

“Incorporar elementos urbanos sustentables en el espacio público de nuestros barrios y ciudades, favorece el cuidado del medioambiente, la equidad e integración social.”



3 SERIE ESPACIOS PÚBLICOS URBANOS
MANUAL DE ELEMENTOS URBANOS SUSTENTABLES

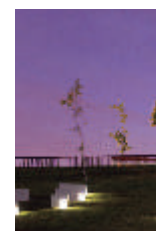
TOMO III LUMINARIAS, MATERIAL VEGETAL Y SISTEMAS DE RIEGO EFICIENTE

TOMO
III

SERIE ESPACIOS PÚBLICOS URBANOS

MANUAL DE ELEMENTOS URBANOS SUSTENTABLES

TOMO III LUMINARIAS, MATERIAL VEGETAL
Y SISTEMAS DE RIEGO EFICIENTE



VERSIÓN AGOSTO 2018

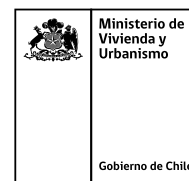




MANUAL DE ELEMENTOS URBANOS SUSTENTABLES

TOMO III: LUMINARIAS, MATERIAL VEGETAL Y SISTEMAS DE
RIEGO EFICIENTES

VERSIÓN N° 3 - AGOSTO 2018





Bajo licencia Creative Commons: Se permite la redistribución de este contenido siempre y cuando: se reconozca al autor de la obra, no se haga uso comercial y no se ejecuten obras derivadas.

Colección: Monografías y Ensayos

Serie: Espacios Públicos Urbanos ISBN: 978-956-9432-16-3

Título: Vol. 3 Manual de Elementos Urbanos Sustentables, **Tomo III:** Luminarias, Material Vegetal y Sistemas de Riego Eficiente, **ISBN:** 978-956-9432-60-6

Editor: División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional - Ditec

Desarrollo: Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción - CDT

Publicación: 215

CDU: 711.41

Autor: Ministerio de Vivienda y Urbanismo - Minvu

Redacción y coordinación editorial: Roxanna Ríos P., Ayesha Salas T. y Katherine Martínez A. (CDT)

Asesores técnicos: Paulina Villalobos R. (Luminarias); María Eugenia Pérez C., Claudia Raffo C., Carolina Sarrazin V. (Material Vegetal), y Claudio de la Cerda R. (Sistemas de Riego Eficiente)

Edición técnica: Camila Herrera G., Juan Pablo Yumha E. (Minvu)

Corrección de estilo: Claudia Paredes G. y Claudia Santibañez O. (Área Comunicaciones CDT), Miriam Díaz C., Jorge Silva H. e Ignacio Jara G. (Minvu)

Diseño y diagramación: Jennifer Cofré I. (Minvu) y Paola Femenías R.

Fotografías: Ayesha Salas T., Roxanna Ríos P., Katherine Martínez A., Catalina Pérez A. (CDT); María Eugenia Pérez C., Claudia Raffo C. y Carolina Sarrazin V. (Centro de Estudio y Diseño del Paisaje); Paulina Villalobos R. (Diav); Claudio de la Cerda R.; Gonzalo López V. (Minvu)

Impresión: Grupo Donnebaum. Santiago, Chile

Por su valiosa colaboración en el logro de esta publicación: Óscar Huerta G. (Pontificia Universidad Católica de Chile), Osvaldo Moreno F. (Pontificia Universidad Católica de Chile), Luz Alicia Cárdenas J. (Universidad de Chile), Héctor Berroeta T. (Universidad de Valparaíso), Maricarmen Tapia G. (Minvu), Loreto Muñoz M. (Serviu RM), Ximena Cabello M. (Seremi de Vivienda y Urbanismo RM), Sebastián Araya A. (Minvu), Bárbara Durán R. (Serviu RM), Macarena Parra O. (Minvu), Joel Prieto V. (Minvu), Óscar Araya H. (Minvu), Pamela Espinoza S. (Serviu RM), y Mercedes Eva P. (Minvu).

ÍNDICE

Introducción	13
CAPÍTULO 1: LUMINARIAS	16
1. Consideraciones Generales	16
1.1 Dimensión Ambiental	17
1.1.1 Consideraciones de eficiencia energética	17
1.1.2 Consideraciones de integración de energías renovables	19
1.1.3 Consideraciones de contaminación lumínica	21
1.2 Dimensión Social	23
1.2.1 Consideraciones de confort visual	23
1.2.2 Consideraciones de seguridad en los espacios públicos	24
1.3 Dimensión Económica	25
1.3.1 Consideraciones de durabilidad	25
1.3.2 Consideraciones para el diseño según macro zona climática	36
1.3.3 Interacciones con otros elementos urbanos sustentables	37
1.4 Fichas	41
Luminarias a piso, de 0 a 10 cm	42
Luminarias a baja altura, de 10 a 120 cm	48
Luminarias en mobiliario de baja altura	54
Luminarias en media altura, de 2,2 a 5,0 m	60
Luminarias a gran altura	66
CAPÍTULO 2: MATERIAL VEGETAL	72
2. Consideraciones Generales	72
2.1 Dimensión Ambiental	73
2.1.1 Consideraciones para la selección de la vegetación	73
2.1.2 Consideraciones de acuerdo con el uso de la vegetación	83
2.1.3 Reducción de la contaminación	85
2.1.4 Reutilización de material vegetal	86
2.2 Dimensión Social	87
2.2.1 Consideraciones para mejorar el confort térmico	87
2.2.2 Seguridad	91
2.2.3 Interacción con otros usos	92
2.2.4 Consideraciones para fomentar la identidad local	92
2.2.5 Consideraciones para la salud humana	93

2.3 Dimensión Económica	93
2.3.1 Consideración de criterios económicos y de durabilidad	93
2.3.2 Consideración de medidas de conservación del material vegetal	97
2.3.3 Otras consideraciones	101
2.4 Fichas	105
Árboles	106
Arbustos	114
Cubresuelos	122
Mulch orgánicos e inorgánicos	128
Florales, gramíneas, suculentas	134
Céspedes y prados	142
CAPÍTULO 3: SISTEMAS DE RIEGO EFICIENTE	150
3. Consideraciones Generales	150
3.1 Dimensión Ambiental	153
3.1.1 Consideraciones de reducción de uso de agua potable	153
3.1.2 Consideraciones de adaptación al contexto	154
3.1.3 Consideraciones de accesorios para riego eficiente	158
3.2 Dimensión Social	160
3.2.1 Consideraciones del entorno y vandalismo	160
3.3 Dimensión Económica	161
3.3.1 Consideraciones de diseño	161
3.3.2 Consideraciones de mantención y durabilidad	163
3.4 Fichas	167
Sistemas de riego por goteo	168
Sistemas de riego por aspersión	174
Uso de agua lluvia para riego	180
Polímeros absorbentes	186
GLOSARIO	190
BIBLIOGRAFÍA	205
NORMAS CHILENAS	211
ANEXOS	212

ABREVIATURAS

CDT	Corporación de Desarrollo Tecnológico
EUS	Elemento Urbano Sustentable
IK	Impact resistance
IP	Ingress protection
LED	Light-emitting diode
LGUC	Ley General de Urbanismo y Construcciones
Minvu	Ministerio de Vivienda y Urbanismo
MMA	Ministerio del Medio Ambiente
MOP	Ministerio de Obras Públicas
OGUC	Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones
RM	Región Metropolitana
Seremi	Secretaría Regional Ministerial
Serviu	Servicios de Vivienda y Urbanización
Subdere	Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo

PRESENTACIÓN

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Donec eleifend, lacus ut facilisis accumsan, quam mi auctor velit, in facilisis lacus ante id leo. Morbi sit amet sagittis dolor. Donec quis dolor placerat, porta felis ac, sollicitudin elit. Nullam at commodo magna, ac bibendum nulla. Pellentesque luctus lorem ut turpis vestibulum, in sollicitudin massa pharetra. Aliquam vitae erat magna. Curabitur pulvinar leo ac mi varius elementum. Curabitur luctus est quis eros congue congue. Quisque imperdiet quam dolor, vel egestas quam laoreet eu. Vestibulum justo justo, pulvinar scelerisque sagittis et, scelerisque vitae nulla. Vestibulum vestibulum facilisis dictum.

Pellentesque ut ligula bibendum, sollicitudin magna vitae, semper elit. Suspendisse congue vehicula facilisis. Vivamus cursus, orci vitae vulputate venenatis, dui massa malesuada ante, id ultricies est metus sit amet justo. Nam sapien nunc, posuere congue tempus a, congue non mauris. Pellentesque maximus ullamcorper sapien, in posuere mi rutrum nec. Cras volutpat felis justo, eget iaculis justo interdum eget. Vivamus interdum turpis vehicula massa ullamcorper, sit amet sodales ante ornare. In feugiat dapibus lectus a rhoncus. Mauris vitae urna at nunc venenatis auctor id id lectus. Morbi lobortis porttitor aliquam. Sed et eleifend dui, quis pulvinar diam. Ut rhoncus lacus id risus sollicitudin accumsan. Ut at urna volutpat, volutpat nunc ut, fringilla urna. Integer urna diam, sollicitudin vel faucibus at, mollis ac mauris. In nec maximus odio, at placerat arcu. Cras fermentum pharetra vestibulum.

Pellentesque consequat tempus placerat. Cras ut lorem eu lorem imperdiet consectetur a id elit. Integer laoreet lectus vitae commodo pretium. Suspendisse mauris libero, volutpat in vulputate eu, euismod a est. Quisque placerat lorem sed tortor consequat, vel fermentum neque malesuada. Sed cursus nisl lorem, id consectetur mi bibendum ullamcorper. Aliquam elementum risus ligula, in tristique orci dapibus vel. Duis a arcu ac sem pellentesque congue. Sed pulvinar leo massa, eget elementum nulla convallis et. Nulla aliquam nisi mattis leo accumsan congue.

Integer dictum ullamcorper mauris, in consequat ligula consectetur sit amet. Quisque tempus facilisis tellus, ac elementum libero viverra ut. Morbi in nunc ac neque porta volutpat. Suspendisse lobortis dapibus commodo. Fusce ut eros nisl. Vestibulum id vehicula lorem. Fusce vulputate magna vitae iaculis volutpat. Nunc quis porttitor magna. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Nulla eget elit venenatis, vestibulum felis eu, egestas erat. Proin consequat justo imperdiet dolor facilisis lacinia.

Pellentesque ut ligula bibendum, sollicitudin magna vitae, semper elit. Suspendisse congue vehicula facilisis. Vivamus cursus, orci vitae vulputate venenatis, dui massa malesuada ante, id ultricies est metus sit amet justo. Nam sapien nunc, posuere congue tempus a, congue non mauris. Pellentesque maximus ullamcorper sapien, in posuere mi rutrum nec. Cras volutpat felis justo, eget iaculis justo interdum eget. Vivamus interdum turpis vehicula massa ullamcorper, sit amet sodales ante ornare. In feugiat dapibus lectus a rhoncus. Mauris vitae urna at nunc venenatis auctor id id lectus. Morbi lobortis porttitor aliquam. Sed et eleifend dui, quis pulvinar diam. Ut rhoncus lacus id risus sollicitudin accumsan. Ut at urna volutpat, volutpat nunc ut, fringilla urna. Integer urna diam, sollicitudin vel faucibus at, mollis ac mauris. In nec maximus odio, at placerat arcu. Cras fermentum pharetra vestibulum.

Pellentesque consequat tempus placerat. Cras ut lorem eu lorem imperdiet consectetur a id elit. Integer laoreet lectus vitae commodo pretium. Suspendisse mauris libero, volutpat in vulputate eu, euismod a est. Quisque placerat lorem sed tortor consequat, vel fermentum neque malesuada. Sed cursus nisl lorem, id consectetur mi bibendum ullamcorper. Aliquam elementum risus ligula, in tristique orci dapibus vel. Duis a arcu ac sem pellentesque congue. Sed pulvinar leo massa, eget elementum nulla convallis et. Nulla aliquam nisi mattis leo accumsan congue.

Integer dictum ullamcorper mauris, in consequat ligula consectetur sit amet. Quisque tempus facilisis tellus, ac elementum libero viverra ut. Morbi in nunc ac neque porta volutpat. Suspendisse lobortis dapibus commodo. Fusce ut eros nisl. Vestibulum id vehicula lorem. Fusce vulputate magna vitae iaculis volutpat. Nunc quis porttitor magna. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Nulla eget elit venenatis, vestibulum felis eu, egestas erat. Proin consequat justo imperdiet dolor facilisis lacinia.

Erwin Navarrete Saldivia

Jefe de la División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional

INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al Tomo III del Manual de Elementos Urbanos Sustentables, que tiene como objetivo ser un documento de referencia y consulta para técnicos y profesionales que se desempeñan en la planificación de proyectos de espacio público en Chile. El Tomo I está compuesto por cuatro capítulos introductorios y requerimientos sustentables para el desarrollo de espacios públicos. El Tomo II está compuesto por dos capítulos que corresponden a las consideraciones generales y fichas de las categorías de Pavimentos y Circulaciones y Mobiliario Urbano.

El Tomo III corresponde a las categorías de Luminarias, Material Vegetal y Sistemas de Riego Eficientes. En cada categoría se incluyen dos niveles de información. La primera parte describe consideraciones generales y la contribución de la categoría del elemento urbano a las tres dimensiones (ambiental, social, económica) de la sustentabilidad, incorporando una visión integral a la hora de seleccionar un determinado elemento urbano. La segunda parte se conforma por un set de elementos urbanos posibles de utilizar en pos de la sustentabilidad de los espacios públicos en Chile, en forma de ficha técnica, entregando recomendaciones específicas para los diferentes tipos de elementos urbanos de cada categoría, en las etapas de diseño, construcción y conservación.

Es importante destacar que los elementos urbanos de este contenido, constituyen un conjunto acotado de ejemplos de elementos urbanos sustentables, que buscan abrir un abanico de posibilidades para los usuarios de este manual, sin agotar las posibles soluciones que puedan adoptarse para el desarrollo de espacios públicos sustentables.

INTRODUCCIÓN



CAPÍTULO I LUMINARIAS

CAPÍTULO 1: LUMINARIAS

1. CONSIDERACIONES GENERALES

¿QUÉ ES UNA LUMINARIA?

Como “luminaria” se entenderá el equipo de iluminación completo que es necesario instalar en exteriores públicos.

Como “lámpara” se entenderá el dispositivo que emite luz y que requiere de un soporte para su instalación.

Términos Luminotécnicos: Para comprender como los elementos de iluminación pueden contribuir a la sustentabilidad, en primer lugar, es necesario conocer algunos conceptos técnicos relacionados con su función.

- **Flujo luminoso:** Es la potencia luminosa total emitida por una fuente de luz. Unidad de medida lumen (lm).
- **Illuminancia:** La iluminancia indica la cantidad de luz que llega a una superficie y se define como el flujo luminoso (lm) recibido por unidad de superficie (m^2). Unidad de medida Lux (lm/m^2).
- **Luminancia:** Es la luz reflejada por las superficies y que llega a nuestros ojos. Representa la relación entre la intensidad luminosa y la superficie proyectada hacia la dirección vertical de la observación. Unidad: Candela/m (cd/m).

FIG.1. ESQUEMA DE TÉRMINOS LUMINOTÉCNICOS



Fuente: Esquema de Paulina Villalobos

- **Curva de distribución fotométrica:** Gráfico referencial donde se observa la geometría con la que la fuente de luz distribuye el flujo luminoso.

1.1 DIMENSIÓN AMBIENTAL

1.1.1 CONSIDERACIONES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Recomendación: Integrar tecnologías para la eficiencia energética en las luminarias de espacios públicos.

El concepto de eficiencia energética está ampliamente utilizado para promover el ahorro de energía.

Una recomendación inicial básica es tener siempre una planificación de la iluminación, para que esta se aplique solo a la superficie que lo necesite. De este modo, se evitan problemas como la distribución luminosa que apunta a zonas que no son útiles, o que generan luz invasiva y encandilamiento.

En relación a la iluminación pública existente, se busca promover e incentivar los recambios de luminarias antiguas, para ser reemplazadas por nuevas tecnologías, mejores y más eficientes. En el caso de proyectos en que se mantengan los postes existentes, es importante planificar y considerar posibles variaciones de la fotometría entre la lámpara original y la de recambio.

Por lo tanto, las consideraciones para lograr eficiencia energética tienen que ver con:

- **Consumo:** la eficiencia energética real de la luminaria.
- **Fotometría:** la correcta distribución lumínica de las luminarias.
- **Diseño:** el diseño de iluminación, la correcta distribución de las luminarias, niveles, homogeneidad, temperatura y color.

CONSUMO ELÉCTRICO

La energía consumida por una luminaria depende de la potencia (watts) y del tiempo que está encendida. Ambos aspectos son importantes ya que sus variaciones pueden afectar a la eficiencia energética de la instalación. Es importante conocer el consumo de energía de una instalación (existente o futura) cuando se considera el costo-eficacia de las medidas para mejorar su eficiencia energética. Tales medidas requerirán una inversión económica inicial, pero reducirán el consumo de energía en el futuro.

Para realizar un cálculo simple del consumo energético de una instalación, es necesario multiplicar la potencia instalada por las horas de uso.

- **Potencia instalada:** La potencia instalada se calcula multiplicando el número de lámparas por su potencia unitaria, teniendo en cuenta que en la potencia de la lámpara es necesario incluir la potencia del equipo auxiliar¹ (en caso que la lámpara lo requiera).
- **Horas de uso:** Las horas de uso de una instalación dependen de los patrones de ocupación del espacio, la luz natural disponible y el sistema de control usado.

La tecnología de iluminación está se encuentra actualmente en constante evolución, a diferencia del siglo XX, donde existían pocas alternativas tecnológicas para iluminar espacios públicos. Hoy en día existen innumerables diseños, proveedores y tecnologías que cambian y mejoran año a año. Es por esto que en este manual se indicarán los criterios para evaluar la eficiencia energética de una luminaria genérica, sin indicar específicamente un “tipo”.

EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA LUMINARIAS

- **Eficiente:** Se considerará bajo este concepto aquellas luminarias cuyo flujo luminoso sea superior a 90 lúmenes por watt. Es importante recalcar que es el flujo luminoso de la luminaria completa e instalada y no de la lámpara como elemento aislado. Para potenciar la sustentabilidad de los proyectos, se recomienda evitar aquellas de menos de 90 lúmenes por watt.
- **Muy Eficiente:** Serán aquellas luminarias cuyo flujo luminoso sea superior a 100 lúmenes por watt.
- **Altamente Eficiente:** Serán aquellas luminarias cuyo flujo luminoso sea superior a 110 lúmenes por watt.

TABLA 1. RESUMEN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LUMINARIA EXTERIOR SEGÚN LÚMENES POR WATT

EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LUMINARIA EXTERIOR	LÚMENES POR WATT DE UNA LUMINARIA INSTALADA
Eficiente	90
Muy Eficiente	100
Altamente Eficiente	110

Nota: Al utilizar las estrategias de reemplazo de luminarias por el consumo, no se debe descuidar otras características importantes, tales como confort visual o consideraciones de diseño de acuerdo con el contexto, necesarias para las luminarias de exterior descritas en este manual.

