permitir la salida de las aguas que se estanquen sobre algún elemento de la edificación.

Capa filtrante: Capa complementaria de materiales prefabricados cuya función es evitar el paso de las partículas finas de la capa de sustrato y permitir el paso del agua hacia la capa drenante.

Capa separadora: Capa complementaria que se intercala entre los elementos de un sistema de naturación para facilitar los movimientos diferenciales entre los componentes del sistema y/o brindar protección química.

Combustibilidad: Calidad de poder arder o quemarse, inflamabilidad.

Control de plagas: Tratamiento aplicado para librar a la planta de plagas que la estén afectando una vez diagnosticado con precisión el tipo de plaga.

Cubierta: Elemento o conjunto de elementos que sirven como cerramiento superior de una edificación que se encuentran comprendidos entre la superficie inferior del último techo y el acabado en contacto con el exterior.

Cubierta con naturación extensiva: Cubierta de una edificación con acabado vegetal de tratamiento extensivo creado por medio de añadir capas de medio de crecimiento y vegetación sobre un sistema de cubierta tradicional con requerimientos de mantenimiento muy bajos o casi nulos cuya capa de sustrato no debe ser mayor de 18 cm y en la cual el peso de la capa de sustrato y vegetación (en estado saturado) es de entre 110 y 140 kg/m².

Cubierta con naturación intensiva: Cubierta de una edificación con acabado vegetal de tratamiento intensivo creado por medio de añadir capas de medio de crecimiento y vegetación sobre un sistema de cubierta tradicional con requerimientos de mantenimiento normales o frecuentes cuya capa de sustrato es de 20 cm como mínimo y en la cual el peso de la capa de sustrato y vegetación (en estado saturado) es superior a los 250 kg/m².

Cubierta con naturación semi-intensiva: Cubierta de una edificación con acabado vegetal de tratamiento semi-intensivo creado por medio de añadir capas de medio de crecimiento y vegetación sobre un sistema de cubierta tradicional con requerimientos de mantenimiento normales cuya capa de sustrato es de 15 cm como mínimo y en la cual el peso de la capa de sustrato y vegetación (en estado saturado) generalmente es de entre 150 y 250 kg/m².

Director Responsable de Obra: Es la persona física auxiliar de la administración pública, autorizada y registrada por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda que se hace responsable de la observancia de la Ley de Desarrollo Urbano, del Reglamento de Construcciones y demás disposiciones aplicables, y que entregará su responsiva en relación a la seguridad estructural del inmueble.

Edificación existente: Cualquier edificación que se pretenda naturar, la cual haya sido construida previo a la intención de naturarla y en la cual, consecuentemente, la naturación no es parte integral del proyecto inicial.

Edificación nueva: Cualquier edificación en la que el sistema de naturación forme parte integral del proyecto inicial, previo a la etapa de construcción de la edificación en su conjunto.

Estanquidad: Cualidad de un elemento de estar perfectamente sellado en sus uniones.

Fitotoxicidad: Presencia de sustancias que producen la muerte o trastornos fisiológicos a los vegetales.

Formación de pendiente: Acción de generar pendiente, en un elemento constructivo dado, por medio de elementos de espesor variable con el fin de facilitar la evacuación del agua hacia los sumideros, desagües o bajadas de agua.

Impermeabilidad: Propiedad de los cuerpos de no dejar pasar líquidos a su través.

Membrana impermeabilizante anti-raíz: Membrana de materiales diversos que tiene como función evitar el paso del agua al interior de las edificaciones e impedir que las raíces y los microorganismos dañen la edificación haciendo impermeable el elemento o grupo de elementos constructivos deseados.

Planta C3: Planta que fija y reduce el CO₂ atmosférico de modo directo mediante el ciclo de Calvin formando inicialmente compuestos con tres carbonos.

Planta herbácea: Planta no lignificada, o apenas lignificada, con aspecto y consistencia de hierba. Dentro de las plantas herbáceas se pueden distinguir las anuales, bienales, perennes vivaces y perennes perennifolias.

Planta suculenta: Aquella en la que su tallo, hoja, raíz o la planta completa es jugosa o carnosa ya que tiene tejidos engrosados por reservas de agua o azúcar como en la mayoría de las crasuláceas y cactáceas.

Planta vivaz: Planta perenne de parte aérea efímera cuyos órganos epigeos duran un solo periodo vegetativo que se conserva gracias a sus rizomas, tubérculos, bulbos, etc.

Plantas C4: Planta en la que inicialmente el CO₂ atmosférico es fijado en un ácido orgánico de cuatro carbonos y en la que en una descarboxilación posterior, se libera el CO₂ el cual es captado y reducido mediante el ciclo de Calvin. Son plantas adaptadas a regímenes de radiación elevados que no resisten las temperaturas bajas.

Plantas CAM: Planta adaptada a hábitat xerofíticos que absorbe y fija el CO₂ durante la noche acumulando ácido málico que se descarboxila durante el día y se produce CO₂.

Porte: Aspecto y configuración externa de una planta definidos por su forma y altura.

Protección pesada: Elemento o conjunto de elementos colocados en obra dispuestos sobre el aislamiento térmico o la membrana impermeabilizante anti-raíz destinados a protegerlos de los efectos nocivos de origen externo.

Secretaría: Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal.

Sistema de naturación: Es el tratamiento técnico de superficies edificadas horizontales o inclinadas, individuales o agrupadas mediante el cual se incorpora en un elemento o grupo de elementos constructivos tradicionales capas de medio de crecimiento y vegetación especialmente adaptada a las condiciones físicas y climáticas del sitio en que se instala, creando una superficie vegetal inducida.

Soporte base: Elemento constructivo que recibe directamente el impermeabilizante anti-raíz o membrana impermeabilizante anti-raíz, puede coincidir o no con el elemento estructural (soporte estructural) y suele ser el elemento que forma la pendiente.

Soporte estructural: Elemento constructivo que soporta el peso de las demás capas del sistema de naturación y lo distribuye hacia las vigas, cadenas de cerramiento, muros de carga, etc. para su posterior descenso hacia la cimentación.

Subarbusto: Vegetal de poca altura similar a un arbusto sólo lignificado en la base.

Vegetación endémica: Se aplica a las especies vegetales originarias de una región o comarca restringida.

6. INFORMACIÓN PREVIA REQUERIDA

Para garantizar una correcta planeación y ejecución de una naturación, es necesario conocer características específicas de los elementos constructivos, la edificación y la zona en que se encuentra, para ello es necesario contar con la siguiente información previo a la etapa de planeación y/o proyecto.

Información arquitectónica y física de la edificación:

- Altitud y altura de la edificación.
- Dimensiones de la superficie a naturar.
- Pendiente de la superficie a naturar.
- Ubicación de los accesos a la superficie que se va a naturar.
- Ubicación y estado de las instalaciones que discurren por la superficie a naturar.
- Ubicación y estado de las juntas estructurales (para el caso de cubiertas naturadas).
- Ubicación y estado de las tomas de agua de riego más cercanas a la superficie a naturar.
- Ubicación y estado de los elementos singulares (tales como tubos, ductos, muertes, etc.) y demás elementos constructivos de la superficie a naturar.
- Ubicación y estado de los puntos de desagüe, sumideros y/o bajadas de agua.
- Porción o porciones de la superficie a naturar protegida(s) del agua de lluvia por elementos constructivos.
- Porción o porciones de la superficie a naturar que reciben sombra de construcciones y/o vegetación aledañas o de los elementos constructivos de la propia edificación durante la mayor parte del día.
- Orientación de la superficie a naturar en relación al asoleamiento y vientos dominantes.

Información estructural:

- Carga máxima admisible, dimensiones y altura de la superficie a naturar y sus elementos portantes.
- Ubicación y estado de los elementos estructurales de la planta inferior inmediata a la cubierta (para el caso de cubiertas naturadas).

Información sobre la vegetación:

- Vegetación adaptada a las condiciones físicas y climáticas de la zona.
- Vegetación endémica de la zona.

7. ESPECIFICACIONES GENERALES

Los sistemas de naturación tienen como objetivo principal incrementar la cantidad de áreas verdes que proporcionen beneficios ambientales, aportar al embellecimiento paisajístico de las edificaciones y compensar el área verde perdida por la construcción de edificaciones. También tienen funciones de aislamiento térmico y acústico, protección de la edificación contra los efectos de los rayos solares y de la intemperie así como reducir los gastos energéticos producidos por el uso de equipos de calefacción y refrigeración al interior de los inmuebles.

Las personas que deseen instalar sistemas de naturación deberán presentar el proyecto ejecutivo para aprobación ante la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal previo a que se inicien los trabajos; para lo cual deberán tomar en cuenta estos lineamientos y especificaciones técnicas, respetando siempre el medio ambiente bajo criterios de sustentabilidad desde los procesos de fabricación de materiales para la naturación hasta el reciclado de los mismos cuando queden en desuso.

8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PROYECTO Y EJECUCIÓN PARA CUBIERTAS NATURADAS

Para satisfacer los requerimientos de calidad y seguridad en una cubierta naturada se deberán seguir las siguientes especificaciones durante los procesos de proyecto y ejecución. Estas especificaciones deberán ser atendidas y supervisadas por el encargado responsable del proyecto y el encargado responsable de la construcción de una naturación de tal modo que garanticen su aplicación.