Fuente: Elaboración propia

1 Los equipos auxiliares son dispositivos que se utilizan para estabilizar los valores nominales de funcionamiento, o para ejercer un control sobre la lámpara en el encendido, apagado o regulación de la intensidad.

DISTRIBUCIÓN DE LA LUZ O CURVA FOTOMÉTRICA

La curva de distribución de intensidad luminosa, CDL, o curva fotométrica², proporciona la información para entender como la luz emitida será distribuida en el espacio y, por lo tanto, a las superficies que necesitamos iluminar. Esta es una característica fundamental de la luminaria para garantizar la eficiencia y el confort visual del diseño de un espacio público.

¿Como afecta la eficiencia? Al elegir una luminaria se debe tener claro qué es lo que se quiere iluminar ya que esta debe apuntar hacia dicha superficie. Toda luz emitida que no llegue a una superficie útil es un derroche de energía.

1.1.2 CONSIDERACIONES DE INTEGRACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

Recomendación: Considerar el potencial local existente para la integración de energías renovables en luminarias de espacios públicos.

La sustentabilidad y la innovación pueden ir de la mano para generar energía renovable, cuyo fin sea su uso en espacios públicos u otros fines.

En este manual se hará referencia, específicamente, a la incorporación de celdas o paneles fotovoltaicos, así como también generadores eólicos, utilizados para generar energía para luminarias de uso público.

Cabe mencionar que la generación de energía renovable no está relacionada directamente con la iluminación, ya que el tipo de la luminaria y sus características técnicas son totalmente independientes de la generación de energía que las alimenta.

2 Ver glosario.



PARADERO DE BUSES “SOLAR” EN DUBAI

Fuente: Gulf News. Abdel-Krim Kallouche



EJEMPLO DE LUMINARIA SOLAR EN PLAZA SAN JUAN, CLERKENWELL, LONDRES

Fuente: Ross Lovegrove. Ashley Bingham

1.1.2.1 ENERGÍA SOLAR

Las aplicaciones fotovoltaicas o paneles solares para la generación de energía eléctrica tienen un gran potencial de ser desarrollados, tanto para iluminación como asociados a múltiples elementos urbanos a lo largo de todo Chile.

VENTAJAS

- **Autonomía energética:** Especialmente en zonas remotas o aisladas (islas o zonas cordilleranas).
- **Diversidad:** Un elemento urbano “solar” es multifuncional en sí mismo y permite la innovación para distintas aplicaciones. La energía producida puede estar asociada a una luminaria o carga de algunos elementos del mobiliario urbano, por ejemplo, al seguro electrónico de un ciclero como “Bike Santiago”, a cargadores públicos de teléfonos móviles o computadores, información turística, etc.
- **Disponibilidad:** La radiación solar en el territorio nacional permite implementar elementos urbanos solares, desde 3KWh/m² (3000 watts por hora en 1 metro cuadrado) en la zona sur y sobre 7KWh/m² en la zona norte (Ministerio de Energía [s.f.]).
- **Versatilidad:** Los paneles fotovoltaicos pueden tener diversos tamaños y formas. Son fáciles de instalar en techos de marquesinas u otros elementos horizontales.

DESVENTAJAS

- **Batería:** Para elementos de uso nocturno, como las luminarias, es necesario contar con una batería para almacenar la energía con el doble de capacidad a la cual debe funcionar



LUMINARIAS HÍBRIDAS EN MÁLAGA, ESPAÑA

Fuente: Revista Digital Entre Líneas, España



LUMINARIAS HÍBRIDAS EN OBSERVATORIO AMISAN, KOREA

Fuente: Revista Forbes



LUMINARIA HÍBRIDA EN PUENTE LO CURRO, VITACURA

Fuente: CDT

el elemento. Las baterías son elementos contaminantes y susceptibles al robo y vandalismo, y que requieren de constante renovación debido a su corta vida útil o como mínimo una mantención anual realizada por personal calificado.

- **Requiere personal calificado para su instalación:** Un error común es la ubicación de los paneles apuntando en la dirección incorrecta y/o con la inclinación incorrecta respecto a la orientación solar (norte).
- **Vulnerabilidad:** Requiere de diseño y posición del panel solar para prevenir el vandalismo.

1.1.2.2 ENERGÍA EÓLICA

La energía eólica se genera cuando la energía cinética del viento se transforma en energía eléctrica por medio de un generador eólico. Este es un dispositivo con un sistema mecánico de rotación o rotor provisto de palas que, con la energía cinética del viento, mueve un generador eléctrico conectado al sistema motriz.

Para iluminación, algunos fabricantes disponen de un sistema híbrido (ejemplo, puente Lo Curro en la comuna de Vitacura) compuesto por un panel fotovoltaico en la parte superior y un generador eólico de eje vertical integrado en el mástil. La energía generada por ambos elementos es almacenada normalmente en las baterías dispuestas en la base del poste.

En Chile no encontramos ejemplos de generadores eólicos asociados a una luminaria, aunque existe un gran potencial de desarrollo de energía a través de generadores eólicos, sobre todo en zonas costeras y en la Macro Zona Sur Austral de Chile³.

1.1.3 CONSIDERACIONES DE CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

Recomendación: Evitar la generación de contaminación lumínica por parte de elementos de iluminación del espacio público.

En Chile existe una normativa de contaminación lumínica que rige en las regiones II, III y IV. Nace para proteger la calidad del cielo nocturno vinculada a la observación astronómica científica de observatorios internacionales y nacionales. La contaminación lumínica se define como “el brillo o resplandor de la luz producido en el cielo nocturno provocado por la reflexión y difusión de la luz artificial en los gases y partículas de la atmósfera” (OPCC [s.f.]).

Este tipo de contaminación no solo afecta la observación astronómica, sino que debe ser considerada a la hora de evaluar y proyectar la iluminación exterior en todas las zonas del país, ya que tiene impactos ambientales (dimensión ambiental):

- Derroche energético y aumento innecesario del consumo eléctrico.
- Alteración de ecosistemas, especialmente la flora y fauna nativa nocturna.

3 Ver Ministerio de Energía (s.f.). Explorador de energía eólica, en <http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Eolico2/>

Además, se relaciona con el confort visual (dimensión social):

- Genera espacios inseguros debido al encandilamiento de los usuarios.
- Altera la salud de las personas al generar luz invasiva a espacios habitacionales, hospitales, hoteles, etc.

FIG. 2. CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

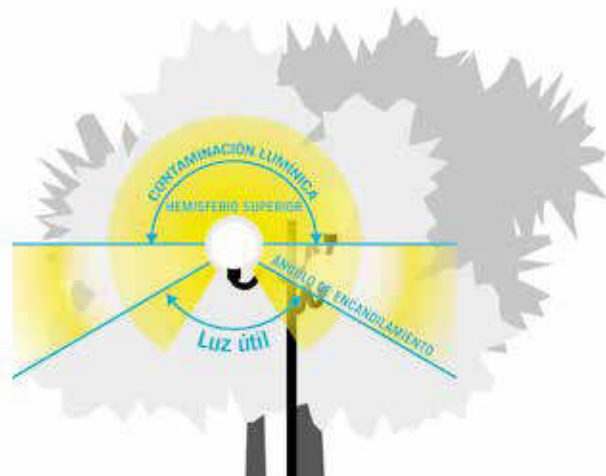


Fuente: Eclairage public (2010)

La tipología de postes y luminarias presentada en la Figura 3 es muy común en espacios públicos de Chile. Independiente de la fuente de iluminación (haluro metálico, vapor de mercurio, sodio de alta presión, fluorescente compacto o LED), el diseño es altamente “ineficiente”.

Según un cálculo fotométrico simple, menos del 20% del flujo luminoso de la luminaria es luz útil, es decir, más del 80% del flujo luminoso es energía desperdiciada. El derroche energético involucra la contaminación lumínica y el encandilamiento.

FIG.3. TIPOLOGÍA DE POSTE Y LUMINARIA USADA FRECUENTEMENTE EN CHILE



Fuente: Esquema de Paulina Villalobos

1.2 DIMENSIÓN SOCIAL

1.2.1 CONSIDERACIONES DE CONFORT VISUAL

Recomendación: Diseñar el proyecto de iluminación considerando el impacto de esta sobre el confort visual de los usuarios.

Se debe evitar el encandilamiento o deslumbramiento (discapacidad visual y momentánea que impide ver de manera adecuada). Según la CIE⁴ es la condición visual en la que existe un contraste excesivo o una distribución inadecuada de las fuentes de luz, lo que perturba al observador o limita la capacidad de distinguir los detalles y objetos. Lo anterior se produce debido a la instalación de luminarias con un diseño deficiente, mala distribución fotométrica y/o instalación equivocada. Malas prácticas que terminan siendo perjudiciales para el confort visual de los usuarios de espacios públicos, peatones, ciclistas, automovilistas y vecinos, logrando afectar su seguridad y pueden ser una potencial causa de accidentes.

El encandilamiento o deslumbramiento ocurre cuando se puede ver directamente la fuente de luz de la luminaria. El ojo humano está diseñado para adaptar el campo visual al nivel de mayor intensidad luminosa, es decir, se regula al punto más brillante. Por lo tanto, si el contraste o diferencia de luz entre la zona más brillante y la menos brillante del campo visual es muy alta, se produce una discapacidad visual que no permite ver de manera apropiada. Una luz mal distribuida es enemiga del confort visual.

Un error común es pensar que con más luz se verá mejor y será más seguro. Sin embargo, una mayor cantidad de luz mal distribuida provoca exactamente lo contrario: no ver bien (ausencia de confort visual) debido al encandilamiento.

En la Figura 4 se percibe la importancia del apantallamiento para evitar ver la fuente de luz de manera directa, y como el exceso de luz (por el alto contraste) impide una correcta visibilidad.

FIG.4. EJEMPLO DE ENCANDILAMIENTO Y CONFORT VISUAL

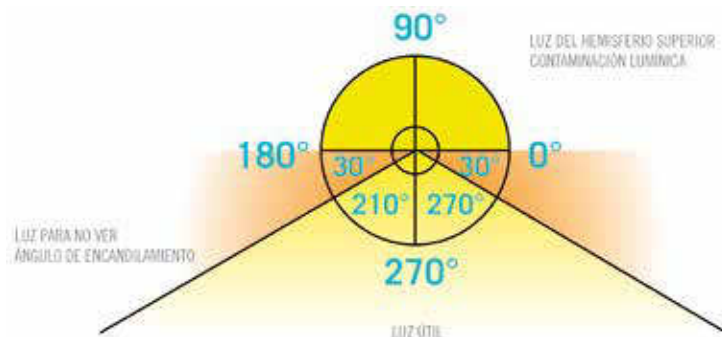


ENCANDILAMIENTO: EXCESO DE LUZ QUE LLEGA AL OJO E IMPIDE VER
CONFORT VISUAL: FUENTE DE LUZ QUE PERMITE VER EL ENTORNO

Fuente: Goldendale Observatory (safe)

Entonces, un factor determinante para evaluar la calidad de la iluminación de un espacio público es el control del encandilamiento, por lo cual involucra el diseño de la iluminación en relación con el espacio público y también la elección correcta de las luminarias.

FIG.5. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DEL FLUJO LUMINOSO DE LUMINARIA EN POSTE PARA GRAFICAR ZONAS DE LUZ



Fuente: Gráfico Noche Zero

1.2.2 CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD EN LOS ESPACIOS PÚBLICOS

Recomendación: Aumentar la percepción de seguridad en los espacios públicos por medio de un diseño adecuado de iluminación.

En general tendemos a asociar la iluminación con la seguridad de los espacios públicos. Sin duda, la ausencia de luz no solo genera una mayor sensación de inseguridad por la vulnerabilidad a la delincuencia, sino también porque la mala visibilidad en un recorrido puede provocar accidentes como tropiezos, caídas o choques.

Sin embargo, la sola presencia de luz no garantiza la seguridad de los espacios. Para la seguridad de un recorrido, se debe considerar el diseño de la iluminación en relación con el mobiliario, paisajismo, pavimentos, usos y las respectivas iluminancias (niveles de luz en las superficies) recomendadas y también, como se comentó anteriormente, con el control del encandilamiento o deslumbramiento.

La seguridad en relación con la prevención del crimen y el vandalismo es un tema altamente debatido, ya que no hay estudios que demuestren que la iluminación y/o el aumento de los niveles de iluminación logren disminuir estos factores. Sí existe un consenso en que una correcta iluminación aumenta la percepción de seguridad, lo que en términos de valor para una comunidad es positivo, aunque no se refleje en cifras de reducción de la delincuencia.

A pesar de que no se cuenta con estudios locales que asocien y comparen cifras de delincuencia con cambios en los niveles y diseño de iluminación en diferentes espacios públicos, para efectos de este manual se tomarán como referencia las conclusiones de estudios realizados en Norteamérica y Reino Unido (IESNA, 2003). Dentro de

estas conclusiones, se describe que el mejoramiento del alumbrado público influye sobre la reducción de los niveles de delincuencia de manera indirecta, a través de dos mecanismos. El primero y más obvio es que ayuda a la vigilancia de las autoridades y de la propia comunidad cuando anochece. Esto en caso que el aumento de la vigilancia o preocupación sea percibida por los delincuentes como un aumento en el esfuerzo y riesgo que deben correr para cometer un delito, en relación con el beneficio que obtendrán. De ser así es probable que el nivel de delincuencia se reduzca. Pero en los casos en que el aumento de la vigilancia no esté asociado a ninguna pena o castigo relacionado con un delito, entonces la iluminación no será eficaz.

El segundo mecanismo es mediante el aumento de la confianza de la comunidad, el que respondería a un mayor uso y apropiación del espacio público, con el que se ejercería, consecuentemente, un control social informal. Este mecanismo puede ser eficaz tanto de día como de noche, pero está sujeto a muchas otras variables independientes de la iluminación.

1.3 DIMENSIÓN ECONÓMICA

1.3.1 CONSIDERACIONES DE DURABILIDAD

Recomendación: Seleccionar y utilizar luminarias que posean características que favorezcan su durabilidad.

La durabilidad de las luminarias se relaciona con los niveles de protección contra agentes externos. Esto se complementa con las horas de vida útil del tipo de lámpara seleccionada.

Potenciar la durabilidad se vincula directamente con la sustentabilidad de la iluminación, ya que con ello se evita el recambio constante de luminarias, rebajando los costos asociados. Asimismo, se reducen los impactos ambientales vinculados con la fabricación, transporte, instalación y disposición final de luminarias (dimensión ambiental). Por otra parte, y gracias a la durabilidad, se reducen potenciales riesgos para los usuarios del espacio público, tal como la exposición a vidrios, partes y piezas de luminarias dañadas.

Es por esto que las luminarias para exteriores deben tener características especiales, relacionadas con la capacidad de resistir a la intemperie. Antes de abordar cualquier diseño o proyecto de iluminación es recomendable que las luminarias cumplan con estándares de seguridad relacionados con las características de su envolvente y referidas a la resistencia a la humedad y agentes externos como polvo, smog, rocío o agua. Además, estas deben ser resistentes mecánicamente, siendo robustas para soportar golpes.

Con estas características se reduce el requerimiento de mantenimiento, potenciando su durabilidad y sustentabilidad en el tiempo.

De este modo, para la selección de luminarias se recomienda considerar los siguientes índices:

- **IP:** Índice de protección a la humedad y agentes externos.
- **IK:** Índice de resistencia mecánica.

a) Protección a agentes externos sólidos y líquidos:

El índice de protección IP define el grado de protección al ingreso de agentes externos (IP es la sigla en inglés de Ingress Protection⁵). Se refiere al nivel de protección eléctrica, no solo de la luminaria, sino también de los equipos eléctricos en general, lo que lo hace válido para transformadores, drivers, controladores, sensores, equipos auxiliares, etc., asociados a la instalación eléctrica exterior.

Este indicador, presente en las especificaciones técnicas y en la luminaria, posee dos cifras que indican su grado de protección contra sólidos (1ª cifra) y su grado de protección contra líquidos (2ª cifra). Así, normalmente el grado de protección IP en las luminarias o elementos eléctricos se indican con la nomenclatura de cifras, por ejemplo: Luminaria de Piso IP67, o luminaria en poste IP64.

TABLA 2. RESUMEN DE ÍNDICES DE PROTECCIÓN CONTRA AGENTES SÓLIDOS Y LÍQUIDOS

GRADO DE PROTECCIÓN CONTRA SÓLIDOS		GRADO DE PROTECCIÓN CONTRA LÍQUIDOS	
1ª CIFRA	DESCRIPCIÓN	2ª CIFRA	DESCRIPCIÓN
0	No protegida	0	No protegida
1	Protegida contra los cuerpos sólidos de más de 50 mm	1	Protegida contra la caída vertical de gotas de agua
2	Protegida contra los cuerpos sólidos de más de 12 mm	2	Protegida contra la caída de gotas de agua con una inclinación máxima de 15°
3	Protegida contra los cuerpos sólidos de más de 2,5 mm	3	Protegida contra la lluvia fina (pulverizada)
4	Protegida contra los cuerpos sólidos de más de 1 mm	4	Protegida contra las proyecciones de agua
5	Protegida contra el polvo	5	Protegida contra los chorros de agua

5 La Normativa de Referencia es la CEI 60529

FIG.6. ÍNDICE IP



Fuente: Paulina Villalobos

GRADO DE PROTECCIÓN CONTRA SÓLIDOS		GRADO DE PROTECCIÓN CONTRA LÍQUIDOS	
1ª CIFRA	DESCRIPCIÓN	2ª CIFRA	DESCRIPCIÓN
6	Totalmente estanco contra el polvo	6	Protegida contra fuertes chorros de agua o contra la mar gruesa
		7	Protección contra los efectos de la inmersión
		8	Protegida contra la inmersión prolongada

Fuente: Paulina Villalobos

Recomendación: En espacios públicos urbanos, la primera cifra (X1) debe ser superior a 5 y la segunda (X2) superior a 4.

b) Protección Antivandálica:

El índice IK se refiere a la resistencia que las luminarias y equipos eléctricos, en general, ofrecen contra golpes mecánicos externos. Por eso se conoce como Índice Antivandálico.

El número del índice se describe mediante dos dígitos detrás la nomenclatura IK, información que debe estar indicada en la luminaria y su ficha técnica.

Para luminarias expuestas en espacios públicos urbanos, el índice antivandálico debe ser superior a IK07. En caso de estar a nivel de piso, o a menos de 1 m, se recomienda IK 10.

TABLA 3. GRADOS DE PROTECCIÓN IK

GRADO DE PROTECCIÓN IK	IK0	IK01	IK02	IK03	IK04	IK05	IK06	IK07	IK08	IK09	IK10
Energía (J)	--	0,15	0,2	0,35	0,5	0,7	1	2	5	10	20
Masa y altura de la pieza que golpea	--	0,2kg 70mm	0,2kg 100mm	0,2kg 175mm	0,2kg 250mm	0,2kg 350mm	0,5 kg 200mm	0,5kg 400mm	1,7kg 285mm	5kg 200mm	5kg 400mm

Fuente: Paulina Villalobos

FIG.7. ÍNDICE IK



Fuente: Paulina Villalobos

c) Horas de vida útil:

La vida útil de una lámpara se refiere al tiempo de funcionamiento durante el cual el flujo luminoso del sistema conserva el 80% de su valor inicial. Este es un indicador de la rentabilidad de la tecnología seleccionada y se mide en horas de funcionamiento.

Al momento de elegir una lámpara se debe considerar la vida útil, así como también otros factores como la eficiencia y la emisión espectral. A continuación se presenta una tabla comparativa de las diferentes opciones de lámparas exteriores que se pueden utilizar en el espacio público. En ella se expresan criterios como la potencia, vida útil, eficiencia, temperatura de color, CRI, equipo auxiliar y posibilidad de reciclaje en Chile y los respectivos rangos de valores en algunos de ellos, los cuales dependerán de las características del proyecto.

1.3.1.1 CONSIDERACIONES DE MANTENCIÓN

En la planificación de las labores y trabajos a realizar para el mantenimiento y conservación de las luminarias se recomienda incluir:

- Elaboración del calendario de mantenimiento preventivo y correctivo de toda la red de iluminación.
- Organización de programas y/o planes del personal de limpieza y personal especializado de iluminación.
- Elaboración y/o actualización permanente del catastro de las instalaciones de iluminación, revisando aleatoriamente los elementos que se han reemplazado para asegurar el correcto funcionamiento.
- Catálogo de proveedores y número de asistencia en caso de requerirlo.

La mantención de los elementos de iluminación puede ser del tipo preventiva o correctiva.

1.3.1.2 MANTENCIÓN PREVENTIVA

La mantención preventiva es la que se realiza en periodos cortos, normalmente con intervenciones mensuales, para preservar las condiciones iniciales del sistema de iluminación de los espacios públicos. Tiene por objetivo evitar el desgaste natural de los componentes de los elementos, así como eliminar riesgos externos previsible que puedan afectar la calidad de la instalación.

Para ello se deberán considerar las características propias del tipo de luminaria utilizada (como por ejemplo sus índices IP e IK), el grado de contaminación atmosférica de la localidad y las características de los circuitos eléctricos de la instalación.

En este tipo de mantenimiento se realizan revisiones (inspección visual) periódicas en jornadas diurnas y nocturnas, de acuerdo con manuales de operación, según el proveedor; también se desarrollan pruebas mínimas de comprobación de los circuitos. Estas acciones favorecen la durabilidad y vida útil de las luminarias.

LIMPIEZA

La frecuencia de limpieza y mantención se deberá establecer de acuerdo con las características propias de cada lugar, considerando, por ejemplo, el polvo en el norte, el material particulado en zonas urbanas del centro, excrementos en zonas costeras o parques, etc.

Las labores de fácil acceso (luminarias menores a 3,8 m de altura con respecto al suelo) se debiesen realizar mensualmente, y las de difícil acceso, (luminarias superiores a 3,8 m de altura) cada 3 meses. El objetivo es retirar elementos extraños que impidan disipar el calor que emite la luminaria, especialmente en el caso que sea LED, debido a que puede:

- Afectar los niveles y distribución de la iluminación.
- Acortar la vida útil de la luminaria.

Relojes programadores: El control automatizado de encendido y apagado de las luminarias permite optimizar el consumo energético. Esto se debe programar aproximadamente cinco veces al año dependiendo de la estación, cambios de horario y/o las condiciones geográficas del lugar del proyecto.

1.3.1.3 MANTENCIÓN CORRECTIVA

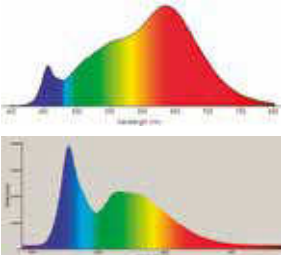
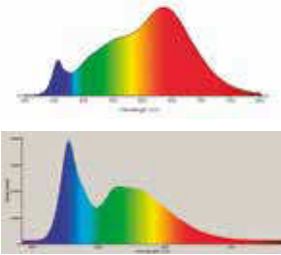
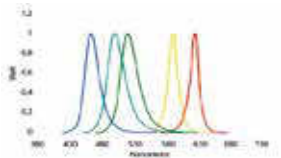
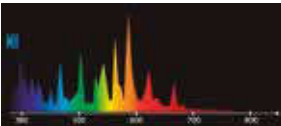
La mantención correctiva es la que se realiza para solucionar fallas en el sistema de iluminación de los espacios públicos y se lleva a cabo cuando el desgaste de un componente del elemento de iluminación requiera recambio. Para este proceso es importante contar con un catastro de instalaciones de alumbrado público, actualizado de forma periódica. En lo posible, se deberá propender al reciclaje de partes y piezas que sean retiradas y a la correcta disposición final de los residuos de luminarias que no puedan ser reciclados.

Se recomienda establecer un calendario de reposiciones de los componentes de la luminaria, de acuerdo con especificaciones técnicas y horas de vida útil de la lámpara. Algunos aspectos a tener en cuenta son:

- Necesidad de recambio de bombillas y/o componentes de la luminaria.
- Pruebas mecánicas y eléctricas del sistema de iluminación, al igual que el encendido, apagado y funcionamiento.
- Poda de material vegetal cercano, para despejar el cono de intensidad máxima de cada luminaria.

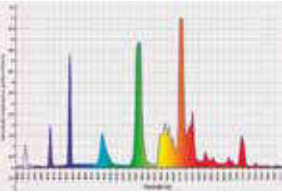
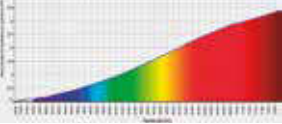
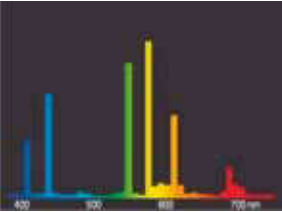
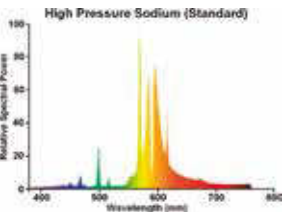
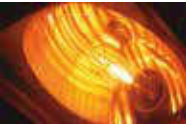


TABLA 4. TABLA COMPARATIVA DE LOS DISTINTOS TIPOS DE LÁMPARAS

TABLA COMPARATIVA DE CARACTERÍSTICAS DE LOS DISTINTOS TIPOS DE LÁMPARAS (PARA MAYOR DEFINICIÓN CONSULTAR GLOSARIO)				
LÁMPARA	GRÁFICA EMISIÓN ESPECTRAL	FOTOGRAFÍA REFERENCIAL	POTENCIA (W)	VIDA ÚTIL (HORAS)
	REFERENCIA DE LOS COLORES QUE EMITE LA FUENTE LUMINOSA	EJEMPLO DE LÁMPARA	CONSUMO ELÉCTRICO EN WATTS	TIEMPO QUE FUNCIONA SIN PERDER EL RENDIMIENTO LUMINOSO
LED de iluminación general			0,3 a 200	40.000 a 100.000
LED de señalización			0,3 a 50	40.000 a 50.000
LED RGB	Curva por color de LED 		0,3 a 200	40.000 a 50.000
Haluro Metálico	Espectro interrumpido, emite UV 		70 a 1500	17.000 a 20.000

Fuente: Paulina Villalobos

EFICIENCIA (lm/W)	TEMPERATURA COLOR (K)	CRI (%)	EQUIPO AUXILIAR	RECICLABLE EN CHILE
RELACIÓN ENTRE EL FLUJO LUMINOSO Y LA POTENCIA ELÉCTRICA CONSUMIDA	TONO DE LA FUENTE DE LUZ	ÍNDICE DE REPRODUCCIÓN DE LOS COLORES	VARIABLE A CONSIDERAR	VARIABLE A CONSIDERAR
80 - 110	2.400 a 6.000	70 a 97	transformador	no
20 - 80	2.700 a 6.000	70 a 90	transformador	no
40 - 80	no aplica	40 a 80	transformador + controlador	no
75 - 105	3.000 a 6.600	70 a 80	balast	parcialmente

TABLA COMPARATIVA DE CARACTERÍSTICAS DE LOS DISTINTOS TIPOS DE LÁMPARAS (PARA MAYOR DEFINICIÓN CONSULTAR GLOSARIO)				
LÁMPARA	GRÁFICA EMISIÓN ESPECTRAL	FOTOGRAFÍA REFERENCIAL	POTENCIA (W)	VIDA ÚTIL (HORAS)
	REFERENCIA DE LOS COLORES QUE EMITE LA FUENTE LUMINOSA	EJEMPLO DE LÁMPARA	CONSUMO ELÉCTRICO EN WATTS	TIEMPO QUE FUNCIONA SIN PERDER EL RENDIMIENTO LUMINOSO
Tubos fluorescentes	Espectro interrumpido, emite UV 		18 a 54	20.000
Halógena incandescente	Espectro completo, baja emisión azules, emite IR 		20 a 40	20.000 a 25.000
Vapor de mercurio			20.000	24.000
Vapor de sodio alta presión	High Pressure Sodium (Standard) 		20.000	8.000

Fuente: Paulina Villalobos

EFICIENCIA (lm/W)	TEMPERATURA COLOR (K)	CRI (%)	EQUIPO AUXILIAR	RECICLABLE EN CHILE
RELACIÓN ENTRE EL FLUJO LUMINOSO Y LA POTENCIA ELÉCTRICA CONSUMIDA	TONO DE LA FUENTE DE LUZ	ÍNDICE DE REPRODUCCIÓN DE LOS COLORES	VARIABLE A CONSIDERAR	VARIABLE A CONSIDERAR
48 - 80	3.000 a 6.000	70 a 80	balast	no
20 - 30	2.900 a 3.100	100	posible transformador	si
100	3.500 a 4.500	40-70	balast	parcialmente
150	2.000 a 2.200	25-50	balast	parcialmente

CRITERIOS	NOTAS
GRÁFICA REFERENCIAL DE EMISIÓN ESPECTRAL	La gráfica muestra una referencia de los colores que emite la fuente luminosa. Como referencia se puede ver que una lámpara fluorescente emite solo algunos colores y que la halógena emite todos los colores (espectro continuo). Los LED, en su mayoría, emiten el espectro continuo, pero tienen un pic en los azules (450 nm). Como criterio de iluminación para espacios públicos urbanos en zonas donde transiten o permanezcan personas, se debe evitar la luz general con un alto contenido de azules (por razones de salud debido a la presión de la melatonina) y se recomienda privilegiar la luz cálida (3000 K o menor). Este criterio puede tener excepciones si se trata de señalizaciones de muy baja intensidad o de un diseño de iluminación que no sobrepase los 10 lux en el rostro.
POTENCIA (W)	Indica el consumo eléctrico en watts. Este puede ser muy variable dependiendo del propósito y tecnología de la luminaria, yendo desde los 0,3 W -muy bajo consumo eléctrico, para luminarias de baja altura, mobiliario o señalización de pavimentos-, hasta luminarias de 200 W, como proyectores ubicados a gran distancia y/o para grandes áreas.
VIDA ÚTIL (HORAS)	Es un factor a considerar para planificar los recambios de luminarias por parte del organismo encargado de la mantención. Se debe incorporar la variable de uso, es decir, las horas diarias que se ha proyectado mantener encendida la luminaria, para así poder planificar los recambios. También es importante verificar los años de garantía al momento de la adquisición; en caso de LEDs, se recomienda exigir desde tres años de garantía.
EFICIENCIA (lm/W)	La eficiencia de la luminaria (no de la lámpara) es un factor que varía entre las diferentes tecnologías y, en el caso de las luminarias LED, depende de su calidad. Es útil para comparar diferentes alternativas en función del consumo eléctrico y el flujo luminoso emitido. Es importante considerar que la eficiencia del proyecto de iluminación no solo depende de la eficiencia de la lámpara elegida, sino también de la dirección de la luz (curva fotométrica), la distancia a la superficie que se necesita iluminar, color de la superficie a iluminar y optimización de los encendidos e intensidades.
TEMPERATURA COLOR (K)	La temperatura color es un índice que puede tener diferentes valores. Para exteriores, puede variar desde un blanco 2700 K hasta 6600 K. Es importante que para exteriores públicos con tránsito de personas se privilegie la luz con temperatura cálida, especialmente LED. Contrario a la creencia que la luz fría otorga mayor reproducción cromática, el LED tiene una mejor cuando es más cálido (2700 K a 3000 K) y la luz fría (sobre 4000 K) puede impactar en la salud de las personas alterando el metabolismo (evitar más de 10 lux sobre el rostro).

CRITERIOS	NOTAS
ÍNDICE DE REPRODUCCIÓN CROMÁTICA - CRI (%)	El CRI (Colour Rendering Index en inglés), puede variar dependiendo de la calidad de la luminaria, especialmente en los ledes. Para exteriores de uso público donde la luz esté iluminando a las personas y sus rostros, se recomienda un índice CRI o Ra 80 o superior. Si la luz se utiliza para iluminar una superficie donde no necesariamente van a estar personas, este índice puede ser menor, o incluso puede ser luz monocromática. Esto va a depender del diseño del proyecto de iluminación, por ejemplo: si se iluminará un monumento que solo necesita un color, bañar un muro decorativamente, iluminar desniveles, o bajo una banca, etc.
EQUIPO AUXILIAR	Variable a considerar para detalles constructivos y administración de escenas, en caso de utilizar programación.
RECICLABLE EN CHILE	Variable a considerar si se busca un proyecto amigable con el medioambiente y responsable de sus residuos. En este sentido, las luminarias más eficientes -desde el punto de vista del consumo eléctrico- no son, necesariamente, las más amigables desde el punto de vista de la responsabilidad en la administración y reciclaje de residuos. Para evaluar esto hay que considerar si la energía eléctrica que consumen es de generación limpia (solar, eólica, hídrica o geotérmica) y que en Chile no se reciclan, por ejemplo, fluorescentes ni ledes.

Fuente: Paulina Villalobos

1.3.1.4 OTRAS CONSIDERACIONES

En etapa de diseño y de operación del proyecto de iluminación del espacio público, se deben revisar los niveles de iluminancias de todo el proyecto.

Previo: Solicitar el proyecto con memoria de cálculo de iluminancias. El software más común para desarrollar un proyecto es Dialux¹, el cual entrega un informe que debe incluir las curvas Isolux, donde se leen los lux o niveles de iluminación de las superficies. Esto es importante para mantener niveles estables de iluminación a futuro.

Post: Verificación en terreno con un luxómetro, instrumento de medición que permite calcular de manera simple y rápida la iluminancia real y no subjetiva de un ambiente (nivel de iluminación). Su unidad de medida es el lux. Para verificar la “iluminancia” en espacios públicos se medirá a nivel de piso, entre 0 a 10 cm del piso. Con esto, será posible determinar si existe necesidad de mantención o recambio de alguna luminaria.

1 Dialux es un programa gratuito (DIALUX www.dial.de/DIAL/es/dialux/download.html), usado para verificar niveles de iluminación. Requiere que las luminarias utilizadas cuenten con las fotometrías en archivos “ies”. También existen otros programas de cálculo como Relux y softwares asociados a marcas de luminarias.



LUMINARIAS DE MEDIA ALTURA CON GENERACIÓN DE ENERGÍA IN SITU, VITACURA, SANTIAGO

Fuente: Municipalidad de Vitacura

1.3.2 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO SEGÚN MACRO ZONA CLIMÁTICA

NORTE

1. Considerar la normativa de contaminación lumínica (Decreto Supremo 686) para la Zona Norte, no solo por protección astronómica, sino también por confort visual, para evitar el encandilamiento y el derroche de energía.
2. Evitar luminarias plásticas -acrílicas, metacrilato, etc.-, debido a su deterioro causado por la excesiva radiación UV.
3. Las luminarias y sistemas de iluminación deben tener los mismos requisitos de seguridad antivandálico (IK) y de protección contra polvo, contaminación, humedad y lluvia (IP) que en cualquier zona del país.
4. Considerar posibilidad de utilizar energía eléctrica producida de manera fotovoltaica o eólica, sin olvidar las precauciones indicadas en el apartado **1.2. Consideraciones de integración de energías renovables**, de este capítulo.

CENTRO

1. Evitar luminarias plásticas -acrílicas, metacrilato, o similares-, debido a su rápido deterioro causado por la excesiva radiación UV.
2. Las luminarias y sistemas de iluminación deben tener los mismos requisitos de seguridad antivandálico (IK) y de protección contra polvo, contaminación, humedad y lluvia (IP) que en cualquier zona del país.

SUR

1. Las luminarias y sistemas de iluminación deben tener los mismos requisitos de seguridad antivandálico (IK) y de protección contra polvo, contaminación, humedad y lluvia (IP) que cualquier zona del país.
2. Considerar posibilidad de utilizar energía eléctrica producida de manera eólica, especialmente en zonas australes y costeras, sin olvidar las precauciones indicadas en el apartado **1.2. Consideraciones de integración de energías renovables**, de este capítulo.

1.3.3 INTERACCIONES CON OTROS ELEMENTOS URBANOS SUSTENTABLES

La iluminación nocturna tiene la función de permitir el uso de los espacios públicos de noche, y por ello, interactúa con los diferentes elementos urbanos que componen el espacio público.

FIG.8. CORTE INTERACCIÓN DE LUMINARIAS EN EL ESPACIO PÚBLICO



Fuente: Paulina Villalobos

Luminarias de media y gran altura, son utilizadas para iluminar recorridos y circulaciones principales, así como áreas de estar en el espacio público; luminarias de piso, baja altura o empotradas en el mobiliario, pueden ser utilizadas para iluminar senderos y caminos, o destacar elementos del paisaje, como mobiliario urbano y vegetación.

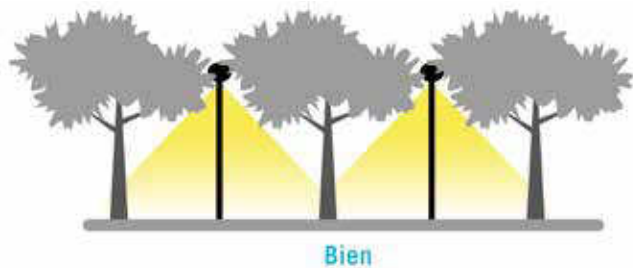
La iluminación provista por luminarias de media o gran altura puede ser interceptada por la vegetación, produciendo sombra. Una buena iluminación requiere considerar para su ubicación un distanciamiento adecuado entre las luminarias y los Árboles, además del crecimiento futuro que tendrán las especies vegetales.