8.1. REQUERIMIENTOS MÍNIMOS A SATISFACER

La naturación y sus elementos constituyentes deberán satisfacer por lo menos los requerimientos siguientes:

- **Estabilidad y resistencia mecánica:** La naturación y sus componentes deben ser estables y resistir las acciones consideradas en el cálculo estructural de la edificación de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias, se deberá garantizar el correcto comportamiento estático y estructural de la construcción en su conjunto.
- **Impermeabilidad:** Los sistemas de naturación deben impedir el paso del agua al interior de la edificación protegiéndola de los agentes climáticos previsible garantizando la evacuación total del agua excedente, una vez alcanzado el estado de saturación del sistema.
- **Resistencia a la acción de las raíces sobre la estructura:** la naturación debe proyectarse y construirse con los materiales adecuados, garantizando que las raíces de la capa de vegetación no penetren la membrana impermeabilizante para evitar daños a la estructura de la edificación.

- **Seguridad civil en maniobras:** La naturación debe proyectarse y construirse de modo que permita el acceso para los trabajos de mantenimiento, inspección y reparación tanto de los elementos de la propia superficie a naturar como de las instalaciones que discurren por ella, y debe disponer de los elementos de seguridad adecuados para el personal que realiza estos trabajos.

8.1.1. Requerimientos previos en edificaciones existentes

En el caso de edificaciones existentes será necesario, en primer lugar, realizar un análisis y evaluación estructural; el cual deberá ser presentado ante la Secretaría del Medio Ambiente al momento de presentar el proyecto ejecutivo. Dicha evaluación deberá ser realizada por un Director Responsable de Obra (DRO) y realizarse conforme a lo previsto en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias,

Para efectos del cálculo estructural, el peso de la naturación será considerado como una carga muerta y el valor a tomar deberá corresponder con el indicado en la siguiente tabla:

Tipo de naturación	Extensiva	Semi-intensiva	Intensiva
Carga adicional	110 -140 kg/m ²	250 kg/m ²	>250 kg/m ²

Nota: los valores indicados corresponden al peso propio de una naturación en estado saturado (a capacidad máxima de agua) y por ningún motivo podrán considerarse para el cálculo estructural los pesos de una naturación en seco. Los sistemas de naturación deberán tener un peso máximo en estado saturado que sea menor o igual al considerado por el DRO para el cálculo y/o evaluación estructural.

En caso de que la edificación no pueda soportar la carga adicional del sistema de naturación, deberán realizarse los trabajos de refuerzo estructural necesarios conforme a lo estipulado en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias.

En caso de que la edificación no pueda soportar la carga adicional del sistema de naturación y no se puedan realizar trabajos de refuerzo estructural, no se podrá construir o instalar ningún sistema de naturación salvo el mencionado en el apartado 8.13., siempre que la estructura soporte los pesos mencionados en dicho apartado.

La cubierta deberá contar con pretilos de por lo menos 20 cm en toda la periferia para contener el sistema. En caso de no tener pretilos, deberán construirse antes de iniciar los trabajos de naturación. Asimismo, deberá verificarse que los desagües y/o bajadas de aguas funcionen correctamente y tengan la capacidad suficiente para desalojar toda el agua de las precipitaciones sobre la cubierta; en caso de encontrar alguna anomalía o insuficiencia deberán tomarse las medidas correctivas correspondientes.

En todos los casos la cubierta deberá contar con rebosaderos con una altura de 5 cm, por arriba del nivel de sustrato.

Se debe preparar la superficie a naturar de modo que los equipos y las instalaciones que se encuentren sobre la cubierta, no obstaculicen los trabajos; especialmente los de impermeabilización.

La cubierta deberá contar con chaflanes a 45° de por lo menos 8 cm de altura en todos los puntos de encuentro con elementos verticales. En caso de que no se tengan los chaflanes, se deberá proceder a construirlos antes de iniciar los trabajos de naturación.

8.1.2. Requerimientos previos en edificaciones nuevas

En edificaciones nuevas se debe incluir el peso de la naturación en estado saturado para el cálculo y diseño estructural de las mismas como se explica en el capítulo 8.2.

La cubierta a naturar deberá tener una pendiente mínima de 2%. También deberá contar con pretilos de por lo menos 20 cm y chaflanes a 45° de por lo menos 8 cm de altura en puntos de encuentro con elementos verticales. Las instalaciones que se encuentran en la cubierta deberán estar separadas de la misma por lo menos 40 cm o estar ubicadas a una altura por encima del sustrato para facilitar la colocación del impermeabilizante.

Por su parte los equipos que se encuentren sobre la cubierta de la edificación tales como tinacos, tanques de gas, etc. deberán colocarse en bases a una altura de por lo menos 15 cm sobre el nivel del sustrato.

Los desagües y bajadas de agua deberán ser dimensionados y calculados según lo establecido en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias, de modo que se asegure su capacidad para desalojar la totalidad del agua producto de las precipitaciones pluviales sobre la cubierta.

En todos los casos la cubierta deberá contar con rebosaderos con una altura de 5 cm, por arriba del nivel de sustrato.

8.2. ESTÁTICA Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL

Para la construcción de un sistema de naturación, la carga máxima permitida en un elemento constructivo será aquella determinada en el cálculo estructural de la edificación de acuerdo con lo indicado en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias.

En estructuras o edificaciones existentes no se podrá sobrepasar la carga máxima permitida, según se estipule en el cálculo estructural del elemento constructivo que se pretenda naturar.

En estructuras o edificaciones nuevas, se deberá incluir la carga adicional del sistema de naturación en estado saturado para la realización del cálculo estructural de la edificación de acuerdo con lo indicado en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias.

Deberá considerarse el peso propio de una naturación en estado saturado considerándolo como una carga muerta con los valores que se muestran en la siguiente tabla:

Tipo de naturación	Extensiva	Semi-intensiva	Intensiva
Carga adicional	110 -140 kg/m ²	250 kg/m ²	>250 kg/m ²

Además deberán considerarse las cargas de uso cuando el elemento naturado sea transitable así como las cargas vivas, muertas, transitorias y accidentales de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias.

8.3. PARÁMETROS PARA CADA TIPO DE NATURACIÓN

Una cubierta naturada deberá ajustarse a alguno de los parámetros siguientes según el tipo de naturación que se desee construir (extensiva, semi-intensiva o intensiva).

Tipo de naturación	Extensivo	Semi-intensivo	Intensivo
Altura de crecimiento de plantas	5 -50 cm	5 - 100 cm	5 -400 cm
Diámetro de copa	No aplica	No aplica	300 cm máximo
Substrato	10 - 15 cm	15 -30 cm	> 40 cm
Carga adicional	110 - 140 kg/m ²	250 kg/ m ²	> 250 kg/ m ²
Cobertura vegetal	Crasuláceas	Crasuláceas, pastos y arbustos	Crasuláceas, pastos, arbustos y árboles

Nota: Por ningún motivo se podrá rebasar la carga máxima admisible obtenida en el cálculo estructural o en la evaluación estructural de una edificación para un elemento determinado que se desee naturar. Además los cálculos estructurales y/o las evaluaciones de la capacidad de carga estructural deberán realizarse de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias.

Para la ubicación de árboles deberán considerarse las medidas de seguridad respectivas (ver sección 8.15).

8.4. COMPONENTES BÁSICOS DE UNA CUBIERTA NATURADA

Una cubierta naturada está constituida por los siguientes componentes básicos (figura 1), los cuales se enlistan en el orden del proceso constructivo.

- Soporte estructural (puede servir de soporte base y de elemento que forma la pendiente)
- Soporte base (suele ser el elemento que forma la pendiente y puede ser el soporte estructural)
- Desagües
- Membrana impermeabilizante anti-raíz
- Capa drenante
- Capa filtrante
- Capa de substrato
- Capa de vegetación

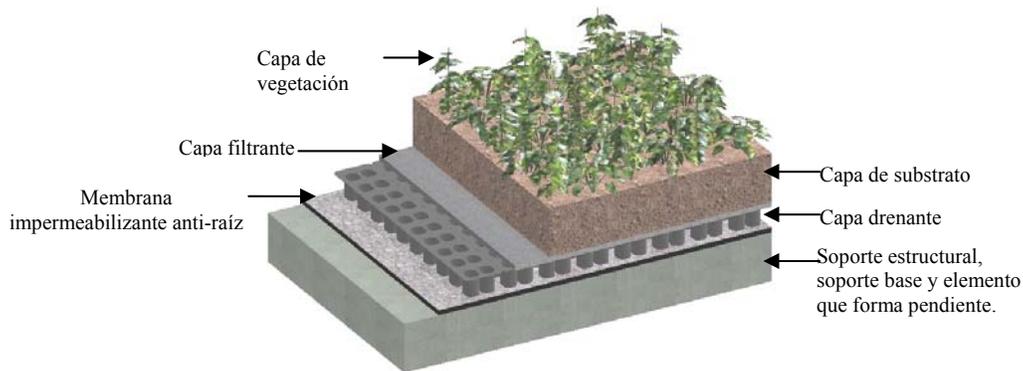


Figura 1. Componentes básicos de una cubierta naturalada

8.5. SOPORTE BASE

En ocasiones este elemento puede coincidir con el soporte estructural y es el que recibe la impermeabilización anti-raíz.