LUMINARIAS EN PARQUE RENATO POBLETE, QUINTA NORMAL, SANTIAGO

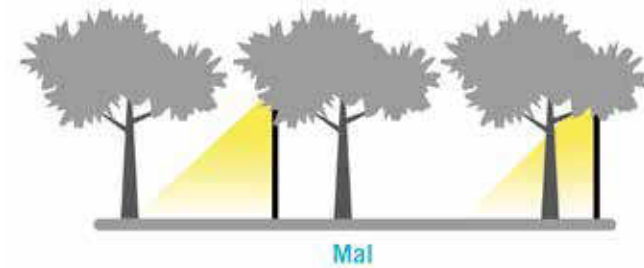
Fuente: DIAV

FIG.9. BUENA POSICIÓN Y DISTANCIAMIENTO ENTRE LOS ÁRBOLES



Fuente: Paulina Villalobos

FIG.10. ILUMINACIÓN QUE NO CONSIDERA LA POSICIÓN, PRODUCIENDO SOMBRA



Fuente: Paulina Villalobos

En el caso de iluminación de baja altura utilizada para resaltar elementos del paisaje, como Arbustos o mobiliario, se debe cuidar de que el ángulo de iluminación no sobrepase el elemento destacado, para no generar contaminación lumínica.

FIG.11. ILUMINACIÓN DE BAJA ALTURA QUE NO PRODUCE CONTAMINACIÓN LUMÍNICA



Fuente: Paulina Villalobos



1.4 FICHAS

De acuerdo con semejanzas existentes entre los elementos, y a fin de hacer más práctico este manual, con base en las consideraciones generales anteriormente descritas, se han clasificado las luminarias de acuerdo con la altura de las mismas en:

LUMINARIAS L	N° FICHA	NOMBRE FICHA
	L1	Luminarias a piso, de 0 a 10 cm
	L2	Luminarias a baja altura, de 10 a 120 cm
	L3	Luminarias en mobiliario, baja altura
	L4	Luminarias a media altura, de 2,2 a 5,0 m
	L5	Luminarias a gran altura, sobre 6,0 m

La estructura en la que se han desarrollado se presenta de la siguiente manera:

- Descripción general
- Uso o función
- Tipo de elemento/clasificación
- Etapa:
 - Planificación y diseño
 - Construcción
 - Operación y mantención

La información y recomendaciones que están a lo largo de cada una de las fichas, es material complementario del Tomo I del Manual EUS y de las Consideraciones Generales de este capítulo. Estos son un componente de referencia y consulta en criterios sustentables de la categoría de Luminarias, tanto para profesionales, funcionarios públicos y particulares, que están involucrados en las distintas etapas del espacio público, de acuerdo con el tipo de elemento urbano y las características del contexto chileno donde se desarrolla el espacio público.





L1

Luminarias a piso, de 0 a 10 cm

DESCRIPCIÓN GENERAL

Corresponden a aquellas luminarias ubicadas a una distancia del nivel de piso o suelo de entre 0 y 10 cm de altura.

Dada su posición, poseen interacción cercana con los usuarios, estando expuestas a ser manipuladas o dañadas. Además, puede existir tránsito sobre la luminaria, además de humedad por estar a la intemperie. Por ello, siempre tienen que ser resistentes a la inmersión, peso y golpes.

USO O FUNCIÓN

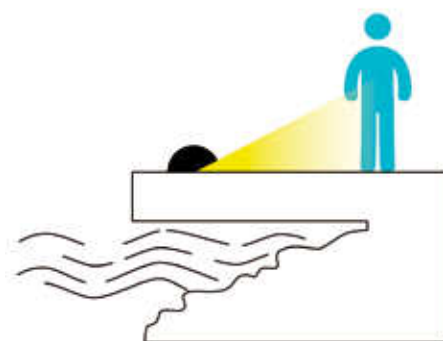
Las luminarias a ras de piso pueden ser utilizadas con variados fines relacionados con el espacio público, tal como señalética, o para destacar aspectos de arquitectura y/o circulaciones. Específicamente vinculada con seguridad, es la señalización de pavimentos y desniveles. También se usan como embellecimiento para otorgar valor de diseño a elementos verticales que pueden ser iluminados desde la base, siempre y cuando no encandilen al usuario.



LUMINARIA RASANTE EN PASARELA DE PARQUE RE-NATO POBLETE, QUINTA NORMAL

Fuente: DIAV

FIG.12. ILUMINACIÓN SOBRE DECK COSTERO



Fuente: Esquema de Paulina Villalobos

TIPO DE ELEMENTO / CLASIFICACIÓN

Señalética seguridad: Se utiliza como guía en pavimentos con baja intensidad luminosa, ya que su función no es la de iluminar sino señalar. Puede indicar una guía de ruta, límite de un espacio, un borde o desnivel.

Up-light: Iluminación dirigida desde la base hacia arriba, apropiada para Árboles o elementos verticales que sean más pequeños en su base. Se recomienda considerar el control del encandilamiento, baja intensidad luminosa y, si es posible, apagar o disminuir la intensidad cuando los espacios no estén siendo utilizados.

Señalética decorativa: Se utiliza empotrada en pavimentos con baja intensidad luminosa, ya que su función no es iluminar, sino la de otorgar valor al espacio público. Puede ser usado para destacar una zona específica dentro del espacio y de acuerdo con el diseño del pavimento.

Rasante: Se utiliza para iluminar una ruta (camino) a nivel de piso. Necesita baja intensidad luminosa, ya que no se pierde luz porque la fuente está muy cerca de la superficie a iluminar, por lo tanto, es eficiente energéticamente.

Fachadas: Para iluminar fachadas arquitectónicas y destacar edificios alrededor de espacios públicos, se recomienda utilizar luminarias con una curva de distribución fotométrica asimétrica. De esta manera la luz se dirige al elemento y no al observador.



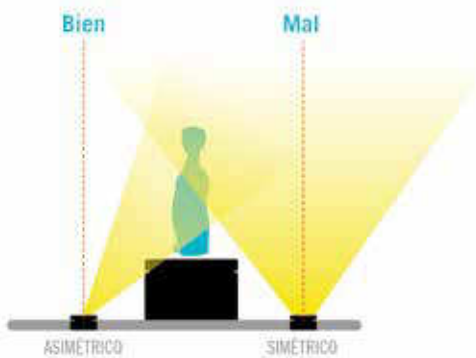
LUMINARIA UP-LIGHT EN PASEO MARÍTIMO DE BENIDORM, ESPAÑA

Fuente: OAB Office of Architecture in Barcelona. Alejo Bagué

ETAPA: PLANIFICACIÓN Y DISEÑO

- Ver los apartados **1.1.1 Consideraciones de eficiencia energética; 1.1.2 Consideraciones de integración de energías renovables; 1.1.3 Consideraciones de contaminación lumínica; 1.2.1 Consideraciones de confort visual; 1.2.2 Consideraciones de seguridad de los espacios públicos; 1.3.1 Consideraciones de durabilidad, y 1.3.2 Consideraciones para el diseño según macro zona climática,** de este capítulo.
- Para favorecer la sustentabilidad, especialmente eficiencia y durabilidad, los distanciamientos, dimensiones y decisiones de diseño deberán ser estudiados por el especialista de iluminación, considerando características de los elementos de soporte (barandas, peldaños, muros, etc.) y las características de la superficie a iluminar.
- Se recomienda siempre respetar los requerimientos del proveedor o del proyecto de diseño de iluminación, si es que lo hubiera, para favorecer el óptimo funcionamiento y durabilidad de las luminarias.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Favorecer durabilidad	Especificar componentes inoxidables, incluyendo tornillos, anclajes, etc.
	Diseñar base de anclaje de acuerdo con requerimientos de la luminaria.
	Especificar luminarias resistentes a la inmersión, peso y golpes. Considere: • Índice de protección: IP 66 o superior • Índice antivandálico: IK 08 o superior
	Considerar necesidad de drenaje o ubicación sobre una superficie dura como una sobrelosa.
Favorecer el confort visual	Verificar la curva fotométrica de las luminarias para corroborar la dirección de la luz y que esta apunte hacia donde está el objetivo.
	FIG.13. EJEMPLO DE ILUMINACIÓN HACIA EL MURO Encandilamiento DISTRIBUCIÓN FOTOMETRICA SIMETRICA EN VIA PEATONAL Confort Visual DISTRIBUCIÓN FOTOMETRICA ASIMETRICA EN VIA PEATONAL Fuente: Esquema de Paulina Villalobos FIG.14. EJEMPLO ILUMINACIÓN HACIA EL PISO Correcto PARA ILUMINAR PISO Incorrecto PARA ILUMINAR PISO Fuente: Esquema de Paulina Villalobos

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Reducir contaminación lumínica y optimizar eficiencia	Preferir luminarias con ángulo de apertura apropiado para no derrochar energía y evitar contaminación lumínica y encandilamiento.
	FIG.15. ÁNGULO DE APERTURA LUMINARIA 

ETAPA: CONSTRUCCIÓN

- Como precaución de montaje al instalar, se debe confirmar que el flujo luminoso apunta al lugar correcto y no encandila, y corregir si fuera necesario.
- Resguardar condiciones apropiadas para la instalación de la luminaria, de acuerdo con las especificaciones técnicas del proveedor o del proyecto de iluminación.
- Organizar las partidas de ejecución de obras considerando que, posterior a la instalación de las luminarias, no se pueden ejecutar obras civiles que dañen las luminarias.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Favorecer la durabilidad	Considerar espacio de drenaje para evitar que la instalación eléctrica y/o luminarias queden sumergidas y eso afecte su eficiencia y durabilidad.
	En el caso de instalación de ledes lineales, considerar siempre perfil con difusor de calor y difusor opal para evitar encandilamiento.

ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENCIÓN

- Ver apartado **1.3.1.1 Consideraciones de mantención**, de este capítulo, en la que se describe mantención preventiva y mantención correctiva.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Favorecer la seguridad y durabilidad	Chequear seguridad de la instalación de manera regular ya que, debido al vandalismo o mala instalación, pueden desprenderse elementos cortantes que representan posibles riesgos para los usuarios.
Niveles de iluminancia	Ver apartado 1.3.1.4 Otras consideraciones , donde se explica la revisión de niveles de iluminancia para determinar el recambio de luminarias.



HERMAN PARK LAKE, HOUSTON, TEXAS

Fuente: Overland Partners



L2 Luminarias a baja altura, de 10 a 120 cm

DESCRIPCIÓN GENERAL

Elementos de iluminación cuya lámpara se ubica entre los 10 a los 120 cm, con respecto al nivel del suelo.

Esta luminaria necesita, en general, un soporte vertical robusto que sea resistente a impactos para favorecer su durabilidad. Pueden usarse para este fin elementos arquitectónicos como muros, mobiliario urbano o un poste bajo o bollard.

USO O FUNCIÓN

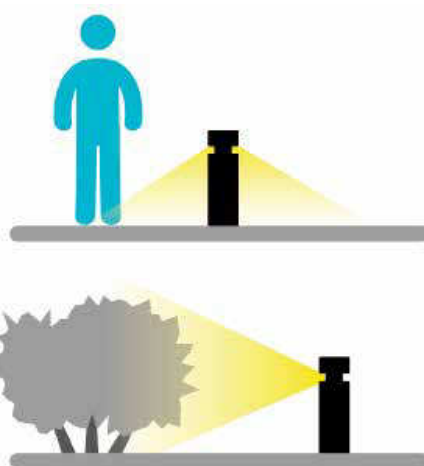
Las luminarias de baja altura son utilizadas, por lo general, para destacar o señalizar caminos y/o senderos en los espacios públicos.



LUMINARIAS EN PELDAÑOS, PARQUE FLUVIAL PADRE RENATO POBLETE, QUINTA NORMAL, SANTIAGO

Fuente: DIAV

FIG.16. LUMINARIA A BAJA ALTURA



Fuente: Esquema de Paulina Villalobos

TIPO DE ELEMENTO / CLASIFICACIÓN

Muro: Luminarias empotradas en muros para iluminar rutas peatonales, escaleras o desniveles, desde un plano lateral.

Peldaños: Iluminación desde la contrahuella de peldaños o escaños. Se optimiza el flujo luminoso hacia la zona que requiere más luz.

Bollard: Óptimo para iluminación de rutas cuando no hay un elemento lateral de soporte. Se usa para señalización de bordes costeros, límites de zonas o definición virtual de desniveles.

Baranda ciclovía: Iluminación incorporada al detalle constructivo de la baranda; requiere poco flujo luminoso y no encandila.

Pasamanos: Iluminación incorporada al detalle constructivo de la baranda; requiere poco flujo luminoso y no encandila.





LUMINARIAS EN MURO EN LINE OF WORK, VANCOUVER

Fuente: Jill Anholt Studio



LUMINARIAS DE MEDIA ALTURA, FRANCIA

Fuente: Mark Skipper

ETAPA: PLANIFICACIÓN Y DISEÑO

- Ver apartados **1.1.1 Consideraciones de eficiencia energética; 1.1.2 Consideraciones de integración de energías renovables; 1.1.3 Consideraciones de contaminación lumínica; 1.2.1 Consideraciones de confort visual; 1.2.2 Consideraciones de seguridad de los espacios públicos; 1.3.1 Consideraciones de durabilidad, y 1.3.2 Consideraciones para el diseño según macro zona climática**, de este capítulo.
- Para favorecer la sustentabilidad, especialmente eficiencia, durabilidad del elemento y seguridad de los usuarios, los distanciamientos, dimensiones y decisiones de diseño deberán ser estudiados por el especialista de iluminación, considerando características de los elementos de soporte (barandas, peldaños, muros, etc.) y las características de la superficie a iluminar.
- Considerar las luminarias desde etapas tempranas de diseño, para que estas sean parte de la obra y no figuren como un elemento “sobrepuesto” que afecte su durabilidad y la seguridad de los usuarios.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Favorecer seguridad	Evitar bordes cortantes, si la luminaria queda al alcance de la mano de usuarios del espacio público. Preferir lámparas con bajo voltaje (12 o 24 volts), para evitar accidentes eléctricos en caso de vandalismo.
Favorecer confort visual	Preferir instalaciones y luminarias donde la lámpara no quede a la vista, para evitar encandilamiento.
Favorecer durabilidad	Utilizar materiales inoxidables, incluyendo perfiles de montaje, tornillos de anclaje, etc. Especificar luminarias resistentes a la inmersión, peso y golpes. Considerere: • Índice de protección: IP 65 o superior • Índice antivandálico: IK 07 o superior • En zona desértica no costera puede considerar instalar IP 54 o superior.



LUMINARIAS BOLLARD EN RUTA DE EJERCICIOS, SØNDERMARKEN, COPENHAGUE

Fuente: *Diario Politiken. Agencia Palacios y Propiedades*

ETAPA: CONSTRUCCIÓN

Considerar la instalación de la luminaria y sus elementos auxiliares en una etapa temprana de la ejecución de la obra y no como una partida final, para favorecer su correcta instalación y evitar potenciales riesgos para los usuarios.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Favorecer seguridad	Verificar que luego de la instalación de las lámparas no existan bordes cortantes que representen riesgo para los usuarios del espacio público.



LUMINARIAS EN PASAMANOS PUENTE SIMONE DE BEAUVOIR, PARIS

Fuente: *David Boureau*

ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENCIÓN

- Ver apartado **1.3.1.1 Consideraciones de mantención** de este capítulo, en el que se describe mantención preventiva y mantención correctiva.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Favorecer seguridad	Chequear seguridad de la instalación de manera regular, ya que debido a vandalismo o mala instalación, pueden desprenderse elementos cortantes que representen riesgos para los usuarios.
Potenciar durabilidad	Realizar inspección frecuente, de acuerdo con el calendario de mantención, para detectar necesidad de reemplazo o mantención de partes y piezas.



L3 Luminarias en mobiliario de baja altura

DESCRIPCIÓN GENERAL

Elementos de iluminación utilizados como complemento al mobiliario urbano.

Por su ubicación cercana a los usuarios, son elementos susceptibles de ser manipulados, por lo que se recomienda diseñar considerando esa interacción.

USO O FUNCIÓN

Este tipo de luminarias se utiliza para destacar elementos de mobiliario, incorporando la lámpara dentro de la estructura del elemento de mobiliario urbano.



LUMINARIAS EN BANCOS DE CONCRETO, PARQUE
RENATO POBLETE, QUINTA NORMAL, SANTIAGO

Fuente: DIAV

FIG.17. LUMINARIA EN MOBILIARIO



Fuente: Esquema de Paulina Villalobos

TIPO DE ELEMENTO / CLASIFICACIÓN

Bancas: Iluminación de baja intensidad luminosa; aporta a la definición de un área de descanso y genera ambientación del espacio.

Paradero: Luminaria incorporada a elementos estructurales de un paradero; permite iluminar puntualmente una zona de espera para seguridad de los usuarios.

Juegos: Los juegos infantiles pueden ser iluminados como elementos en sí. Permite interactividad y revitalización en el espacio público.

Portal: Incorporar iluminación en los elementos arquitectónicos permite generar una imagen de identidad del espacio público y ahorrar en instalación de luminarias, ya que la luz funcional está incorporada a la propia arquitectura.





BALANCINES ILUMINADOS Y SONANTES EN EL FESTIVAL DE LUMINOTERAPIA DE MONTREAL 2015-2016

Fuente: Dezeen

ETAPA: PLANIFICACIÓN Y DISEÑO

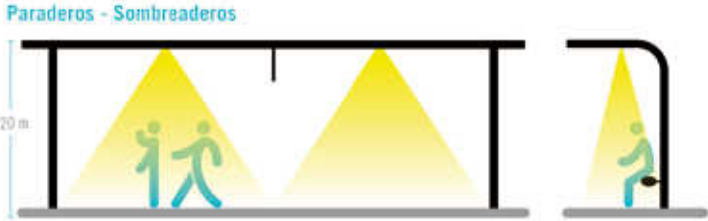
- Ver apartados 1.1.1 Consideraciones de eficiencia energética; 1.1.2 Consideraciones de integración de energías renovables; 1.1.3 Consideraciones de contaminación lumínica; 1.2.1 Consideraciones de confort visual; 1.2.2 Consideraciones de seguridad de los espacios públicos; 1.3.1 Consideraciones de durabilidad, y 1.3.2 Consideraciones para el diseño según macro zona climática, de este capítulo.
- Para favorecer la sustentabilidad, especialmente la durabilidad del elemento y la seguridad de los usuarios, los distanciamientos entre elementos, dimensiones y decisiones de diseño deberán ser estudiadas por el especialista de iluminación, considerando características de los elementos de soporte (bancas, vigas, perfiles, etc.) y las características de la superficie a iluminar.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Favorecer seguridad	Planificar diseño con todos los componentes eléctricos ocultos.



GLOWING PLACES DE MEGUMI FUJIKAWA

Fuente: LEDs Magazine

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Favorecer confort visual	Considerar medidas de diseño para evitar el encandilamiento, ya que las lámparas quedan a una altura fácil de percibir por el ojo.
	FIG.18. ÁNGULO DE ILUMINACIÓN EN PARADERO 
	Fuente: Esquema de Paulina Villalobos
Favorecer durabilidad	Preferir temperaturas de color cálidas al especificar luz blanca (3000 K o menor) para el confort visual de las personas.
	Calcular distanciamiento adecuado entre las luminarias y material vegetal para una correcta función lumínica.
	Utilizar materiales inoxidables, incluyendo perfiles de montaje, tornillos de anclaje, etc.
Favorecer durabilidad	Especificar luminarias resistentes a la inmersión, peso y golpes. Considere:
	• IK 07 o superior.
	• IP 65 o superior.
Favorecer durabilidad	• En zona desértica no costera puede considerarse IP 54 o superior.



BALANCINES EN FORMA DE AROS, SWING TIME, BOSTON

Fuente: Höweler y Yoon Architecture



BANCO ILUMINADO, DISEÑO DE IVÁN NAVARRO Y SMITH COURTNEY

Fuente: Art Basel

ETAPA: CONSTRUCCIÓN

ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENCIÓN

Adoptar las medidas necesarias para evitar que la interacción de los sistemas de iluminación con los usuarios pueda representar riesgos o afectar la durabilidad de las luminarias.

- Ver apartado 1.3.1.1 Consideraciones de mantención de este capítulo, en el que se describe mantención preventiva y mantención correctiva.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Favorecer seguridad	Evitar que luego de la instalación queden bordes cortantes o elementos que puedan ser manipulados y susceptibles al vandalismo. Evitar que la instalación eléctrica y/o de lámparas sea accesible a los usuarios.
Favorecer durabilidad	Considerar todos los elementos de anclaje necesarios para evitar que las luminarias queden expuestas a manipulación de usuarios que afecten su durabilidad. FIG.19. ELEMENTOS DE ANCLAJE EN MOBILIARIO URBANO Fuente: Esquema de Paulina Villalobos

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Favorecer seguridad y durabilidad	Chequear la seguridad de la instalación de manera regular, para detectar requerimientos de mantención. Considerar que por vandalismo o mala instalación de las luminarias pueden desprenderse elementos cortantes y riesgosos para los usuarios.



L4

Luminarias en media altura, de 2,2 a 5,0 m

DESCRIPCIÓN GENERAL

Luminaria cuya lámpara se ubica entre los 2,2 y los 5 m. Este tipo de iluminación es la considerada “funcional” por lo que se recomienda que esté respaldada por el respectivo cálculo de iluminancias o cálculo fotométrico.

Se considera la manera más tradicional de iluminación de espacios públicos. Un error común es aprovechar la postación eléctrica preexistente, la cual fue diseñada para que la distancia entre postes sea segura para los cables eléctricos que soporta, pero no es apropiada para las fotometrías de las luminarias que se instalan, por lo que se pueden generar espacios de gran luminosidad y encandilamiento junto a otros espacios oscuros.

USO O FUNCIÓN

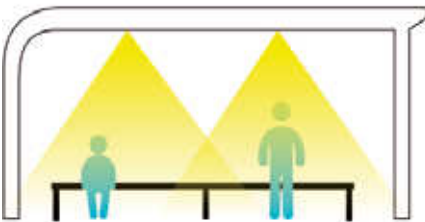
El uso más común de las luminarias de media altura es la iluminación peatonal de espacios públicos.



LUMINARIA EN PARQUE BICENTENARIO, VITACURA, SANTIAGO

Fuente: CDT

FIG.20. LUMINARIA DE MEDIA ALTURA



Fuente: Esquema de Paulina Villalobos

TIPO DE ELEMENTO / CLASIFICACIÓN

Luminaria en postes: Forma tradicional de iluminar espacios públicos, donde la luminaria es soportada por un poste que debe estar diseñado y distanciado por requerimientos de iluminación.

Luminarias en muro: Cuando no hay espacio para la instalación de postes, se puede adosar la luminaria en muros, siempre que sea factible su posterior mantención.

ETAPA: PLANIFICACIÓN Y DISEÑO



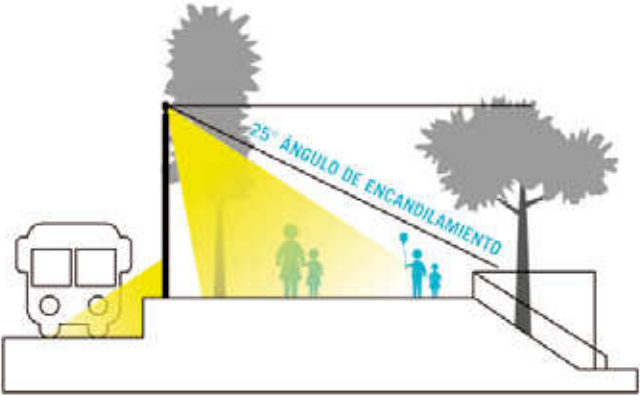
- Ver apartados **1.1.1 Consideraciones de eficiencia energética; 1.1.2 Consideraciones de integración de energías renovables; 1.1.3 Consideraciones de contaminación lumínica; 1.2.1 Consideraciones de confort visual; 1.2.2 Consideraciones de seguridad de los espacios públicos; 1.3.1 Consideraciones de durabilidad, y 1.3.2 Consideraciones para el diseño según macro zona climática,** de este capítulo.
- Los distanciamientos, dimensiones y decisiones de diseño deberán ser estudiadas por el especialista de iluminación y respaldadas por el cálculo de iluminación respectivo, que resguarde los niveles de iluminancias a proyectar.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Favorecer seguridad	Preferir luminarias que tengan la lámpara protegida.



ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Favorecer confort visual	Planificar la posición de los postes de acuerdo con los requerimientos o intenciones de iluminación, para favorecer el bienestar de las personas en el espacio público, y no en relación con la postación disponible para sostener cables eléctricos. Por ejemplo, algunas luminarias adosadas a postes preexistentes no garantizan una correcta iluminación del espacio.
	Evitar el encandilamiento mediante la selección de luminarias cuyo flujo luminoso no sea superior a 25° con respecto a línea paralela al suelo a la altura de la fuente de luz. Se recomienda evitar proyectar luz sobre el ángulo de encandilamiento.

FIG.21. ÁNGULO DE ENCANDILAMIENTO



Fuente: Esquema de Paulina Villalobos



LUMINARIAS DE MEDIA ALTURA EN PARQUE CHILE, ARICA

Fuente: CDT

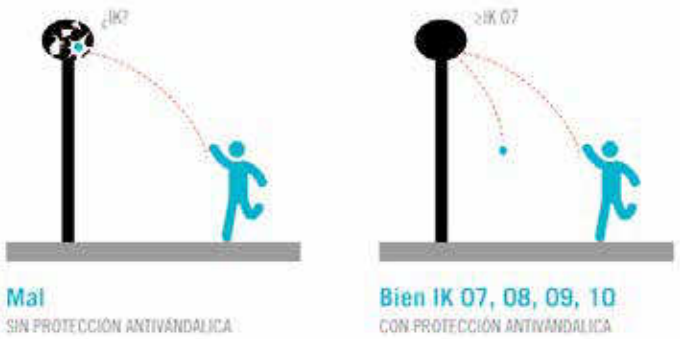


LUMINARIA SOLAR EN PARADEROS DE BUSES, COLINA

Fuente: CDT

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Favorecer durabilidad	Utilizar luminarias y accesorios inoxidable.
	Se recomienda incorporar en el diseño luminarias que consideren índices de protección IP 65 o superior, e IK 8 o superior. El costo de reemplazos y mantención, no solo se ve perjudicado por el vandalismo, sino también por sismos, temporales y accidentes.

FIG.22. PROTECCIÓN CONTRA AGENTES EXTERNOS



Fuente: Esquema de Paulina Villalobos



MOBILIARIO ILUMINADO EN PARQUE OLÍMPICO QUEEN ELIZABETH

Fuente: James Newton, Spiers + Major

ETAPA: CONSTRUCCIÓN

- Considerar la instalación de la luminaria y sus elementos auxiliares en una etapa temprana de la ejecución de la obra y no como una partida final, para favorecer su correcta instalación y evitar problemas de durabilidad o discomfort visual para los usuarios.
- Corroborar con asesoría o proyecto de cálculo estructural, las correctas dimensiones de la fundación y/o anclaje del poste que será soporte de las luminarias. Todo esto para reducir riesgos de caídas de elementos que puedan ser peligrosos para los usuarios y requieran de reposición.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Revisión del montaje	Dedicar tiempo, durante el proceso de construcción y montaje, para verificar la correcta instalación de las luminarias, favoreciendo la durabilidad de los sistemas y el confort visual de los usuarios.



LUMINARIA EN PARQUE BICENTENARIO, VITACURA, SANTIAGO

Fuente: CDT

ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENCIÓN

- Ver apartado **1.3.1.1 Consideraciones de mantención** de este capítulo, en el que se describe mantención preventiva y mantención correctiva.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Favorecer seguridad y durabilidad	Considerar protección sobre la luminaria en zonas costeras con gran cantidad de aves, para evitar la acumulación de materia orgánica y desechos sobre el equipo, especialmente en los intersticios de superficies rugosas utilizadas en iluminación LED para favorecer la disipación del calor.



L5

Luminarias a gran altura

DESCRIPCIÓN GENERAL

Elementos de iluminación cuyas lámparas se ubican a más de 6.0 m de altura.

El poste, más que la luminaria, tiene gran presencia urbana, por lo que su diseño debe ser planificado en conjunto con las características de la luminaria, para así no alterar las características de contexto y patrimonio del espacio en que se inserta.

USO O FUNCIÓN

En general este tipo de elementos se utilizan para la iluminación de grandes áreas despejadas y de uso múltiple, que pueden tener grandes concentraciones de personas y actividades, especialmente en áreas que acogen actividades deportivas o paseos peatonales.

La luz puede también ser un elemento de diseño para configurar texturas en pavimentos que contribuyan a la generación de identidad local. No tiene que ser, necesariamente, luz plana y uniforme.

Al ser de mayor altura iluminan una mayor superficie, reduciendo los costos de mantención por consumo de energía, ya que se requiere de una menor cantidad de luminarias.



LUMINARIAS BORDE COSTERO EN HELSINGBORG, SUECIA

Fuente: Enlighter Magazine. Martin Kristiansen y Ulf Celandner

FIG.23. LUMINARIA A GRAN ALTURA



Fuente: Paulina Villalobos

TIPO DE ELEMENTO / CLASIFICACIÓN

Luminaria en postes: Forma tradicional de iluminar espacios públicos, donde la luminaria es soportada por un poste que debe estar diseñado y distanciado por requerimientos de iluminación.

ETAPA: PLANIFICACIÓN Y DISEÑO



- Ver apartados **1.1.1 Consideraciones de eficiencia energética;** **1.1.2 Consideraciones de integración de energías renovables;** **1.1.3 Consideraciones de contaminación lumínica;** **1.2.1 Consideraciones de confort visual;** **1.2.2 Consideraciones de seguridad de los espacios públicos;** **1.3.1 Consideraciones de durabilidad,** y **1.3.2 Consideraciones para el diseño según macro zona climática,** de este capítulo.
- Los distanciamientos, dimensiones y decisiones de diseño deberán ser estudiadas por el especialista de iluminación y respaldadas por el cálculo de iluminación respectivo, resguardando los niveles de iluminancias a proyectar.
- Considerar espacio junto al poste para la instalación de una escalera telescópica, elevador individual (Genie) o camión grúa para instalación, ajuste, mantención y recambio de la luminaria a gran altura.





LUMINARIAS BORDE COSTERO EN HELSINGBORG, SUECIA
Fuente: *Enlighter Magazine. Martin Kristiansen y Ulf Celerander*



LUMINARIA EN PARQUE RENATO POBLETE, QUINTA NORMAL, SANTIAGO
Fuente: *DIAV*

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Favorecer seguridad	Preferir luminarias que tengan la lámpara protegida.
	Utilizar luminarias y accesorios inoxidable.
Favorecer confort visual	Considerar si en el entorno existen viviendas aledañas, de manera de evitar que la luz invasiva contamine recintos privados.
Potenciar durabilidad	Especificar luminarias considerando: • IP 65 o superior. • IK 08 o superior.
	Preferir luminarias con lámparas de larga duración (20.000 horas o superior) para reducir la necesidad de recambios y generación de residuos.
	Preferir luminarias lisas en su exterior para evitar intersticios que puedan acumular residuos que dañen la luminaria, y así reducir el requerimiento de insumos para una limpieza constante.

ETAPA: CONSTRUCCIÓN



- Corroborar que las luminarias sean instaladas de acuerdo con el proyecto de iluminación, teniendo como referencia, además, el proyecto de cálculo estructural, para así contar con las dimensiones exactas de la fundación y/o anclaje del poste que actuará como soporte a gran altura.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Favorecer confort visual y eficiencia	Corroborar que las luminarias sean instaladas de acuerdo con el proyecto de iluminación, teniendo como referencia, además, el proyecto de cálculo estructural, para así contar con las dimensiones exactas de la fundación y/o anclaje del poste que actuará como soporte a gran altura.

ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENCIÓN



- Ver apartado **1.3.1.1 Consideraciones de mantención** de este capítulo, en el que se describen mantención preventiva y mantención correctiva.
- Dado que el costo de mantención y recambio es alto, al involucrar el uso de mecanismos especiales para elevar a personal especializado, se recomienda establecer un calendario de mantención y reposición de las luminarias.
- Se recomienda instalar un sistema de control de encendido o control horario para evitar mantener encendida en un 100% la iluminación cuando los espacios no estén en uso.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Favorecer mantención	Tomar precauciones al especificar y montar la luminaria, con el objetivo de optimizar la frecuencia de los procesos de limpieza, priorizando así el acceso al equipo solo cuando se requiera un recambio.
Favorecer eficiencia energética	Instalar sistemas automatizados de control de encendido.





CAPÍTULO 2 MATERIAL VEGETAL

CAPÍTULO 2: MATERIAL VEGETAL

2. CONSIDERACIONES GENERALES

¿QUÉ ES UN MATERIAL VEGETAL?

Es todo elemento de origen vegetal que es posible incorporar en el espacio público, contribuyendo a organizar los espacios. Además de aportar interés estético al lugar, beneficia a las especies vegetales a través de las estaciones.

La contribución del material vegetal a la sustentabilidad en espacios públicos se manifiesta en las siguientes dimensiones: en la ambiental, colabora en la reducción de la contaminación atmosférica y acústica, en el manejo de las aguas lluvias y posibilita la biodiversidad. En la dimensión social, el uso de vegetación en los espacios públicos aporta en la mejora de los niveles de confort térmico de los usuarios, reduciendo los efectos de las “islas de calor” urbano; de igual forma fomenta el uso del espacio público que contribuye a otorgar carácter e identidad. Finalmente, en términos económicos, la adecuada selección, aprovisionamiento, plantación, cuidados y mantención del material vegetal contribuyen a la conservación de las especies a largo plazo, resguardando la inversión inicial.

FIG.24. CATEGORÍAS DE MATERIAL VEGETAL EN EL ESPACIO PÚBLICO



Fuente: Estudio Paisaje

Para el uso en espacio público podemos definir las siguientes categorías:

- Árboles
- Arbustos
- Cubresuelos
- Mulch
- Florales, gramíneas, suculentas
- Césped o prado

2.1. DIMENSIÓN AMBIENTAL

El material vegetal es un elemento urbano que contribuye de numerosas formas a la dimensión ambiental de la sustentabilidad, aportando a la ecología y biodiversidad urbana, la gestión de las aguas lluvias, además de la infiltración y reducción de la contaminación atmosférica y acústica. También es posible reutilizar especies vegetales existentes para el diseño de paisajes, siendo un aporte a la disminución del impacto ambiental involucrado en la producción y traslado de especies nuevas.

2.1.1. CONSIDERACIONES PARA LA SELECCIÓN DE LA VEGETACIÓN

Es importante considerar que, dado que las plantas son seres vivos que requieren del proceso de fotosíntesis para su desarrollo y crecimiento, dependen en gran parte de las características dadas por el contexto, como el clima y el tipo de suelo. Estas constituyen las principales variables a considerar para la selección, ya que las especies deberán adaptarse a las condiciones climáticas y edafológicas⁶ locales. Otro aspecto importante para tomar en cuenta en el contexto urbano, es la resistencia a la contaminación atmosférica.

Otras variables que influyen en la selección se relacionan con criterios paisajísticos como la forma, color, estacionalidad y longevidad. Para efectos de este manual se describirá este último aspecto relacionado con la vida útil de los espacios públicos.

2.1.1.1 CLIMA Y VARIABLES INCIDENTES EN LA VEGETACIÓN

En Chile es posible identificar diversos climas, es por esto que el conocimiento y la consideración de sus características en cada contexto son importantes para la adecuada selección del material vegetal. En general, es conveniente observar la vegetación que está próxima al nuevo proyecto, pues esta sería una muestra clara de su comportamiento. Las especies provenientes de climas o microclimas similares tienen un buen nivel de adaptación y desarrollo. Por ejemplo, el algarrobo europeo (*Ceratonia siliqua*), cuyo origen es el mediterráneo europeo, se adapta muy bien al clima mediterráneo de la zona central de Chile.

6 Para mayor información sobre temas de edafología, ver referencia: Peralta, 1995.

A continuación se describen las variables climáticas a considerar para la selección de especies vegetales. Es importante destacar que, dado que los aspectos climáticos y el suelo del contexto no son susceptibles a modificarse, la selección del material vegetal deberá realizarse en función de estas variables (ver las características climáticas de cada macro zona en el apartado **2.2 Contexto chileno** en el Tomo I del Manual EUS).

Precipitaciones: Debemos seleccionar especies que se adapten a la cantidad de precipitaciones anuales del lugar. Hay especies que no toleran climas lluviosos porque los suelos se mantienen húmedos o sus hojas se conservan mojadas por mucho tiempo. Es importante considerar que en Chile existe una amplia variedad de climas con distintos regímenes de precipitaciones, los cuales, en algunas zonas, puede variar estacionalmente. En general se consideran los requerimientos hídricos del material vegetal como:

- **Bajo requerimiento hídrico:** Especies originarias de zonas con pluviometrías bajo los 300 mm anuales.
- **Medio requerimiento hídrico:** Especies originarias de zonas con pluviometrías de entre 300 y 750 mm anuales.
- **Alto requerimiento hídrico:** Especies originarias de zonas con pluviometrías mayores a 750 mm anuales.

Temperatura y humedad: La variación de las temperaturas es otro aspecto que puede afectar a la vegetación urbana. En aquellas localidades que presenten climas extremos o alta oscilación térmica este factor es más relevante. Por ejemplo, altas temperaturas inciden en aumentar el requerimiento de riego de las especies, en tanto temperaturas muy bajas o heladas pueden afectar el crecimiento y hasta destruir a algunas especies menos adaptadas a bajas temperaturas.

Es importante conocer las necesidades y limitaciones de temperatura de las especies, como por ejemplo, conocer la temperatura mínima que pueden resistir las especies vegetales porque se pueden producir daños irreversibles sobre ellas, así como las temperaturas máximas y mínimas que afectan los procesos biológicos de cada especie (como floración, fructificación y otros).

Conocer la temperatura nos permite seleccionar especies que se adapten a las máximas o mínimas del lugar y sus variaciones. En función del clima local, es importante seleccionar un tipo de vegetación que no sea afectado por temperaturas extremas. Por ejemplo, existen especies que pueden resistir heladas ocasionales y de corta duración de hasta -5°C, como el maitén (*Maytenus boaria*). Otras especies pueden resistir nevazones que duren mayor número de días, como el cedro (*Cedro deodara*).