8.5.1. Materiales del soporte base.

Para la construcción del soporte base se pueden utilizar los siguientes materiales:

- Arcilla expandida
- Concreto armado
- Concreto celular (hormigón celular)
- Elementos prefabricados de concreto armado
- Mortero de partículas ligeras
- Mortero de cemento
- Placas aislantes térmicas
- Madera
- Láminas y cubiertas prefabricadas

Respecto a los procedimientos constructivos y las características de los materiales deberá seguirse lo previsto por el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal vigente, sus Normas Técnicas Complementarias, las Normas Mexicanas, Normas Oficiales Mexicanas y demás normatividad aplicable.

8.5.2. Pendientes requeridas

El soporte base de las cubiertas naturaladas deberá tener una pendiente mínima del 2%. Para el caso de cubiertas inclinadas, con pendiente superior al 36% (20° aproximadamente) y menor al 58% (30° aproximadamente), se deberán implementar las protecciones adecuadas contra deslizamientos; las cuales serán seleccionadas por el encargado responsable del proyecto y el encargado responsable de la construcción de la siguiente lista:

- Láminas con receptáculos
- Mallas tridimensionales
- Tableros o vigas dispuestos perpendicularmente a la pendiente
- Tirantes dispuestos horizontalmente entre la capa de sustrato
- Para cubiertas inclinadas con una pendiente mayor al 58% deberán tomarse las medidas complementarias que resulten pertinentes para garantizar la estabilidad de los materiales tales como el anclado de las protecciones y el análisis estático.

En cubiertas con pendientes superiores al 5% es recomendable el uso de sustratos monocapa (ver sección 9.) y en cubiertas con pendiente mayor al 10% es obligatorio para evitar los deslizamientos.

Tabla de equivalencia para pendientes de porcentajes a grados			
2%	1.15°	50%	26.57°
5%	2.86°	55%	28.81°
10%	5.71°	60%	30.96°
15%	8.53°	65%	33.02°
20%	11.31°	70%	34.99°
25%	14.04°	75%	36.87°
30%	16.70°	80%	38.66°
35%	19.29°	85%	40.36°
40%	21.80°	90%	41.99°
45%	24.23°	95%	43.53°

8.6. DISPOSITIVOS PARA DESAGÜE

El desalojo de las aguas de cubiertas naturadas se logra a través de la capa drenante, la pendiente, los sumideros y las bajadas de agua o desagües; estos elementos deberán evacuar la totalidad del agua excedente de la cubierta evitando su acumulación sobre la misma.

Los sumideros deberán contar con un dispositivo (rejilla, rejilla tipo domo, alcachofa, etc.) que permita retener los elementos sólidos que puedan obturar las bajadas de agua y deberán estar ubicados en un punto visible y de fácil acceso para realizar inspecciones y mantenimientos que garanticen su adecuado funcionamiento.

Los rebosaderos son dispositivos para el desagüe que deberán considerarse como medidas de seguridad indispensables por lo que forman parte de los requerimientos previos. (Ver secciones 8.1.1 y 8.1.2.)

8.7. MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE ANTI-RAÍZ

Las membranas impermeabilizantes anti-raíz para sistemas de naturación deberán cumplir con las siguientes condiciones particulares:

- Estabilidad dimensional.
- Migración de plastificantes menor al 1% en volumen.
- Resistencia a la perforación por raíces.
- Resistencia a la tensión y tracción de los movimientos estructurales.
- Resistencia a microorganismos.
- Resistencia al choque térmico y variaciones de temperatura ambiental.
- Resistencia al punzonamiento.

Las membranas impermeabilizantes anti-raíz deberán cubrirse con una capa de protección contra los rayos ultravioleta en los puntos que queden expuestos a la intemperie.

Estas condiciones deberán cumplirse en toda la superficie de la cubierta, aun cuando no se tenga previsto colocar vegetación en la totalidad, incluyendo las áreas de solapamiento, uniones, entregas a los elementos singulares (bases de equipos o instalaciones, salientes, faldones, etc.).

La propiedad anti-raíces de la membrana impermeable deberá estar certificada por un organismo competente y reconocido, ya que las emulsiones o fieltros con supuestas propiedades anti-raíces no son adecuadas para este tipo de sistemas.

En caso de utilizar un impermeabilizante anti-raíz bituminoso, éste deberá contar con un espesor mínimo de 4 mm y un refuerzo de poliéster de al menos 180 g/m². Además la membrana seleccionada deberá contar con un acabado superior que la proteja e incremente su resistencia mecánica para transitar sobre ella.

Sí se utilizan impermeabilizantes anti-raíz de PVC, Hypalon, Propileno-Etileno o similares, el espesor mínimo será de 1.2 mm y deberá asegurarse su resistencia al punzonamiento colocándolo entre dos capas antipunzonantes.

Antes de iniciar con la colocación de la membrana impermeabilizante anti-raíz se deberán preparar las juntas de dilatación, la entrega a paramentos, las penetraciones de tuberías y ductos, los desagües, etc. de modo que se garantice la estanquidad de la cubierta y la correcta evacuación del agua.

En los puntos de encuentro con elementos emergentes intermedios de la cubierta tales como muretes, petos, etc., estos deberán contar con un chaflán por ambos lados a 45° de mínimo 8 cm de altura. La membrana impermeabilizante anti-raíz se deberá colocar de manera que cubra 10 cm como mínimo por encima de la protección pesada de la cubierta o capa de sustrato. Asimismo, deberá tener un refuerzo con traslape de por lo menos 10cm sobre el chaflán y el remate de la impermeabilización deberá de realizarse como se muestra en las figuras 2 y 3.

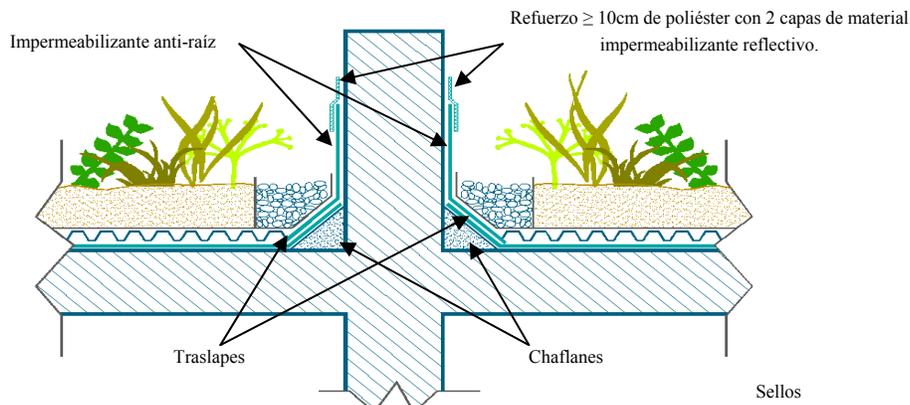
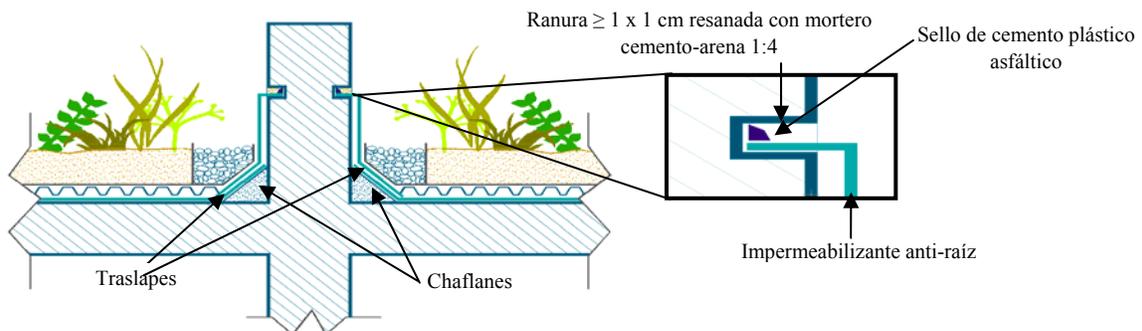


Figura 2. Impermeabilización con membrana prefabricada asfáltica en puntos de encuentro con elementos emergentes intermedios. (Los sellos deberán ser de materiales impermeables como el silicón o poliuretano)

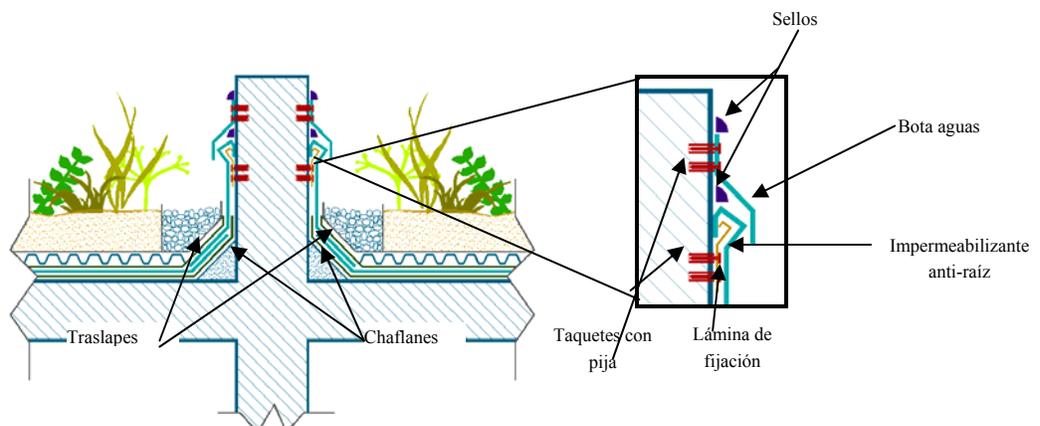


Figura 3. Impermeabilización con láminas de PVC, Hypalon, Propileno-etileno o similares en puntos de encuentro con elementos emergentes intermedios

En caso de que la membrana sobresalga menos de 10 cm por encima de la protección pesada de la cubierta o capa de substrato, se deberá continuar con la impermeabilización cubriendo el elemento emergente intermedio y descendiendo del lado contrario. Ambos lados del elemento emergente deberán tener un chaflán a 45° de por lo menos 8 cm de altura y la membrana deberá tener un refuerzo con traslape de por lo menos 10cm sobre los chaflanes (ver figura 4).

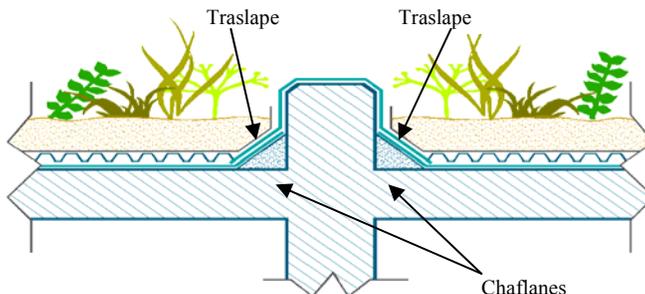


Figura 4. Impermeabilización en puntos de encuentro con elementos emergentes intermedios por debajo del nivel del substrato o de altura menor a 10cm sobre el nivel del mismo.

En los puntos de encuentro con pretilas u otro tipo de elementos emergentes perimetrales, estos deberán contar con un chaflán a 45° de mínimo 8 cm de altura. La membrana impermeabilizante anti-raíz deberá tener un refuerzo con traslape de por lo menos 10cm sobre el chaflán y el remate de la impermeabilización deberá de realizarse como se muestra en las figuras 5 y 6.

Refuerzo ≥ 10 cm de poliéster con 2 capas de material impermeabilizante reflectivo.

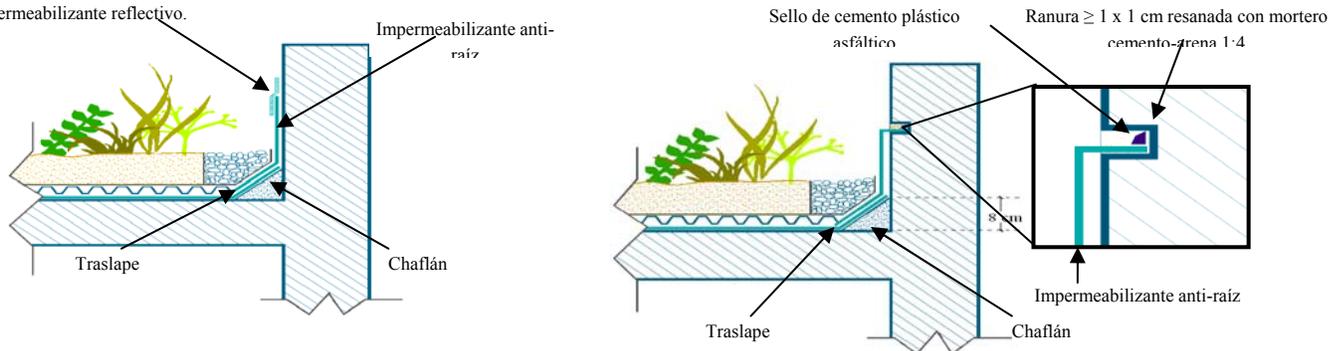


Figura 5. Impermeabilización con membrana prefabricada asfáltica en puntos de encuentro con pretilas y elementos emergentes perimetrales.

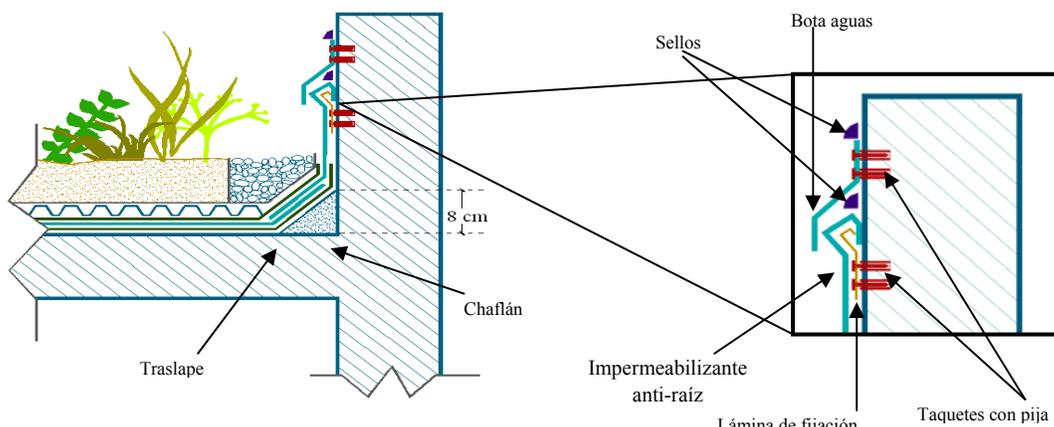
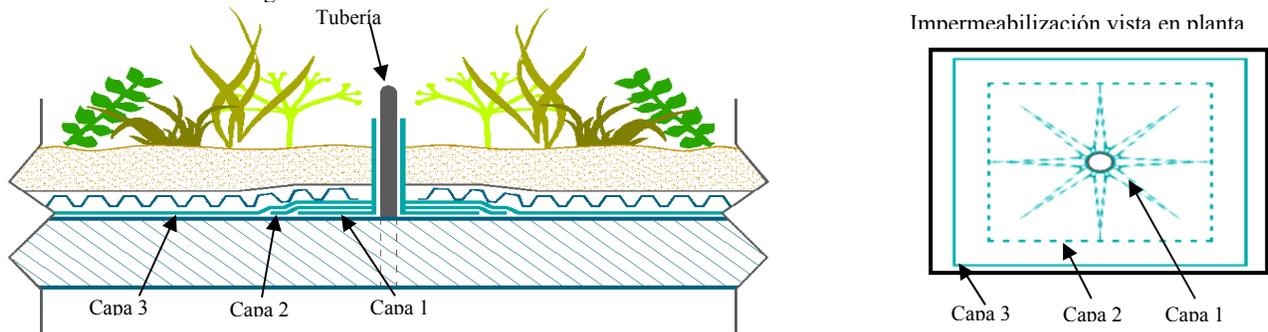


Figura 6. Impermeabilización con láminas de PVC, Hypalon, Propileno-etileno o similares en puntos de encuentro con pretilas y elementos emergentes perimetrales

El tratamiento en puntos de encuentro con tubos y conductos que penetren desde la cubierta hacia el interior de la edificación deberá ser conforme a lo indicado en la figura 7.



- Capa 1: se debe cortar en forma de estrella cuidando que no se desprendan las pestañas sobrantes; estas pestañas se pegan al tubo de modo que lo forren y la estrella queda unida directamente sobre la losa (ver la vista en planta).
- Capa 2: Se corta un cuadro de impermeabilizante anti-raíz de dimensiones suficientes para cubrir la capa 1, se le hace el corte necesario para que pase el tubo y se une a la losa cubriendo la capa 1.
- Capa 3: Es la capa de impermeabilizante anti-raíz que cubre toda la superficie de la cubierta y se debe colocar de modo que rodee la tubería lo más pegado posible y cubra las capas 1 y 2.

Figura 7 impermeabilización y refuerzos en puntos de encuentro con tubos y conductos que penetren desde la cubierta hacia el interior de la edificación.

Nota: todas las capas deberán ser del mismo tipo de impermeabilizante anti-raíz.

En los puntos de encuentro con bajadas de agua, la membrana impermeabilizante anti-raíz deberá contar con un refuerzo como se muestra en la figura 8. Tanto el refuerzo como el impermeabilizante deberán cortarse en forma de estrella en todo el diámetro de la sección circular de la bajada de agua y las pestañas se unirán a la losa. Las pestañas deberán quedar de forma que se complementen y cubran la totalidad de la sección circular del desnivel de la bajada de agua.