La temperatura también define la importancia u obligación de regar las especies en sus primeros años de adaptación, como es el caso de climas de estación seca prolongada o permanente. Se deben conocer los requerimientos de humedad que

tienen las especies según su origen lo que nos indicará si son aptas para el lugar. Hay plantas que requieren de alta humedad y otras de sequedad. Por ejemplo, los helechos se dan bien a la sombra o con exposición oriente y con un buen grado de humedad en el aire.

Vientos: El viento puede afectar los hábitos de crecimiento de algunas plantas. En Chile, es posible distinguir distintos tipos de vientos: secos, húmedos, fríos, cálidos, fuertes y encajonados, y salinos. Estos últimos, por ejemplo, queman las hojas jóvenes de la vegetación.

En caso de vientos fuertes y de altas velocidades se debe escoger plantas resistentes (ej.: coníferas) y/o proporcionar la protección necesaria contra el viento (ej.: uso de tutores).

Radiación y requerimientos de luz y sombra: La luz del sol es uno de los factores más importantes para el sustento del material vegetal. De ahí se obtiene la energía para la generación de alimento, regulando el crecimiento y desarrollo de las plantas. Otro factor importante para la selección y el diseño es considerar la cantidad de luz directa que requiere una especie para su crecimiento. La selección del material vegetal también deberá considerar la condición del lugar en relación con su capacidad de proveer de exposición al sol y luz.

Algunas especies requieren de una cantidad de luz solar directa, mientras algunas necesitan situaciones de media sombra o sombra parcial de otro Árbol. En general los requerimientos de las especies se distinguen entre:

- **Pleno sol:** Especie que requiere una ubicación donde pueda obtener iluminación directa del sol la mayor parte del día. Implica como mínimo 6 horas de sol directo.
- **Medio sol (sombra parcial):** Especies que requieren de exposición al sol parcial, la cual se puede obtener limitando la duración de la exposición solar a través de protecciones o elementos que provean de sombra. Requieren entre 3 a 6 horas de sol directo.
- **Sombra:** Especies que requieren de una mayor protección contra la luz solar. La exposición debe ser de 0 a 3 horas de sol directo como máximo.

El clima es una variable importante y determinante en la selección de especies de material vegetal, por ello se debe conocer cuáles son los más favorables a las condiciones del lugar; por tal razón se recomienda consultar la siguiente tabla con algunas referencias bibliográficas que abarcan las diferentes macro zonas de Chile.



TABLA 5. BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA SOBRE MATERIAL VEGETAL, POR MACRO ZONA

FICHA	MACRO ZONA	TÍTULO	AUTORES
Árbol, Arbustos, cubresuelos, florales, gramíneas y suculentas	Todas	Jardinería en Chile	Saldías, M° G. (2011)
	Sur Austral	Flora nativa de valor ornamental / Zona Sur y Austral	Riedemann, A.P. y G. Aldunate (2011)
	Centro	Flora nativa de valor ornamental / Zona Centro	Riedemann, A. P y G. Aldunate (2004)
	Norte	Flora nativa de valor ornamental / Zona Norte	Riedemann, A.P., G. Aldunate y S. Teillier (2016)
	Cordillera	Flora nativa de valor ornamental / Zona Cordillera	Riedemann, A.P, G. Aldunate y S. Teillier (2001)
Árbol	Todas	Árboles urbanos de Chile. Guía de reconocimiento	Alvarado, A., A. Baldini y F. Guajardo (2012)
	Todas	El Árbol urbano en Chile	Hoffmann, A. (1998)
	Todas	Manual de plantación de Árboles en áreas urbanas	Alvarado, F., F. Guajardo y S. Devia (2014)
	Todas	Árboles nativos de Chile	García, N. y C. Ormazábal (1998)
	Centro (RM)	Guía de arborización urbana. Especies para la Región Metropolitana Santiago de Chile	Beytía, A., C. Hernández, M. Musalem, F. Prieto y M°G. Saldías (2012)
Arbustos	Centro	Arbustos nativos ornamentales del Centro Sur de Chile	Riedemann, P. , S. Teillier y G. Aldunate (2014)
	Todas	Arbustos nativos de Chile	Donoso, C. y Ramírez, C. (2005)
Florales, gramíneas, suculentas	Norte y Centro	Cactáceas nativas de Chile	Señoret, F. y J.P. Acosta (2013)
	Norte	Flores del Norte Grande	Orrego, F. , J. Watson, A. Flores y G. Rojas (2008)
	Centro	50 Flores nativas. Zona Central de Chile	Garib, G. (2004)

Fuente: Elaboración propia

2.1.1.2 SUELO Y CARACTERÍSTICAS PARA LA SELECCIÓN DE ESPECIES VEGETALES

El suelo es la base para la adquisición de nutrientes y la estabilización del material vegetal. Para crecer correctamente las raíces necesitan de un suelo bien aireado (poroso) que tenga una alta capacidad de almacenamiento de nutrientes y agua que estén disponibles para las plantas.

Un problema común en el contexto urbano es la mala calidad del suelo (muy compactado y de baja profundidad), lo que dificulta el crecimiento de las especies. La mayor compactación del suelo urbano hace que este sea menos poroso lo que afecta el desarrollo de las raíces. El escaso volumen del suelo puede afectar el crecimiento de los Árboles, su anclaje y estabilidad, siendo más susceptibles a los vientos y enfermedades.

El suelo es fundamental para la selección sustentable del material vegetal. **Habrà que escoger material vegetal de acuerdo con el suelo y no al revés**, tratando de modificar el suelo para adaptarlo a las plantas. Considerar siempre que el suelo puede variar de localidad en localidad y también al interior de las ciudades.

La calidad del suelo local afectará a la adaptación de las especies. Es importante que los suelos contengan los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, de los cuales los más importantes son el nitrógeno (N), que contribuye a la formación de masa foliar; el fósforo (P), que es necesario para la floración, y el potasio (K), que aporta a la formación de tejidos fuertes y a la resistencia a heladas.

Se hace necesario conocer la calidad del suelo del lugar en que se realizará la intervención, ya sea para seleccionar las especies que mejor se adapten a las condiciones preexistentes, o para mejorar el suelo disponible y adecuarlo para no afectar a las especies previamente seleccionadas. Para ello se recomienda realizar análisis y evaluaciones de las características del suelo (textura, estructura, PH, grado de cohesión, salinidad y adecuación).

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO A CONSIDERAR PARA LA SELECCIÓN DE MATERIAL VEGETAL

Las raíces del material vegetal requieren de la presencia de agua, aire y un suelo que no se encuentre compactado para permitir el crecimiento. El suelo consta de cuatro grandes componentes, cuyos porcentajes ideales son:

- **Material mineral (45%):** Formada por piedras, arena, limo y arcilla. Define la textura y estructura de los suelos.
- **Materia orgánica (5%):** Materia en descomposición y organismos vivos que aportan nutrientes, mejoran la estructura del suelo y ayudan a la fertilidad y mantención de la humedad.
- **Agua (25%):** El agua diluye los nutrientes, influyendo en el crecimiento de la vegetación. A mayor compactación del suelo, menos movilidad del agua y disponibilidad de nutrientes.



- **Aire (25%):** Proporciona oxígeno a las raíces. Mientras más compacto es el suelo, menor es su porosidad y peor es su estructura.

La circulación de aire y agua se encuentra relacionada con la textura del suelo.

Textura: Es la proporción de 3 distintas partículas de tierra, las cuales se diferencian de acuerdo con el tamaño de su diámetro. Estas son: arena (de 0,005 a 2,0 mm), limo (0,002 a 0,05 mm) y arcilla (menor a 0,002 mm). Se pueden medir por medio de métodos de laboratorio y de campo (manual). El método manual consiste en tomar una muestra de suelo, humedecerla hasta capacidad de campo⁷ y restregarla entre los dedos pulgar, índice y mayor, y así sentir su suavidad. Los tres tipos de texturas básicas del suelo son:

- **Suelo Arenoso:** Los granos individuales pueden sentirse y a veces mirarse, no se adhieren a los dedos y no se puede formar ninguna figura con ellos. El suelo que resulta es ligero y filtra el agua rápidamente. Tiene baja materia orgánica, por lo que no es muy fértil. Habrá que incorporar materia orgánica o compost en el caso que las especies lo requieran. Por ejemplo, los céspedes requieren de estos suelos.
- **Suelo Arcilloso:** Esta textura es plástica, adhesiva y permite efectuar toda clase de figuras entre los dedos. Este suelo es denso y casi no filtra el agua; puede llegar a comportarse como impermeable. Es pegajoso, plástico en estado húmedo y posee muchos nutrientes y materia orgánica. Son pesados para trabajar y con tendencia a compactarse, pero es rico en nutrientes. Si es necesario, habrá que aplicar un fertilizante natural. Si el suelo es muy arcilloso, además de la materia orgánica también es recomendable incorporar arena de río. Los suelos arcillosos tienen tendencia a encharcarse, lo cual pudre las raíces, aunque no todos los suelos arcillosos drenan mal. Se debe poner atención a las zonas bajas que son donde se acumula más agua.
- **Suelo Limoso:** Es muy suave al tacto, similar al talco y no se adhiere a los dedos. Este suelo es estéril, pedregoso y filtra el agua con rapidez. La materia orgánica que contiene se descompone muy rápido, por lo cual habrá que incorporar materia orgánica y arena para mejorar el suelo.

Si es necesario mejorar un suelo es conveniente consultar a un especialista. Los suelos arenosos como arcillosos se mejoran mezclando la tierra con materia orgánica (estiércol, compost, turba, humus de lombriz, etc.). La materia orgánica da cohesión a los suelos arenosos y esponja los arcillosos. La Figura 25 muestra la clasificación de texturas de suelo, de acuerdo con el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA). Por ejemplo, un suelo con 60% arena, 30% limo y 10% arcilla sería Franco Arenoso.

TABLA 6. CLASES TEXTURALES DE SUELOS (CLASIFICACIÓN USDA)

NOMBRES VULGARES DE LOS SUELOS (TEXTURA GENERAL)	ARENOSO (%)	LIMOSO (%)	ARCILLOSO (%)	CLASE TEXTURAL
Suelos arenosos (textura gruesa)	86-100	0-14	0-10	Arenoso
	70-86	0-30	0-15	Franco arenoso
Suelos francos (textura moderadamente gruesa)	50-70	0-50	0-20	Franco arenoso
Suelos francos (textura mediana)	23-52	28-50	7-27	Franco
	20-50	74-88	0-27	Franco limoso
	0-20	88-100	0-12	Limoso
Suelos francos (textura moderadamente fina)	20-45	15-52	27-40	Franco arcilloso
	45-80	0-28	20-35	Franco arenoso arcilloso
	0-20	40-73	27-40	Franco limoso arcilloso
Suelos arcillosos (textura fina)	45-65	0-20	35-55	Arcilloso arenoso
	0-20	40-60	40-60	Arcilloso limoso
	0-45	0-40	40-100	Arcilloso

Fuente: Elaboración propia con base en clasificación de suelos USDA

7 La máxima cantidad de agua que el suelo puede sostener contra la gravedad se denomina capacidad de campo.

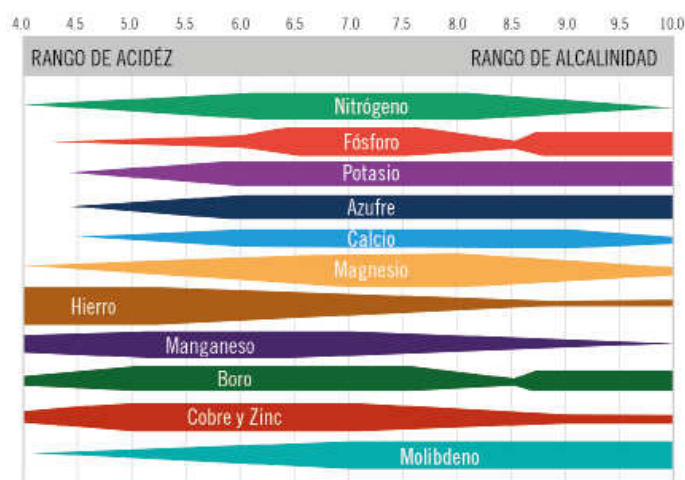
FIG.25. TRIÁNGULO DE TEXTURA DE SUELO



Fuente: USDA

Potencial de Hidrógeno (pH): El pH es el indicador principal de la disponibilidad de nutrientes para la vegetación, ya que influye en la solubilidad, movilidad y disponibilidad de estos y otros elementos presentes en el suelo. El contexto local determina fuertemente el pH, pues es una expresión tanto del clima, como de la vegetación e hidrología del lugar donde el suelo se ha formado. Por ejemplo, en la Región de Coquimbo son frecuentes los suelos alcalinos cuyo rango fluctúa entre 7 y 8.5, en cambio en la Región de Los Lagos se encuentran suelos ácidos con un pH de 5 y 5.5. Por su parte, en la Región Metropolitana el rango comprende entre 7,6 y 8,5.

FIG.26. DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES DE ACUERDO A PH DEL SUELO



Fuente: Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura (Intagri), México

El valor del pH en el suelo varía entre 3,5 (muy ácido) a 9,5 (muy alcalino). Mientras los suelos muy ácidos (pH menor a 5,5) tienden a presentar cantidades elevadas y tóxicas de aluminio y manganeso, los suelos muy alcalinos (pH mayor 8,5) tienden a dispersarse. En general el valor ideal del pH se encuentra en 6,5, pero siempre dependerá de los requerimientos de la especie. El pH del suelo, o sustrato, influye en la elección de especies: menor que 6,5, se trata de un suelo ácido; entre 6,5 y 7, el suelo es neutro, y mayor que 7, el suelo es alcalino o básico.

Se debe prestar atención a los suelos ácidos ya que están asociados a toxicidades y deficiencias, así como a otras condiciones restringentes para las plantas. Si el suelo es **muy ácido (pH<5,5)** escasearán otros nutrientes esenciales para las plantas como el calcio, magnesio, fósforo, molibdeno y el boro, lo que produce que su estructura no suela ser buena. Lo ideal es un pH neutro (**pH entre 6,5 y 7**) aunque para algunas especies, como las acidófilas (azalea, rododendro, hortensia, camelias, etc.) es preferible que sea inferior a 6,5. Sin embargo, se puede compensar parcialmente agregando un alto contenido de materia orgánica en el suelo.

Suelos Salinos: La presencia de las sales en el suelo afecta la asimilación de nutrientes por parte de la vegetación y la actividad microbiana del suelo. Esto es un problema común en zonas con climas áridos y semiáridos, debido a la escasez de precipitaciones que produce una falta de lavado natural del suelo, generando la acumulación de sal en las capas superiores del sustrato. Este efecto de acumulación también depende de la química del agua para el riego; agua con un alto contenido salino aumentará aún más la concentración de sal en el suelo.

La presencia de sales en el suelo genera:

- **Dispersión del suelo:** impide la infiltración de agua y germinación de semillas.
- **Baja conductividad o mala infiltración:** Produce encharcamientos y afecta el drenaje del suelo.

Por otra parte, la salinidad de suelos afecta a la vegetación:

- **Efecto osmótico:** Disminuye el potencial de absorber agua por osmosis (menos agua está disponible para la absorción de las plantas)
- **Desbalance nutricional:** Las sales interfieren con la absorción de nutrientes.
- **Toxicidad:** Generalmente asociada a la acumulación de cloro, sodio y boro.

Los suelos salinos pueden mejorarse por medio de técnicas de lavados de recuperación, donde el objetivo es disolver sales y desplazarlas fuera del sistema radicular de las plantas. Otra forma de recuperar el suelo es aplicar enmiendas químicas que reducen la absorción de sodio (por ejemplo, adicionando ácido sulfúrico para acidular el agua de riego). Es importante destacar que, tanto para medir la salinidad como para recuperar los suelos, se debe consultar a un técnico especializado.

2.1.1.3 RESISTENCIA A LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Las partículas en suspensión afectan la fotosíntesis de la vegetación, generando alteraciones foliares, reducción del crecimiento de las plantas y destrucción de flores, entre otros posibles efectos. También existen ciertas áreas al interior de las ciudades donde la contaminación es más grave que en otras y donde la vegetación puede encontrarse más expuesta a la contaminación ambiental (por ejemplo, en vías de alto tráfico).

Para estas áreas se recomienda utilizar plantas con mayor capacidad de resistir la contaminación, las cuales, por lo general, son todas aquellas especies que cambian al menos una vez al año su sistema foliar, como los Árboles caducifolios, plantas vivaces y anuales.

TABLA 7. EJEMPLOS DE PLANTAS RESISTENTES A LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA URBANA

ÁRBOLES	ARBUSTOS	PLANTAS VIVACES
Arce Negundo (<i>Acer negundo</i>)	Romero (<i>Rosmarinus officinalis</i>)	Geranio (<i>Geranium</i>)
Catalpa (<i>Catalpa bignonioides</i>)	Salvia (<i>Salvia officinalis</i>)	Tormentilla (<i>Potentilla</i>)
Ciruelo (<i>Prunus</i>)	Hortensia (<i>Hydrangea</i>)	Verónica (<i>Verónica officinalis</i>)
Laurel (<i>Laurus nobilis</i>)	Rosa de Siria (<i>Hibiscus syriacus</i>)	Lupino (<i>Lupinus</i>)

Fuente: Elaboración propia

2.1.1.4 LONGEVIDAD Y VELOCIDAD DE CRECIMIENTO

Los espacios públicos son grandes inversiones pensadas para perdurar, por lo que las especies utilizadas, en especial los Árboles, deben tener una longevidad alta para trascender la actual generación.

La duración de la vida de una planta depende de su estructura y de su ciclo vital. Por lo general las herbáceas o hierbas que pueden utilizarse como cubresuelos o flores de temporada, pueden vivir aproximadamente un año o dos; los Arbustos varían entre los 30 y 40 años; y los Árboles son los que tienen una mayor longevidad (alrededor de 100 años o más, dependiendo de la especie). Sin embargo, existen Árboles con una vida media muy corta (25 - 30 años), como los frutales y algunas acacias.

La clasificación de acuerdo con la longevidad de las plantas se divide en:

- **Anuales:** Su ciclo vital dura solo una temporada; nace y se desarrolla en primavera y verano, produciendo sus frutos, y luego muere en otoño o invierno.

- **Bianuales:** Durante la primera temporada nacen, crecen y se desarrollan, mientras en la segunda dan frutos y mueren.

- **Perennes o vivaces:** Son aquellas plantas que viven más de dos temporadas.

2.1.2 CONSIDERACIONES DE ACUERDO CON EL USO DE LA VEGETACIÓN

2.1.2.1 CONSERVACIÓN DE ECOLOGÍA Y BIODIVERSIDAD

La diversificación de la vegetación y el uso de vegetación nativa en los espacios públicos es una estrategia que puede colaborar a conservar y mejorar la ecología y biodiversidad urbana, ya que una paleta diversa de vegetación es menos susceptible de sufrir enfermedades y ser afectadas por peste, ayudando también a la creación de hábitats saludables para la fauna urbana.