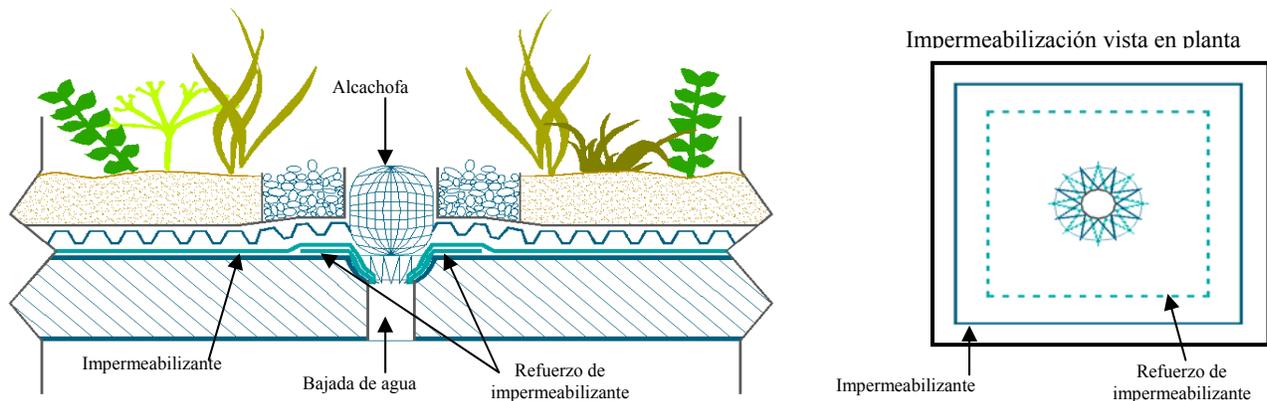


Figura 8. Impermeabilización y refuerzo en puntos de encuentro con bajadas de agua.

La colocación del impermeabilizante anti-raíz deberá ser continua en toda la superficie, incluidas las áreas bajo equipos existentes.

Para revisar especificaciones sobre procedimientos constructivos con diferentes materiales para la impermeabilización ver ANEXO I y ANEXO II.

8.7.1. Proceso de verificación de estanquidad de la membrana impermeabilizante anti-raíz

Antes de seguir con la instalación de las demás capas de una naturación para cubiertas se deberán seguir los siguientes procesos para garantizar la estanquidad de la membrana impermeabilizante anti-raíz. Estos procesos deberán realizarse con las precauciones pertinentes para evitar el desgarre o cualquier tipo de lesión en la membrana, los pasos a seguir son:

- Limpieza de la superficie.
- Examen visual para verificar el correcto sellado de los traslapes y uniones con los pretilos y elementos singulares de la cubierta.
- Prueba de estanquidad con agua: se realiza taponando totalmente los desagües de la cubierta y aplicando una columna de agua de 10 cm de altura la cual se dejará durante 48 horas.

Cualquier defecto observado deberá comunicarse por escrito al responsable de la instalación para que realice las medidas correctivas pertinentes.

En caso de no realizarse la prueba de estanquidad el encargado responsable de la construcción del sistema, lo dejara asentado en la bitácora de la obra e informara por escrito a la persona responsable de la recepción del trabajo.

8.7.2. Protección pesada de la membrana impermeabilizante anti-raíz

La protección pesada de la membrana impermeabilizante anti-raíz está constituida por un elemento puesto en obra tal como el substrato, la grava, baldosas o losas, y debe ser estable y resistente a la humedad, la intemperie y los esfuerzos mecánicos.

En las zonas perimetrales, caminos de circulación y encuentros con elementos verticales es necesario utilizar gravas, baldosas o losas como protecciones pesadas.

Protección pesada con substrato: Se construye colocando sobre la membrana impermeabilizante anti-raíz una capa drenante con las características descritas en el apartado 8.8. sobre la cual se coloca una capa filtrante (descrita en el apartado 8.9.) la cual recibirá a la capa de substrato (ver apartado 8.10.) y finalmente, colocando la capa de vegetación.

Protección pesada con grava: Se utiliza en zonas sin vegetación cuya pendiente sea menor al 5% y la grava empleada deberá ser de canto rodado, cibrada o azul lavada además deberá estar limpia y libre de sustancias extrañas. El tamaño mínimo de la grava debe ser de 12 mm y deberá formar una capa de 5 cm de espesor mínimo.

Protección pesada con baldosas o con losas: Se utilizan en zonas sin vegetación y deben colocarse sueltas o recibidas con mortero de cemento sobre una capa complementaria extendida sobre la membrana impermeabilizante anti-raíz.

Cuando se utilicen losas colocadas sobre soportes que puedan dañar la membrana impermeabilizante anti-raíz, se colocará una capa de protección antipunzonante entre los soportes y la membrana. La colocación de losas deberá permitir en todos los casos el libre paso del agua.

8.8. CAPA DRENANTE (MATERIALES Y CARACTERÍSTICAS)

La capa drenante se coloca entre la membrana impermeabilizante anti-raíz y la capa filtrante, su función es recibir las precipitaciones excedentes en toda la superficie y conducir las hacia los desagües de la cubierta; además funciona como protección mecánica de la cubierta. Esta capa sirve también como espacio útil para las raíces y puede servir para almacenar agua.

La capa drenante debe seleccionarse de tal manera que pueda desalojar al menos una pluviometría de 2 l/min x m² de intensidad (300 l/s x ha), para ello se consideraran el tipo de sistema de naturación, la superficie total que cubren los desagües, la pendiente de la cubierta y la pluviometría de la zona.

En los sistemas de naturación desprovistos de capa drenante, la capa de substrato deberá ser suficientemente permeable al agua y la cubierta deberá tener la inclinación suficiente para permitir el drenado del agua excedente.

Materiales y características para la capa drenante

Para la conformación de la capa drenante se deberá emplear alguno de los siguientes elementos:

- Láminas de fibras sintéticas, polipropileno.
- Mallas plásticas con lámina filtrante.
- Placas drenantes de fibras textiles recicladas.
- Placas drenantes de polietileno.
- Placas drenantes de poliestireno.

O cualquier otro que demuestre cumplir con las características descritas en este apartado.

Para la capa drenante se utilizarán materiales con las características siguientes:

- Con estructura duradera y estable.
- Estabilidad de forma y función.
- Lo más ligeros posible.
- Inocuo para la vegetación (contenido en sales y en carbonatos solubles).
- Química y físicamente estables.

8.9. CAPA FILTRANTE

En los sistemas de naturación para cubiertas que cuenten con capa drenante, se deberá colocar una capa filtrante entre el dren y el substrato para evitar el paso de las partículas finas de este; las cuales podrían taponar la capa drenante.

Ésta capa debe colocarse sobre la superficie total de la capa drenante con un traslape mínimo de 15 cm. La capa filtrante, para efectos de conformación de las distintas áreas, deberá sobresalir mínimo 10 cm por encima de la superficie del substrato o banda lateral en el borde de la cubierta y en su encuentro con elementos emergentes. Una vez concluidos los trabajos de plantación, deberá recortarse la capa filtrante al nivel del substrato.

Características de la capa filtrante

- Compatible con los materiales con que esté en contacto.
- Con permeabilidad al agua 10 veces superior a la del substrato.
- De estructura duradera y estable.
- Imputrescible.
- Permisible al crecimiento de raíces.
- Resistente a la tensión y compresión.
- Resistente a la intemperie.
- Resistente a microorganismos.
- Resistente a pH elevados.

La capa filtrante deberá ser siempre permeable en ambos sentidos, permitiendo el paso de agua al menos en 2 l/min m² y tener un peso mínimo de 200 g/m². En los desagües se debe utilizar una capa de menor peso, pero no inferior a los 120 g/m².

8.10. CAPA DE SUBSTRATO

La capa de substrato de los sistemas de naturación tiene como función servir de soporte físico a la capa de vegetación, suministrándole los nutrientes, el agua y el oxígeno necesarios. Además es en donde se desarrollan las raíces de la planta.

El espesor de ésta capa está directamente relacionado con las necesidades del volumen radicular de las especies seleccionadas y con las condiciones microclimáticas de la zona, particularmente con la demanda de evapotranspiración, y debe ser de 10 cm como mínimo (excepto para el caso de naturación ligera para cubiertas).

8.10.1 Tipos de sistemas de sustrato.

Se pueden distinguir dos tipos de sistemas de substrato para la naturación que son:

- **Sistema monocapa:** Formado por una capa de substrato capaz de realizar las funciones de drenado.
- **Sistema bicapa:** Formado por una capa de substrato y una capa drenante.

Para el caso de los sistemas monocapa (naturación de superficies con fuerte inclinación), se consideraran dos zonas, mismas que estarán constituidas de la siguiente forma:

- Zona superior: 1 parte de partículas para drenaje (arcilla expandida, lava expandida, piedra pómez, etc.) por 2 partes de materia orgánica o la mezcla seleccionada para proporcionar el sustento y los nutrientes a la capa de vegetación.
- Zona inferior: 2 partes de partículas para drenaje por 1 parte de materia orgánica o la mezcla seleccionada para proporcionar el sustento y los nutrientes a la capa de vegetación.

8.10.2. Materiales y características para la capa de substrato

Los materiales adecuados para la conformación de la capa de substrato son:

- Mezcla de partículas minerales con o sin materia orgánica.
- Partículas minerales de estructura porosa (piedra volcánica, piedra pómez, arcilla expandida, etc.).

- Placas de tejidos industriales (lana de roca mineral).

Para mejorar alguna característica de la mezcla de sustrato, se pueden utilizar los siguientes materiales adicionales:

- Acolchados de materia orgánica.
- Fertilizantes orgánicos y minerales de liberación lenta.
- Partículas minerales porosas de alta estabilidad.
- Productos fijadores y retenedores de agua.

La capa de sustrato deberá proporcionar a la planta el soporte y los nutrientes necesarios, según el sistema y la vegetación seleccionados, considerando para ello las siguientes características de los elementos de la mezcla:

- Alcalinidad.
- Capacidad de intercambio catiónico.
- Contenido de material mineral.
- Contenido en materia orgánica de origen natural.
- Combustibilidad.
- Capacidad de compactación.
- Contenido de caliza activa.
- Capacidad de rehumectación adecuada (en relación a las necesidades de la vegetación).
- Capacidad de retención de agua adecuada (en relación a las necesidades de la vegetación).
- Estabilidad de sus propiedades.
- Homogeneidad.
- Salinidad.
- Libre de fitotoxicidad residual.
- Libre de patógenos vegetales.

Además, la capa de sustrato deberá ser lo más ligera posible siempre que garantice la satisfacción de las necesidades de la vegetación. La descomposición biológica y compactación de la capa de sustrato deberán ser mínimas por lo que deberá estar constituida en su mayoría de componentes inorgánicos. Los componentes minerales de la capa de sustrato no deberán dispersarse y deberán conservar su estructura.

En los sistemas extensivos la mezcla de sustrato deberá estar conformada por lo menos en un 70% por material poroso con un diámetro preponderante de 3.2 mm; en los sistemas intensivos el material poroso deberá constituir mínimamente el 50% de la mezcla y en los semi-intensivos constituirá entre el 60% y el 90%.

Cuando la capa de sustrato se encuentre expuesta a vientos intensos, deberá protegerse contra la erosión hasta que quede cubierta totalmente por la vegetación

Al término de los trabajos de colocación del sustrato, los residuos, producto de la limpieza del sitio, deberán ser depositados y manejados conforme a lo establecido en las normas vigentes.

8.11. CAPA DE VEGETACIÓN

En los sistemas de naturación extensiva, es necesario plantar una variedad de plantas que requieran poco mantenimiento, que puedan adaptarse a las condiciones extremas del lugar de plantación y que permitan obtener una cobertura de vegetación rápida y duradera. Las condiciones generales que deberá soportar la vegetación en este sistema son:

- Alta radiación solar (cuando la vegetación este dispuesta horizontalmente u orientada hacia el sol).
- Escaso volumen de suelo (predominantemente mineral).
- Largos periodos de sequía.
- Temperaturas extremas.
- Condiciones de nulo mantenimiento.

Para que la capa de vegetación pueda soportar estas condiciones deberán usarse agrupaciones vegetales cuyas condiciones se asemejen a las anteriormente descritas y que se encuentren adaptadas a las condiciones físicas y climáticas de la zona.

8.11.1. Características de la capa de vegetación

La vegetación utilizada en la naturación extensiva deberá tener sistemas radicales de poca profundidad, con buena capacidad de regeneración y con una altura de crecimiento menor a 50 cm. Las especies vegetales deberán cumplir con el máximo posible de los requerimientos siguientes:

- Con un desarrollo tapizante rápido y duradero.
- Resistentes a la acción del viento.
- Resistentes a largos periodos de sequía.
- Resistentes a las temperaturas extremas de la zona.
- Resistentes a los niveles de contaminación de la zona urbana.
- Resistentes a radiaciones solares elevadas.

Con fines orientativos y no restrictivos se enlistan a continuación algunos grupos de vegetación que suelen adaptarse adecuadamente a estas condiciones:

- Césped y pastos silvestres.
- Plantas C-4.
- Plantas CAM “Crasulacean Acid Metabolism”.
- Plantas Cespitosas.
- Plantas Herbáceas Perennifolias.
- Plantas Subarbusivas.
- Plantas Suculentas.
- Plantas Vivaces.

No se podrá usar una sola especie vegetal en este sistema, sino agrupaciones vegetales adaptadas a cada biotipo y a las condiciones particulares de cada edificación. Deberán considerarse diferentes agrupaciones de vegetación a fin de favorecer la viabilidad y la biodiversidad del sistema.

8.11.2. Capa de vegetación en naturaciones semi-intensivas

La vegetación apta para las naturaciones semi-intensivas incluye una gran variedad de especies y presenta características intermedias entre las naturaciones extensivas y las intensivas. En términos generales se puede decir que una naturación semi-intensiva puede incluir crasuláceas, pastos y arbustos dependiendo del nivel de cuidados que se pretenda dar a la vegetación. Sin embargo no es factible incluir árboles en este tipo de sistemas.

Dado que la elección de la vegetación en naturaciones semi-intensivas presenta características intermedias entre las naturaciones extensivas y las intensivas, no se tratarán de forma directa sino que se inferirá de los apartados 8.11.1. y 8.11.3.

8.11.3. Capa de vegetación en naturaciones intensivas

En las naturaciones de tipo intensivo se considera que es posible utilizar cualquier tipo de vegetación siempre y cuando no sea nociva para la salud humana o de reproducción restringida. Se pueden incluir plantas utilizadas en naturaciones extensivas así como plantas que requieran mantenimiento y cuidados constantes, por ejemplo plantas de ornato, pastos, arbustos, subarbusivos y árboles entre otros. Se deberán respetar las dimensiones y características descritas en la sección 8.3.

Sin embargo se obtendrán mejores resultados en la naturación si la vegetación seleccionada cumple con las características siguientes:

- Con un desarrollo rápido.
- Resistentes a la acción del viento.
- Resistentes a las temperaturas extremas de la zona.
- Resistentes a los niveles de contaminación de la zona urbana.
- Resistentes a radiaciones solares elevadas.
- Adaptada al clima y microclima de la zona.

Una condicionante que deberá atenderse para escoger la vegetación que se utilizará en una naturación intensiva, es que la altura de crecimiento de la vegetación no podrá exceder los 400 cm y que en caso de que la vegetación seleccionada tienda a exceder la altura mencionada, se deberá controlar su crecimiento con podas periódicas.

8.12. SUMINISTRO Y PLANTACIÓN

Para el establecimiento de la capa de vegetación, se podrán utilizar algunos de los siguientes materiales vegetativos:

- Plántulas
- Propágulos vegetativos
- Semillas
- Tapices vegetales precultivados

- Plantas, arbustos y árboles

En caso de utilizar plántulas o propágulos vegetativos, deberá existir un equilibrio entre la parte aérea y la parte subterránea de las plantas suministradas. Éstas deberán ser sanas, para que no peligran el arraigo y su desarrollo futuro en las condiciones del sistema.

En caso de que el suministro de planta sea en envase, la extracción total deberá ser sin adherencias a las paredes del mismo. Toda planta suministrada deberá contar con un cepellón bien formado y consistente, no se deberán establecer plantas con la raíz desnuda y las plantas utilizadas deberán tener por lo menos un mes y medio de establecidas.

Asimismo deberán tenerse en cuenta las siguientes características de la vegetación a plantar:

- Planta visiblemente vigorosa.
- Follaje del color característico para la especie sin pigmentación artificial.
- Sistema radicular bien desarrollado, con un cepellón estabilizado y compacto.
- La raíz no deberá presentar daños o malformaciones.
- Las plantas deberán tener por lo menos 1.5 meses de desarrollo.
- La planta que presente daño en el sistema radicular o que venga con la raíz desnuda no podrá ser sujeto de plantación.

Las plantas deberán ser producidas en vivero y no obtenidas de áreas naturales. La empresa proveedora de la planta deberá cumplir con lo establecido por la Ley Federal de Sanidad Vegetal, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, la Ley Ambiental del D.F. y las disposiciones vigentes al respecto.

Una vez finalizada la plantación deberá realizarse un riego saturando la capacidad de riego del sustrato.

8.13. NATURACIÓN LIGERA PARA CUBIERTAS

Este tipo de naturación es especial para cubiertas ligeras con poca capacidad de carga como las utilizadas frecuentemente en naves industriales. Cuando una cubierta que se pretenda naturar tenga una capacidad de carga adicional baja (de entre 50 y 90 kg/m²) y no se puedan realizar trabajos de refuerzo estructural para aumentar la capacidad de carga, se deberá optar por este tipo de naturación de acuerdo al sistema constructivo siguiente:

- Los elementos constructivos de este tipo de naturaciones corresponden con los mencionados en la sección 8.4. Sin embargo la capa de sustrato tendrá la composición de un sustrato para naturación extensiva (ver sección 8.10) pero su espesor será de entre 5 y 10 cm.
- Por su parte la capa de vegetación, también deberá cumplir con las condiciones establecidas para una naturación extensiva (ver sección 8.11.).
- Dadas las condiciones climáticas del Distrito Federal y la poca profundidad de la capa de sustrato, este tipo de sistemas requiere de riegos de apoyo durante la época de estiaje que garanticen la sobrevivencia de la vegetación. (ver sección 9.3).