En la selección de las especies vegetales debe imperar la vegetación nativa del contexto local para que contribuya a restablecer el equilibrio ecológico, además de favorecer la formación de corredores biológicos para aves e insectos y disminuir el uso de pesticidas y fertilizantes artificiales de origen inorgánicos que tienen un alto impacto ambiental. La incorporación de especies nativas que sean propias de los ecosistemas locales y se encuentren adaptadas a las condiciones climáticas del lugar, permite mantener los ambientes nativos, colaborando en amparar la presencia de la fauna y flora silvestre, además de generar potenciales ahorros económicos, dado que su adaptación climática puede reducir los requerimientos de riego, mantención y reemplazo de especies.

Cabe mencionar que en ocasiones se malentiende que una especie vegetal, solo por el hecho de ser nativa, va a prosperar bien en un ambiente de “ecología urbana”, sin embargo, no se debe descuidar el conocer los requerimientos de cada especie, y procurar que sea propia del lugar.

En específico, los Árboles son las plantas que más aportan a la conservación de la ecología y la biodiversidad en el medio urbano porque:

- Permiten el aumento de la biodiversidad.
- Favorecen las migraciones de especies de aves, en la medida que se planifique un sistema continuo de vegetación.
- Colaboran en naturalizar la ciudad.
- Favorecen corredores biológicos.

Para contribuir a la ecología y biodiversidad urbana por medio de los espacios públicos, se recomienda hacer un levantamiento de las especies nativas y/o vegetación adaptada al clima local y, específicamente, de las especies en peligro de extinción. Adicionalmente, es importante realizar un levantamiento de la biodiversidad asociada a la vegetación. Se recomienda, en la etapa de diseño, ver la disponibilidad de especies nativas en viveros.



2.1.2.2 CONTROL DE LA EROSIÓN Y GESTIÓN DE LAS AGUAS LLUVIAS

Gracias a la permeabilidad del suelo y a la presencia de vegetación, las áreas verdes contribuyen al control de las inundaciones causadas por la acumulación de aguas lluvias, puesto que son capaces de infiltrar hacia el subsuelo las aguas que escurren sobre las superficies pavimentadas. Las hojas de los Árboles y otras coberturas vegetales interceptan las gotas de lluvia y dosifican su paso hacia el suelo, donde sus raíces lo retienen minimizando la erosión.

FIG.27. RELACIÓN ENTRE PRESENCIA DE VEGETACIÓN E INFILTRACIÓN DE AGUAS LLUVIAS



Fuente: Federal Interagency Stream Restoration Working Group, 1998.

Los Árboles son protectores de los suelos, disminuyendo la erosión y los problemas asociados. Las especies vegetales en laderas o planicies, además de controlar la erosión de suelos, ayudan a su conservación impidiendo los deslizamientos masivos, aludes y otros que pueden significar riesgos para la población. Por su parte las raíces desempeñan un papel muy importante como purificadoras del agua, ya que constituyen un excelente filtro físico, químico y biológico. Al utilizar sustancias no deseadas en sus procesos metabólicos (nutrientes) impiden que lleguen a los mantos acuíferos o a los cuerpos de agua y los contaminen.

El aumento de la vegetación y de las superficies de suelo permeable contribuye al control de las aguas lluvias. Complementariamente, durante las últimas décadas se han desarrollado técnicas que buscan mejorar los sistemas de drenaje urbano (sistemas de drenaje urbano sostenible), donde la vegetación cumple un rol importante. Entre algunas de las técnicas utilizadas se destacan: pozos filtrantes, cunetas verdes y humedales artificiales.

2.1.3 REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

2.1.3.1 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Como parte de sus procesos de metabolismo, la vegetación tiene la capacidad de absorber el CO_2 que se encuentra en el aire y en el suelo, por medio de sus hojas y raíces. Al mismo tiempo, el material vegetal tiene la capacidad de liberar O_2 . Ambas características hacen del aumento de la vegetación una estrategia que contribuye a la reducción de la contaminación en las ciudades.

En específico, la presencia de Árboles, es un factor relevante para el aporte ambiental de un espacio abierto, porque contribuyen a la captura de contaminantes como el monóxido de carbono y el PM_{10} , entre otros (Rowntree y Nowak, 1991; Escobedo, Wagner, Nowak, De la Maza, Rodríguez y Crane, 2008).

Las diferencias entre los tipos de vegetación también son un factor a considerar en la reducción de la contaminación; las especies vegetales con mayor cantidad de material vegetal, absorberán una mayor cantidad de contaminantes.

Existen estudios en Chile, Estados Unidos y México (Escobedo et al, 2008; Nowak, Crane y Stevens, 2006; Escobedo y Chacalo, 2008), que indican que el Arbolado urbano aporta a la descontaminación atmosférica, especialmente por material particulado y metales pesados. En calles con Arbolado el contenido de partículas de polvo por unidad de volumen de aire puede ser hasta 12 veces menor que en las vías públicas sin Árboles. Un Árbol puede fijar 10 veces más que su proyección sobre el suelo de pradera (Ballester-Olmos, 1991).

Es importante considerar que la contaminación también puede producir alteraciones en el crecimiento de especies sometidas a altas concentraciones de contaminantes. Para evitar esto, la correcta selección de las especies arbóreas es fundamental.

2.1.3.2 CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

Las arborizaciones de distintas alturas, mezcladas con Arbustos, colaboran en disminuir el ruido de los automóviles. La vegetación reduce la propagación del ruido en forma proporcional al incremento de la superficie foliar. El nivel de reducción dependerá del tipo de vegetación, de la dirección de la barrera vegetal y de su densidad. Las hojas y ramas reducen el sonido transmitido, principalmente dispersándolo, mientras el suelo lo absorbe. Las especies de hoja persistente son las mejores, siendo las coníferas las menos eficientes en reducir los niveles de ruido. Estas se deberían plantar cerca del origen del ruido y no cerca del área receptora (Cook y Haerbeke, 1971).

Estudios indican que una masa vegetal que combine Árboles de distintos tamaños, para aumentar su densidad, pueden llegar a reducir los decibeles del entorno (Perahia, 2007; Sorensen, Barzetti, Keipi y Williams, 1998). Por ejemplo, es posible disminuir los ruidos de 8 a 10 decibeles por metro de espesor (Perahia, 2007). La vegetación también puede contribuir a disminuir la percepción humana del ruido, al bloquear visualmente el origen del sonido (Martínez, 2004; Miller, 1988).

Una encuesta realizada en Estocolmo reveló que quienes viven a menos de 400 metros de áreas verdes expresan un menor disgusto frente al ruido vehicular. Las áreas verdes otorgan un mayor bienestar que incide en una menor percepción de molestia y estrés ante el ruido de vehículos motorizados (Gidlö- Gunnarsson y Öhrström, 2007, citado en Ramírez y Domínguez, 2011).

Al generar sus propios sonidos, la vegetación urbana puede ocultar la contaminación acústica, haciendo que los individuos filtren aquellos ruidos molestos al prestar atención a los sonidos de la vegetación y su fauna (Nowak, Dwyer y Childs, 1998).

2.1.4 REUTILIZACIÓN DE MATERIAL VEGETAL

La incorporación de elementos de vegetación preexistente en los espacios a intervenir es una estrategia que contribuye a valorizar la identidad del paisaje local, así como a disminuir costos. Es común que al iniciar un proyecto exista una aproximación de “tábula rasa” sobre el paisaje, que se confunde con creatividad y originalidad, llevando a sustituir completamente un paisaje preexistente por uno nuevo (Dee, 2001).

Es importante considerar que:

- El ahorro de recursos es un principio básico para la sustentabilidad.
- El paisaje se encuentra en constante evolución, superponiéndose capas vegetales y significados culturales.
- La vegetación preexistente ha tardado años en desarrollarse, manifestando el éxito de su adaptación a las condiciones del lugar, otorgándole un mérito que se suma a sus valores ecológicos y estéticos.

- Los paisajes poseen usos y significados que son importantes y propios de las personas que habitan las cercanías del lugar a intervenir.

Tanto la vegetación como el suelo son posibles de ser reutilizados en el desarrollo de un espacio público, para lo que se debe considerar:

- Conservar vegetación y suelos de buena calidad.
- Establecer y delimitar áreas de protección de vegetación para la etapa de construcción.
- Guardar y reutilizar la capa de suelo superficial del lugar, para su reutilización posterior.

En caso de reutilizar el suelo, realizar una evaluación de sus propiedades (pH, contenido de nutrientes y estructura del suelo) para verificar la viabilidad de ser utilizado.

2.2 DIMENSIÓN SOCIAL

El material vegetal contribuye a la dimensión social de la sustentabilidad, principalmente, al otorgar confort a los usuarios del espacio público. Otros aspectos destacados son su relación con la promoción de la vigilancia natural del espacio, que aumenta la seguridad, así como también, su relación con la generación de identidad y la mejora de la salud de los ciudadanos.

2.2.1 CONSIDERACIONES PARA MEJORAR EL CONFORT TÉRMICO

2.2.1.1 PROTECCIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR

Desde el punto de vista del control de la radiación solar, las especies más interesantes son las caducifolias⁸. Para climas templados el Árbol ideal, en este aspecto, es aquel que tenga la más baja transmisividad (paso de la radiación solar a través del follaje) en verano y la más alta durante el invierno. Esto, porque es deseable que el ciclo de foliación ocasione variaciones de la transmisividad, en armonía con las necesidades de calentamiento y enfriamiento de los espacios urbanos y arquitectónicos.

Otro tema asociado es la iluminancia, la cual, bajo un grupo de Árboles, está compuesta de radiación difusa y de una cantidad variable de radiación directa que pasa a través del follaje de estos. La altura de la vegetación, su edad y la especie determinarán la iluminancia bajo una cubierta vegetal. Por ejemplo, la transmitancia media a la luz natural para especies caducifolias es 40% en invierno y 5% en verano (los valores pueden cambiar un poco de acuerdo con las características de cada especie).



El Árbolado urbano puede contribuir a proteger a los usuarios de la radiación solar, lo cual depende del ángulo y la dirección de incidencia de los rayos solares. La inclinación de los rayos depende de la latitud y de la hora del día para una cierta localización. Para aprovechar las capacidades del Árbolado urbano de mitigar la radiación solar se deberá tener conocimiento del clima local.

Es importante considerar:

- La mitigación es mayor en la medida que se aumente la proporción de superficies sombreadas por la cobertura vegetal.
- Mayor proporción de superficies con vegetación en zonas de permanencia y descanso, matizan la radiación durante el día y retienen el calor, aportando al confort en la tarde y noche.
- El uso de las especies caducifolias es eficiente para climas con estaciones marcadas desde el punto de vista del control de la radiación solar, debido a su comportamiento diferenciado; proveen de sombra en verano y pierden el follaje en invierno, permitiendo el traspaso de la radiación aportando confort térmico en ambas situaciones.

2.2.1.2 REDUCCIÓN DEL EFECTO ISLA DE CALOR URBANA

La vegetación ayuda a regular el clima urbano al mitigar el impacto de las “islas de calor” modificando la temperatura del aire y humedad de un espacio. Un estudio de Romero y Molina (2008) sobre las diferencias en temperatura de distintas coberturas de suelo en Santiago, reveló una desigualdad de hasta dos grados entre distintas áreas, las cuales estaban determinadas por los diferentes porcentajes de vegetación.

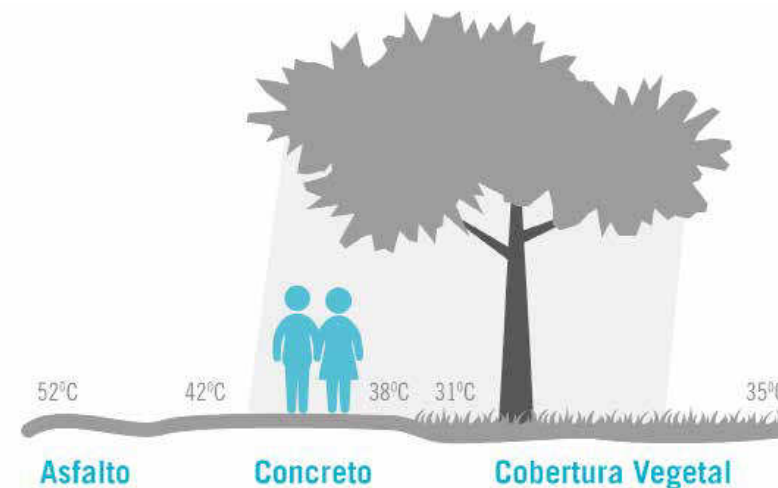
Los Árboles tienen un mayor impacto para la reducción del efecto “isla de calor”, ya que pueden bloquear el paso de la radiación solar, evitando el calentamiento y el almacenamiento del calor en los pavimentos y muros que sombream.



PLAZA DE ARMAS, COPIAPÓ

Fuente: CDT

FIG.28. REGULACIÓN DE TEMPERATURA Y HUMEDAD



Fuente: Comisión para el mejoramiento de la calidad térmica de las edificaciones y el espacio urbano, 1999.

Para reducir el efecto “isla de calor” se recomienda:

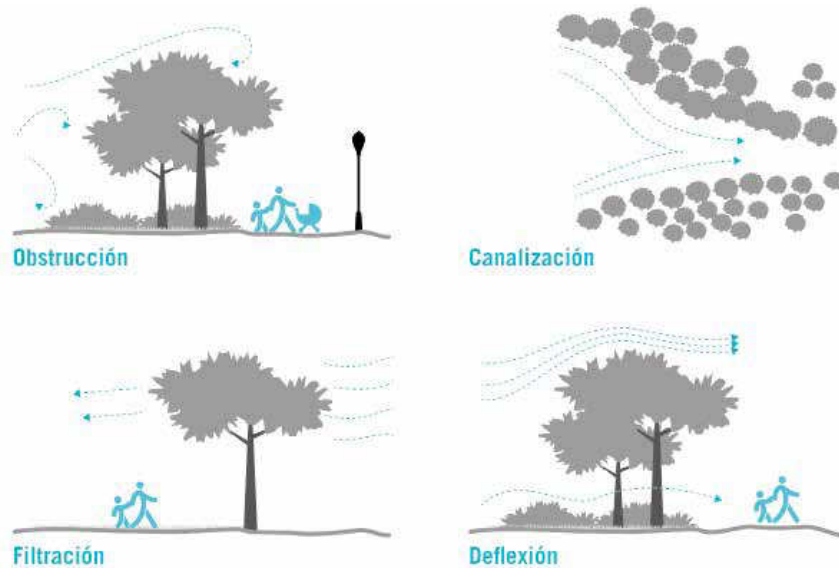
- Definir puntos de plantación considerando un análisis de sombra del lugar en relación con la radiación máxima del año, correspondiente al solsticio de verano, y usando como tamaño referencial especies arbóreas con cinco años de crecimiento.
- Las plantas tienen una capacidad de conductividad térmica menor que los materiales de construcción y superficies duras. Por esta razón a mayor superficie de áreas verdes en el terreno, mayor será el impacto en la mitigación del efecto “isla de calor”. Se recomienda la instalación de Árboles que aseguren la cobertura de, al menos, un 70% de la superficie horizontal de las calles y sobre áreas duras, correspondientes a circulaciones peatonales exteriores, plazas o estacionamientos, para bajar la temperatura ambiental y enfriar la “isla de calor” (Universidad de Chile, 2003).

Por otra parte, la contribución de la vegetación al microclima dependerá de la cantidad de biomasa que se encuentre en un determinado espacio. Para aumentar la biomasa se recomienda la utilización de diferentes tipos de vegetación y especies, de manera de maximizar la cantidad de biomasa presente. También contribuye el uso de muros y cubiertas vegetales (Pascual, 2009).

2.2.1.3 PROTECCIÓN CONTRA EL VIENTO

Mediante la ubicación de masas de Árboles se puede influir en el movimiento del viento. Los Árboles colaboran regulando el flujo del viento por medio de la obstrucción, filtración, canalización y deflexión.

FIG.29. USO DE BARRERAS VEGETALES PARA PROTECCIÓN CONTRA EL VIENTO



Fuente: Comisión para el mejoramiento de la calidad térmica de las edificaciones y el espacio urbano, 1999

El aspecto más importante de la barreras compuestas por vegetación es la permeabilidad: tanto más densa sea la obstrucción, mayor será la reducción de la velocidad del viento. Es por esto que una densidad media será más efectiva en reducir la velocidad del viento y producir menos turbulencias. En Punta Arenas las coníferas son utilizadas como barreras contra el viento, logrando moderar la velocidad. En este caso, la especie vegetal utilizada es muy densa (*Cipreses macrocarpas*), así como la barrera vegetal; la distancia entre ellas es la mínima posible y se utilizan tres filas paralelas (Bustamante et al., 2014).

Para la utilización de Árboles en la conducción y protección del viento se debe considerar:

- La velocidad y dirección del viento presente, para calcular la dimensión (altura, ancho y longitud), densidad, penetrabilidad y forma de la barrera.
- Lo ideal es que la densidad aumente con la altura, según la velocidad del viento. Un aumento del 10% en el área cubierta por Árboles puede reducir entre 10 y 20% la velocidad del viento, mientras que un aumento del 30% puede reducirla entre un 15 a un 35%. Aún en invierno, cuando muchos de los Árboles han perdido sus hojas, estos siguen conservando entre 50 y 90% de su poder protector.
- Los mejores resultados se obtienen con densidades entre el 30 y 40%, donde la vegetación caducifolia logra mantener hasta el 60% de su efecto reductor en invierno. La barrera debería de ser menos permeable cerca del suelo donde la velocidad es menor. Lo ideal es que la densidad aumente con la altura según la velocidad del viento.

2.2.2 SEGURIDAD

El diseño y mantención de la vegetación también puede influir en la seguridad de los espacios públicos, interviniendo en la generación de vigilancia pasiva, así como en la percepción de seguridad en los espacios públicos.

La vigilancia pasiva se realiza por personas que, al encontrarse en espacios públicos, los vigilan inconscientemente. Para fomentar esto es clave propiciar campos visuales amplios y profundos, así como generar espacios que sean atractivos para los usuarios.

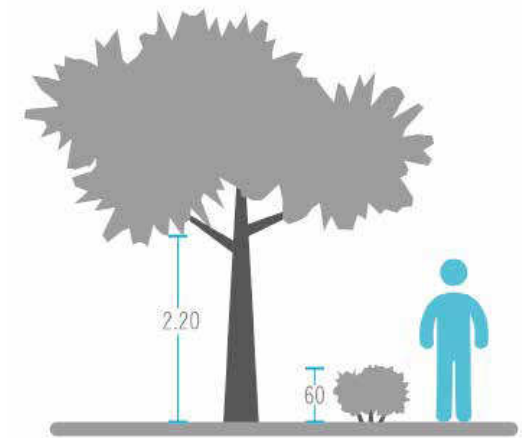
La vegetación debe ser cuidada y diseñada para promover la visibilidad en los espacios públicos, evitando que se obstaculicen los campos visuales de potenciales vigilantes (Ver manual “Espacios urbanos seguros” del Minvu).