8.14. CRITERIOS PARA LA NATURACIÓN DE CUBIERTAS QUE CUENTEN CON SISTEMAS FOTOVOLTAICOS Y/O FOTOTÉRMICOS

Cuando se desee naturar una cubierta que cuente con sistemas de captación solar fotovoltaicos o fototérmicos deberán atenderse las siguientes especificaciones:

- Las celdas de captación solar deberán colocarse de forma que queden por lo menos 20 cm por encima del nivel de sustrato o bien en zonas de la cubierta que no cuenten con vegetación.
- Los soportes para las celdas deberán ser impermeabilizados en los puntos de contacto con la losa o cubierta conforme a lo estipulado en la sección 8.7 considerándolos como elementos que penetran la cubierta (ver figura 7).
- La vegetación deberá colocarse a una distancia que garantice a largo plazo que no haya proyección de sombra sobre los paneles solares.

Nota: en caso de que la instalación de celdas solares exista previo a los trabajos de naturación, deberán realizarse las modificaciones necesarias para que se cumpla con las especificaciones mencionadas.

8.15. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE SEGURIDAD DURANTE LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS

Todos los trabajos realizados sobre la cubierta deberán cubrir las medidas de seguridad establecidas en la legislación, las normas y normas oficiales relativas a seguridad, protección civil, salud y demás disposiciones aplicables en materia de prevención de accidentes.

En presencia de lluvia o vientos intensos deberán suspenderse los trabajos y retirar o asegurar los materiales y herramientas que puedan representar un riesgo bajo dichas condiciones.

Los árboles de las cubiertas naturadas intensivas deberán colocarse con una separación respecto a la orilla de la cubierta de por lo menos el radio de la copa más 1 metro medido a partir del tronco. El radio de la copa del árbol deberá considerarse conforme al radio máximo alcanzable por la especie de árbol que se trate.

9. ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Para garantizar el correcto funcionamiento del sistema de naturación y la máxima vida útil del mismo, una vez construido, se deben realizar trabajos de inspección y mantenimiento periódicos. Para la realización de dichos trabajos es recomendable establecer un plan y un calendario de trabajo que considere los siguientes rubros.

9.1. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Los trabajos de supervisión y mantenimiento de los elementos constructivos deberán realizarse por lo menos dos veces al año para los sistemas de naturación y en ellos se deberán llevar a cabo las operaciones siguientes:

- Revisión y limpieza de los sumideros, bajadas de aguas y/o desagües relacionados con el sistema de desalojo de agua de la naturación.
- Revisión de los elementos de albañilería relacionados con el sistema de desalojo de agua de la naturación.
- Revisión visual del estado del soporte estructural y los elementos portantes.
- Revisión visual de la no existencia de filtraciones de agua al interior de la edificación.

Estos trabajos deben programarse dos semanas antes de la época de lluvias para la primera visita y al finalizar la temporada de lluvias para la segunda visita.

La superficie naturada deberá ser accesible para la realización de estos trabajos y para permitir el traslado de materiales desde la superficie naturada y hacia la superficie naturada.

Si se encuentra alguna anomalía de los elementos mencionados se deberá proceder de inmediato a la aplicación de las medidas correctivas correspondientes que garanticen el correcto funcionamiento del sistema de naturación. Dichas medidas correctivas deberán ser realizadas por personal calificado y deberán cubrir las medidas de seguridad establecidas en la legislación, las normas y normas oficiales relativas a seguridad, protección civil, salud y demás disposiciones aplicables en materia de prevención de accidentes.

9.2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE VEGETACIÓN

Se deberá supervisar la no aparición de plantas adventicias no deseadas especialmente durante los primeros meses posteriores a la construcción del sistema de naturación. En caso de encontrar este tipo de vegetación deberá ser eliminada manualmente.

Es preciso considerar que algunos tipos de vegetación que surgen en los sistemas de naturación de forma adventicia pueden ser deseables ya que incrementan la diversidad florística del sistema; en estos casos se conservará dicha vegetación.

Cuando la cobertura vegetal ha superado el 85% tras la fase de plantación, las visitas deberán ser dos veces al año como mínimo.

En caso de pérdida de vegetación deberán llevarse a cabo trabajos de replantación preferentemente al inicio de la temporada de lluvia.

Cuando la vegetación seleccionada para la naturación exceda el crecimiento deseado o el crecimiento permitido se llevarán a cabo trabajos de poda para controlar el crecimiento de la vegetación. Los restos de la poda pueden aportar a la repoblación de la naturación mejorando la germinación de las semillas y plantas.

9.3. RIEGO

Para la realización de los trabajos de riego se debe cuidar que el agua llegue suavemente a la superficie naturada en forma de lluvia fina o con un sistema de riego por goteo y/o micro aspersión que no exceda la capacidad de absorción del sustrato para evitar la escorrentía superficial del agua.

En inmuebles y/o complejos arquitectónicos que cuenten con sistemas de captación de agua pluvial, agua tratada o plantas de tratamiento de aguas; los riegos deberán realizarse con agua proveniente de estas.

Posterior a los trabajos de plantación será necesario un riego; la dosis de dicho riego variará en relación a las características de la capa de sustrato y de la época del año en que se realicen los trabajos.

La superficie que cuente con capa vegetal deberá regarse regularmente durante la época de estiaje (aproximadamente cada tercer día) hasta que se alcance una cobertura vegetal del 85% tras la fase de plantación.

En las naturaciones extensivas, una vez alcanzada la cobertura deseada se limitarán los riegos a dos veces por año durante la época de sequía salvo en ocasiones excepcionales en que la vegetación requiera un riego más intenso para su supervivencia.

En las naturaciones intensivas y semi-intensivas la frecuencia de los riegos, una vez que se alcance una cobertura vegetal del 85% tras la fase de plantación, se determinará en relación al tipo de sustrato y vegetación elegida.

En naturaciones ligeras para cubiertas se deberá contar con un sistema de riego por goteo o micro aspersión para efectuar los riegos de apoyo que sean necesarios para garantizar la supervivencia de la vegetación del sistema.

9.4. ABONADO Y ADICIÓN DE SUBSTRATO

Para la adecuada ejecución del abonado se deberán garantizar los niveles adecuados de fósforo, magnesio, potasio y microelementos de manera uniforme en toda la superficie del sustrato con capa de vegetación.

Es recomendable el uso de abonos de liberación lenta y para sistemas de naturación con una capa de sustrato poco profunda es necesario aplicar el abono en solución.

Una vez que se ha alcanzado una cobertura vegetal del 85%, los trabajos de abonado deberán anularse salvo en casos excepcionales en que la vegetación requiera mayores nutrientes en la capa de sustrato.

En términos generales los trabajos de adición de sustrato deberán ser nulos salvo en aquellas ocasiones en que la vegetación requiera una capa mayor de sustrato a la establecida inicialmente o cuando se pierda una porción considerable de la capa de sustrato por efectos de viento o precipitaciones pluviales muy intensas. Esta situación es muy poco probable una vez que se ha alcanzado una cobertura vegetal superior al 85% tras la fase de plantación. Queda estrictamente prohibido realizar adiciones de sustrato que rebasen las cargas consideradas para el análisis o cálculo estructural.

9.5. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Para los casos en que se requieran realizar trabajos de control de plagas y enfermedades en el sistema de naturación, deberá recurrirse a un técnico con licencia sanitaria de la Secretaría de Salud, para la aplicación de plaguicidas, conforme a lo estipulado en la Ley de Salud.

Cuando se lleven a cabo estos trabajos, deberán colocarse letreros con la leyenda: **“ÁREA VERDE EN TRATAMIENTO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES”** en las zonas en que se estén aplicando los agroquímicos, y se acondicionarán las mismas con cinta plástica de color amarillo y letras negras con la leyenda **“PRECAUCIÓN”**.

10. BIBLIOGRAFÍA

- ASTM, (2005), E 2396 - 05 Standard Test Method for Saturated Water Permeability of Granular Drainage Media [Falling-Head Method] for Green Roof Systems, ASTM INTERNATIONAL, United States
- ASTM, (2005), E 2397 - 05 Standard Practice for Determination of Dead Loads and Live Loads associated with Green Roof Systems, ASTM INTERNATIONAL, United States
- ASTM, (2005), E 2398 - 05 Standard Test Method for Water Capture and Media Retention of Geocomposite Drain Layers for Green Roof Systems, ASTM INTERNATIONAL, United States
- ASTM, (2005), E 2399 - 05 Standard Test Method for Maximum Media Density for Dead Load Analysis of Green Roof Systems, ASTM INTERNATIONAL, United States
- ASTM, (2006), E 2400 - 06 Standard Guide for Selection, Installation, and Maintenance of Plants for Green Roof Systems, ASTM INTERNATIONAL, United States
- Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas de Cataluña, (1999), Cubiertas Ecológicas - Norma Tecnológica de Jardinería y Paisajismo NTJ 11E, Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas de Cataluña, España.
- FLL- Dachbegruenungsrichtlinie 2002, Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.
- Gobierno del Distrito Federal, (29 de enero de 2004), GACETA OFICIAL DEL DISTRITO FEDERAL, Décima cuarta época, No. 8-TER, (REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL), Corporación Mexicana de Impresión, S.A. de C.V., México D.F.
- Gobierno del Distrito Federal, (6 de octubre de 2004), GACETA OFICIAL DEL DISTRITO FEDERAL, Tomo I, No. 103-BIS, (NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS DEL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL), Corporación Mexicana de Impresión, S.A. de C.V., México D.F.

- Gobierno del Distrito Federal, (6 de octubre de 2004), GACETA OFICIAL DEL DISTRITO FEDERAL, Tomo II No. 103-BIS, (NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS DEL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL), Corporación Mexicana de Impresión, S.A. de C.V., México D.F.
- Minke, Gernot, (2004), Techos verdes – Planificación, ejecución, consejos prácticos, Fin de Siglo, Uruguay.
- Sociedad Española de Ciencias Forestales, (2005), Diccionario forestal, Ediciones mundi-Prensa, España.
- Velazquez, Linda, S. (2005), Organic Greenroof Architecture: Design Considerations and System Components, Wiley Periodicals, Inc. Environmental Quality Management.
- Velazquez, Linda, S. (2005), Organic Greenroof Architecture: Sustainable Design for the New Millennium, Wiley Periodicals, Inc. Environmental Quality Management.
- Verdir.2004. “Green Roof Products & Living Wall Systems” <http://www.verdirsystems.com/html/living-walls.html>

11. **NORMATIVIDAD RELACIONADA**

Todos los trabajos de diseño, construcción y mantenimiento de los sistemas de naturación deberá cumplir con las condiciones establecidas en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal; Normas Técnicas Complementarias al Reglamento de construcciones del Distrito Federal; Reglamento de Impacto Ambiental y Riesgo; Reglamento de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal; Reglamento de la Ley de Protección Civil para el Distrito Federal; y demás normatividad vigente aplicable en el Distrito Federal.

12. **OBSERVANCIA**

Corresponderá a la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, a través de la Dirección General de Bosques Urbanos y Educación Ambiental, verificar el cumplimiento de la presente Norma. Para tal efecto, en el ejercicio de sus facultades, la Dirección General de Bosques Urbanos y Educación Ambiental podrá coordinarse, en lo conducente y de ser el caso, con las demás autoridades competentes en la materia.

Las personas que instalen sistemas de naturación en el Distrito Federal, deberán conservar, disponibles en todo momento para verificación de la Secretaría del Medio Ambiente, la descripción del proyecto; memoria de cálculo y diseño, manuales de operación y mantenimiento; y demás especificaciones técnicas del sistema de naturación respectivo, mientras el sistema de naturación se encuentre en funcionamiento.

La Secretaría establecerá los lineamientos y/o procedimientos administrativos para autorizar la instalación y/o construcción de sistemas de naturación en el Distrito Federal, atendiendo a los requerimientos mínimos de calidad y seguridad establecidos en la presente norma.

13. **VIGENCIA**

Esta norma entrará en vigor al día siguiente de su publicación en la Gaceta Oficial del Distrito Federal.

Dado en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los 8 días del mes de diciembre del año dos mil ocho.

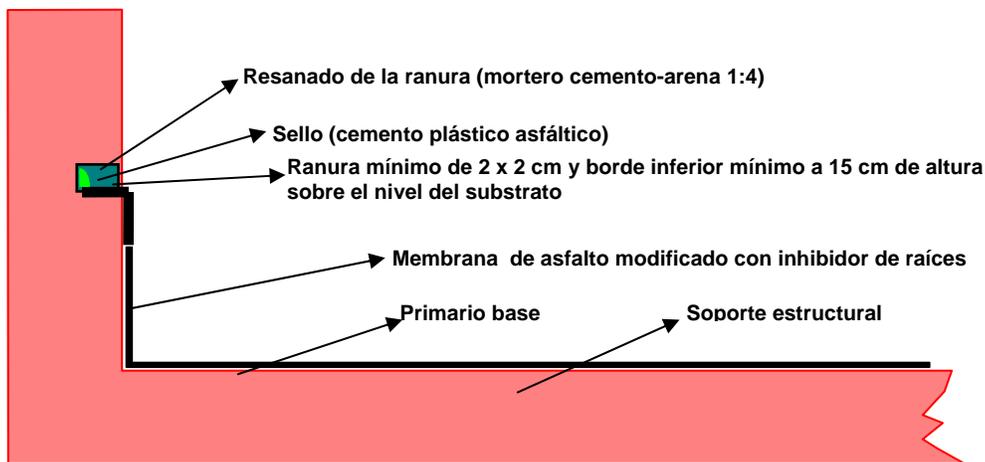
LA SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE
(Firma)
LIC. MARTHA TERESA DELGADO PERALTA

ANEXO I

COLOCACIÓN DE MEMBRANAS IMPERMEABILIZANTES ANTI-RAÍZ DE BASE ASFÁLTICA

- a) Deberá llevarse a cabo una limpieza general del sitio.
- b) Antes de aplicar el impermeabilizante anti-raíz, en todos los casos es necesario aplicar un primario asfáltico en toda la superficie, incluyendo el canto perimetral de la losa. El primario de base solvente se requiere para eliminar el polvo y sellar la porosidad de la superficie. Se requiere un período de secado mínimo de 24 horas.
- c) Para la colocación de la membrana impermeabilizante anti-raíz deberá utilizarse gas butano empleando sopletes especiales, para este tipo de material.
- d) La colocación de los lienzos debe realizarse en forma paralela al borde del techo, desde la parte más baja hacia la parte central del techo (principio de teja), respetando la pendiente de la superficie y el escurrimiento natural del agua.
- e) Para mejorar la adherencia del material y adecuar la colocación del impermeabilizante anti-raíz a la forma del techo se deberán sobreponer los rollos, y aplicar fuego al desenrollarlos, posteriormente es necesario regresar a efectuar el sellado del traslape.
- f) La aparición de un hilo negro de aproximadamente un centímetro será un indicador de que el traslape ha sido efectuado correctamente, simultáneamente se colocará la hojuela sobre el traslape.

- g) El impermeabilizante anti-raíz deberá cubrir en su canto horizontal al pretil si éste es menor a 25 cm de altura, en caso contrario, deberá realizarse una ranura de 2 x 2 cm a una altura de 15 cm sobre el nivel estimado del substrato. En dicha ranura se rematará el faldón contra esfuerzos de tensión y será resanado con mortero de cemento-arena 1:4.

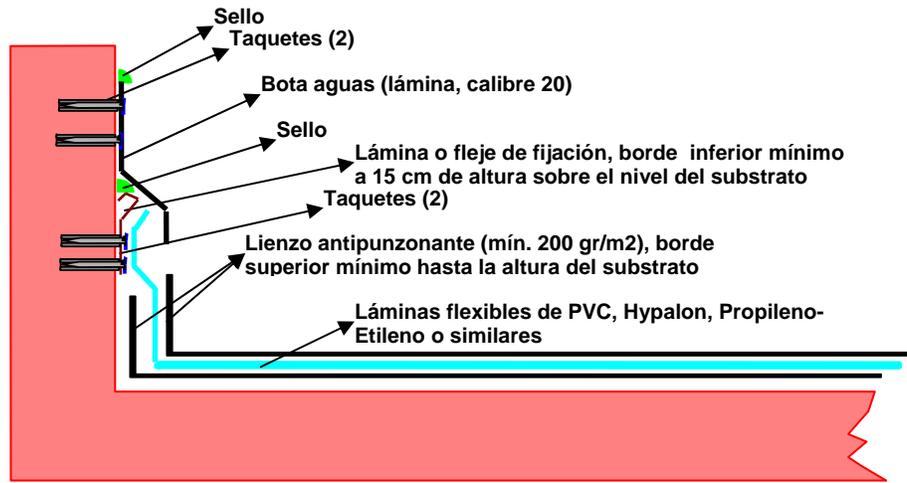


Esquema de fijación de membrana asfáltica a pretil, muretes y similares

Nota: No ranurar elementos estructurales

ANEXO II. COLOCACIÓN DE MEMBRANAS IMPERMEABILIZANTES ANTI-RAÍZ A BASE DE PVC, HYPALON, PROPILENO-ETILENO O SIMILARES

- a) Deberá llevarse a cabo una limpieza general del sitio.
- b) Colocar una capa de protección antipunzonante
- c) Se colocarán flejes de fijación en el perímetro del pretil y elementos singulares (ver esquema), a una altura mínima de 15 cm sobre el nivel estimado del substrato.
- d) Se deberá colocar otro fleje de fijación sobre la superficie horizontal a fin de anular esfuerzos de tensión.
- e) Colocar las láminas de impermeabilizante anti-raíz y unir las por termofusión al fleje de fijación sobre la superficie horizontal. Los traslapes entre láminas de impermeabilizante anti-raíz deberán ser sellados con PVC líquido.
- f) Unir por medio de un faldón el fleje de fijación del pretil o de elementos singulares a la lámina fijada en forma horizontal.
- g) Se deberá sellar el espacio entre el fleje de fijación y el pretil con un material flexible de un mínimo de 200 % de elongación.
- h) Se deberá colocar una capa de protección antipunzonante con la finalidad de proteger las láminas de impermeabilizante anti-raíz durante la instalación del resto del sistema de naturación.
- i) Se debe colocar un bota aguas para prolongar la vida útil del impermeabilizante anti-raíz.



Esquema de fijación de láminas de PVC, Hypalon, Propileno-Etileno o similares a pretilas, muretes y similares

Nota: No ranurar elementos estructurales