Por otra parte, la calidad y el estado de conservación de la vegetación pueden afectar la percepción de seguridad que los usuarios tengan sobre el espacio público. La seguridad está relacionada con la vitalidad y la intensidad de uso del espacio público (Borja y Muxí, 2003), las cuales están determinadas, en gran parte, por la calidad del diseño de los espacios públicos y su mantención.

Algunos factores físicos del espacio público, relacionados con la vegetación, que desincentivan el uso de las personas son:

- Lugares y ambientes físicamente deteriorados, descuidados, con baja mantención y/o en abandono.
- Sectores con vegetación sin mantención, descuidada y/o que obstaculice la iluminación.

FIG.30. ALTURAS REFERENCIALES DE VEGETACIÓN PARA PERMITIR VIGILANCIA NATURAL



Fuente: Estudio Paisaje

2.2.3 INTERACCIÓN CON OTROS USOS

Es importante considerar la interacción de la vegetación en relación con los usos del espacio público y el contexto urbano. Entre los aspectos más importantes se pueden destacar: usuarios, escala, función y equipamientos cercanos.

1. Usuarios: En el caso de espacios donde los usuarios sean principalmente niños, se recomienda no colocar especies con espinas, que produzcan alergias o que posean frutos que puedan ser ingeridos por los niños. Además, se recomienda considerar especies que no tengan facilidad de desganches.

2. Escala (intercomunal, comunal o de barrio): A mayor escala del espacio público (por ejemplo avenidas o parques) se pueden ocupar especies de mayor tamaño, a diferencia de un barrio donde las edificaciones se encuentran más cercanas y las calzadas y veredas son más pequeñas.

3. Función del espacio (educacional, recreativo o deportivo): La vegetación no debe intervenir con la actividad del espacio público. Por ejemplo, si se cuenta con mesas de ajedrez, sobre ellas se necesita sombra de especies de las que no caigan frutos mientras se realiza la actividad.

4. Usos o equipamientos existentes dentro del área de intervención: En un espacio cercano a un edificio patrimonial, la posición de los Árboles no tiene que interponerse con la arquitectura; más bien debe buscar resaltarla y ser un complemento al proyecto general.

2.2.4 CONSIDERACIONES PARA FOMENTAR LA IDENTIDAD LOCAL

La vegetación urbana puede contribuir a generar identidad en los espacios públicos, potenciando el paisaje natural (otorgar carácter al paisaje, potenciar el paisaje natural preexistente, destacar hitos del macro paisaje y sus colores, formas y texturas) y el paisaje cultural (fomentando la identidad cultural e histórica local y reconociendo el valor urbano y arquitectónico de las edificaciones presentes, entre otros).

La puesta en valor de especies reconocidas como propias por los residentes de un barrio o territorio -relacionadas con la historia, o nativas del lugar-, posibilita y refuerza el vínculo de identidad entre hombre y entorno natural.

Una arborización acertada, con una correcta selección vegetal en un loteo o calle, podrá otorgar carácter a un barrio, logrando establecer un ambiente adecuado para la residencia o el trabajo. La arborización se transformará entonces en un patrimonio.

Se ha demostrado que la participación de la comunidad local en programas de plantación de Árboles enriquece el sentido comunitario de identidad social, autoestima y territorialidad. Los residentes reconocen su capacidad como grupo de controlar la condición de su ambiente, sintiéndose partícipes de los cambios.

2.2.5 CONSIDERACIONES PARA LA SALUD HUMANA

Diversos estudios han abordado la relación entre la existencia de áreas verdes y el bienestar físico y psicológico de la población. Grahn y Stigsdotter (2003) demostraron que los espacios de áreas verdes contribuyen a reducir el estrés y sus enfermedades relacionadas. También se ha demostrado una positiva relación entre la presencia de áreas verdes y la disminución de la obesidad ya que favorece a la realización de actividades físicas (Nielsen & Hansen 2007 citado por Altherr, 2007) y un estilo de vida más activo en la población de la tercera edad (Sugiyama y Ward Thompson, 2007).

2.3 DIMENSIÓN ECONÓMICA

En relación con la dimensión económica se deberá asegurar la durabilidad de las especies seleccionadas, prestando atención al manejo y mantención de estas, incluyendo las etapas de adquisición y plantación.

2.3.1 CONSIDERACIÓN DE CRITERIOS ECONÓMICOS Y DE DURABILIDAD

2.3.1.1 PRÁCTICAS SUSTENTABLES GENERALES

En la escala del espacio público es muy importante considerar como la selección de especies y la adopción de algunas prácticas sustentables, puede contribuir a disminuir los costos de la inversión y/o de mantención en el tiempo. Algunas son:

a) Utilizar especies de baja mantención en materia de riego y poda, de acuerdo con la zona geográfica: En la Zona Norte el uso de especies de bajo consumo hídrico (que requieren de un menor uso de agua para su mantención) contribuye a disminuir el costo asociado al riego. Además, la selección de especies que requieren una menor cantidad de podas, disminuye costos de mano de obra en la etapa de mantención.



ARBUSTO EN CONTENEDOR

Fuente: María Eugenia Pérez

b) Agrupar especies con requerimientos hídricos similares: De esta manera el riego será más eficiente.

c) Disminuir zonas de césped y utilizar alternativas: El césped es una planta que requiere de un alto consumo de agua para su mantención. De utilizarlo, es importante priorizar aquellas zonas donde otorgue un mayor beneficio funcional (ej.: zonas de recreación). Al usar alternativas al césped se contribuye a disminuir los costos de la etapa de mantención.

d) Utilizar especies disponibles en el contexto local: El uso de especies disponibles en el contexto local disminuye su transporte, lo que implica una mejor adaptación al clima y plagas (disminuyendo la necesidad de reposición), facilitando su reemplazo en caso de muerte de la especie.

e) Reutilizar material vegetal preexistente: Al reutilizar el material vegetal preexistente se disminuyen costos asociados a la adquisición de material vegetal.

f) Reutilizar desechos orgánicos para la generación de compost: El compostaje de desechos orgánicos generados *in situ* disminuye los costos asociados a la adquisición de productos para la nutrición de las especies y a la gestión de residuos del sitio, además de aminorar la carga de desechos municipales.

g) Prevenir plagas, especies exóticas invasoras y enfermedades: Por medio de un plan de manejo, la prevención contribuye a la salud de las especies y evitar posibles enfermedades que puedan afectar la conservación de las plantas.

2.3.1.2 ACTIVIDADES PREVIAS A LA PLANTACIÓN

2.3.1.2.1 ADQUISICIÓN DE PLANTAS

Hoy en día la mayor parte del material vegetal utilizado en espacios públicos proviene de viveros, los cuales distribuyen semillas, plantas de semillero y plantas adultas. Considerando la relación con el suelo y el clima, es clave procurar que las condiciones de producción de las plantas coincidan con la localización final del material vegetal para asegurar su durabilidad.

Otra alternativa es utilizar Árboles maduros para trasplantar en los espacios públicos. Sin embargo, es importante considerar que estos no se adaptan fácilmente a nuevas localizaciones y que su tasa de pérdida es mayor a las plantas de vivero, ya que se pierde gran parte de las raíces al trasplantar un Árbol maduro. Es necesario considerar que muchas veces un Árbol maduro ya trasplantado requiere de un anclaje para apoyar el sistema radicular.

2.3.1.2.2 TRASLADO

Árboles: Las especies pueden trasladarse en bolsas de polietileno, atados a totora u otro contenedor que asegure el transporte completo del cepellón de raíces. Se podrán trasladar Árboles caducos a raíz desnuda en los meses de junio y julio. El transporte debe ser en camión cerrado por los costados y cubierto por la parte superior.

2.3.1.2.3 ACOPIO

Es recomendable “aclimatar” las especies antes de plantarlas bajo un sombreadero con malla tipo raschel 50%, esto con el fin de que se vayan acomodando a la nueva situación en un terreno sin protección. Las especies se pueden mantener los días necesarios para asegurar su adaptación, sin olvidar su riego.

2.3.1.3 ACTIVIDADES EN LA PLANTACIÓN

La salud de las plantas puede verse afectada por diferentes factores, como la disponibilidad de nutrientes y condiciones del suelo, el clima y la competencia con otras especies vegetales.

Un tema clave para asegurar una plantación exitosa es verificar las condiciones del suelo y preparar el lugar para la plantación. En el caso de plantas leñosas (Árboles y Arbustos) es importante enterrar las raíces a la misma profundidad del lugar de su obtención (vivero).

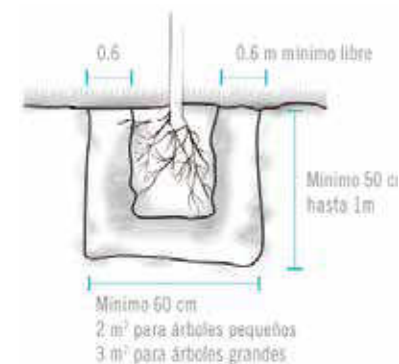
Es necesario tener en cuenta la sensibilidad y capacidad de adaptación de las especies para programar su plantación. Por ejemplo, las especies más sensibles deberán ser plantadas durante la primavera, para que resistan de mejor manera la época invernal posterior a su implantación en el espacio público.

2.3.1.3.1 HOYADURA

La profundidad de la hoyadura dependerá de la especie de Árboles y Arbustos a plantar. Se debe considerar dejar como mínimo unos 60 cm de espacio para relleno entre el pan de tierra que trae el Árbol del vivero y el borde de la hoyadura.

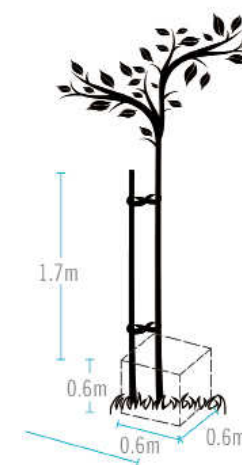
El día anterior a la plantación se deben regar abundantemente las hoyaduras con el fin de detectar problemas de drenaje. Para la plantación el fondo debe estar húmedo y sin agua estancada.

FIG.31. HOYADURA



Fuente: Pérez, Raffo y Sarrazin, 2013

FIG.32. TUTOR GUÍA DE ÁRBOL



Fuente: Manual Técnico de arborización urbana (s.f.), Sao Paulo, Brasil

En las especies de bajo porte como cubresuelos, flores, gramíneas y suculentas no es necesario realizar hoyadura, pero el suelo debe estar bien preparado para la siembra. Se recomienda realizar un retirado y/o controlado de las malezas debido a que competirían con las especies y serán difíciles de erradicar una vez establecidas. El terreno se debe preparar picando de 20 a 40 cm de profundidad, para posteriormente nivelar con ayuda de un rastrillo.

2.3.1.3.2 MEJORAMIENTO DEL SUELO

Según las características del terreno, varían los materiales necesarios. En pocas ocasiones el suelo es de buena calidad y no requiere materiales adicionales. En los casos en que el terreno es arcilloso es necesario agregar arena gruesa o perlita y yeso abono, además de compost. Si por el contrario el terreno es arenoso y pobre en nutrientes, se recomienda incorporar una buena cantidad de materia orgánica como el guano bien descompuesto, humus o compost.

Se recomienda una fertilización básica con productos fosforados o de liberación controlada NPK. Estas se deben aplicar esparciendo la mitad en el fondo del hoyo e incorporándolo al suelo de relleno de manera que las raíces de la planta no queden en contacto directo con el fertilizante. El resto se mezcla con la tierra de relleno final.

2.3.1.3.3 SIEMBRA

En el día de la plantación se debe retirar la envoltura de las raíces con cuidado, tratando de evitar que se rompa el pan de tierra. Este proceso debe ser lo más rápido posible, pero con cuidado. Si la envoltura es arpillera se puede dejar, pero cuidando el tercio superior de ella. Luego de este proceso se debe instalar el material vegetal en la hoyadura con suficiente relleno mejorado abajo, procurando mantener el nivel del cuello que trae originalmente al ras de suelo definitivo.

En el caso de los Árboles se deben introducir en la hoyadura uno o más tutores de pino o eucaliptus impregnado de 1,5 a 2,5", por el lado en que sopla el viento dominante. El tutor de madera debe enterrarse de manera vertical, al menos 60 cm, dejando una parte aérea de 2,0 m. El Árbol se afirma al tutor con cinta plástica entrelazada en forma de ocho, sin producir estrangulamiento. En zonas ventosas estos se colocan en el perímetro de la copa, equidistantes del tronco, con el fin de no dañar el sistema radicular.

2.3.1.3.2 PROTECCIÓN

Las tazas para Árboles son cuencas hechas en la tierra en torno a la base del Árbol, que generan un espacio no caminable alrededor del Árbolado urbano y otorgan una mayor protección e infiltración de agua a sus raíces. El ancho de la taza (área sin impermeabilizar) depende del tamaño del Árbol adulto; como mínimo debe ser de 60 cm para Árboles pequeños. Se recomienda 2 m² para Árboles pequeños (diámetro de copa alrededor de 4 m y de altura menor a 5 m) y de 3 m² para los grandes (diámetro de copa alrededor de 8 m y altura 12 m).

2.3.2 CONSIDERACIÓN DE MEDIDAS DE CONSERVACIÓN DEL MATERIAL VEGETAL

La mantención del material vegetal implica una suma de medidas e intervenciones que contribuyen a la conservación de las especies a largo plazo.

Luego de la plantación inicial existen diferentes fases de mantención:

- **Establecimiento:** Implica los cuidados especiales para asegurar el establecimiento de las especies, como la eliminación de malas yerbas, abonado y otras medidas de protección. Esta fase dura, por lo general, un período completo de vegetación.
- **Mantenimiento y desarrollo:** En ella se consigue la forma y función del paisaje diseñado. Esta fase requiere de mucha mano de obra y también de actividades como la eliminación de malas hierbas, brotación de otras especies, riego, abonado y poda de plantas leñosas. La duración de esta etapa depende del tipo de planta y es proporcional al tamaño de las especies.
- **Conservación:** La mantención en la etapa de conservación tiene como fin el cuidado de las especies, podas regulares y reposición, en el caso de ser necesario.

Desde el momento en que el Árbol se planta en una taza de la acera, se cambian sus condiciones normales de crecimiento. Desarrollarse en un entorno urbano sometido a continuas agresiones hace que sus estructuras pierdan el crecimiento natural, dando lugar a copas ahiladas, desequilibradas, inclinadas, golpes y heridas, entre otros. Estos defectos pueden convertirlo en un elemento urbano de riesgo por desgancho o caída, lo que implica la necesidad de podas continuas.

Para la mantención y conservación del material vegetal es importante considerar los requerimientos de nutrientes de cada especie. Algunas actividades de mantención, como las podas, pueden afectar la cantidad de nutrientes presentes en el suelo, en la medida en que los residuos orgánicos de las hojas no llegan a la tierra.

El clima es otro aspecto que afecta al crecimiento de las plantas, por lo que se deberá tener un especial cuidado en localidades donde existan fuertes heladas u olas de calor.

La salud de las plantas es un elemento de especial cuidado, ya que se deben prevenir posibles daños y enfermedades que las puedan afectar. Para ello es importante elegir especies que sean adecuadas al contexto y/o utilizar las que son resistentes a enfermedades.

2.3.2.1 PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENCIÓN

La diversidad de especies, tamaños y entornos hace que las necesidades de mantenimiento sean muy heterogéneas y sea necesario un gran esfuerzo de previsión a corto, medio y largo plazo. Todo esto debe estar apoyado en una estructura organizacional adecuada, así como en medios humanos, materiales y herramientas de gestión apropiados. La planificación de las labores y trabajos a realizar para el mantenimiento y la conservación del Árbolado debe incluir:



- Establecimiento del calendario de las labores a realizar.
- Organización del personal, por brigadas y labores, en función del calendario establecido.
- Distribución de los medios mecánicos o herramientas disponibles para el mantenimiento.
- Estimación de rendimientos de mano de obra, herramientas o insumos.
- Elaboración de planes y programas.

Durante los dos años (mínimo) siguientes a la plantación, se deben mantener los cuidados, tutores y protectores. Es importante dar a conocer que la responsabilidad de mantener los Árboles no es solo de la municipalidad competente, sino también de cada usuario.

2.3.2.2 ACTIVIDADES DE MANTENCIÓN

2.3.2.2.1 REPOSICIÓN

Las especies quebradas o secas por cualquier causa, se deben reponer con ejemplares de la misma especie y variedad para conservar y respetar las características del paisaje diseñado, de acuerdo con especificaciones técnicas (verificar el nombre científico).

En las especies de bajo porte es fácil detectar los sectores que están ralos en la época de primavera. Es oportuno replantar esas zonas, preparando previamente el terreno; se aconseja revisar las posibles causas de este hecho. Algunas de las más comunes son la falta de riego, pisoteo y robo, entre otras.

2.3.2.2.2 RIEGO

El riego debe cuidarse, en especial, durante los primeros dos años, así como en tiempos calurosos, principalmente en lugares donde hay mucho pavimento y corrientes de aire. El volumen mínimo a considerar debe estar de acuerdo con el tipo de suelo; los que son arenosos no retendrán el agua y habrá que regarlos con más frecuencia, en cambio en suelos más arcillosos se pueden prolongar más los intervalos entre riegos.

Los sistemas y elementos de riego tienen que ser revisados permanentemente, en especial en verano. Se deben efectuar las reparaciones y reposiciones de todo elemento en mal estado o dañado.

2.3.2.2.3 SANIDAD

Las medidas de control de plagas y enfermedades deben ser específicas para el problema detectado, aplicándose exclusivamente en las especies involucradas.

Se debe observar la presencia de daños o crecimientos anormales en las plantas, de manera de poder detectar oportunamente la presencia de plagas, enfermedades o plantas parásitas que pudieran causar daños.

Se recomienda revisar el capítulo “Bases para entender el manejo integrado en espacios públicos con cubierta vegetal”, en el libro “Diseño del Espacio Público Sustentable. Buenas Prácticas en Climas Mediterráneos”, de Pérez, Raffo y Sarrazin, 2013.

Cuando se requiera, se debe seleccionar la línea orgánica de productos inocuos para el medioambiente y la salud de las personas y animales.

2.3.2.2.4 FERTILIZACIÓN

En el caso de los Árboles, se recomienda realizar la fertilización en primavera u otoño sobre el hoyo de la plantación. Si es posible, se aconseja aplicar fósforo en el momento de la plantación y nitrógeno en la estación subsiguiente. Es decir, si la plantación fue en otoño, se aplica en ese momento fósforo y nitrógeno en la siguiente primavera.

Para los Arbustos se recomienda realizar fertilización del suelo agregando una vez al año materia orgánica (compost, humus de lombriz y guano).

2.3.2.2.5 PODA

Árboles

Se realiza para controlar su desarrollo, aumentar el rendimiento y realzar su función. Existen tres tipos de poda, las que se recomienda hacer con cuidado:

- **Poda de formación:** Se hace en los primeros años y tiene como meta dar forma a la estructura de las ramas sólidas y determinar la altura desde el suelo.
- **Poda de limpieza y mantenimiento:** Se hace a lo largo de la vida del ejemplar con el fin de cortar ramas viejas, quebradas o enfermas, además de reducir la copa y eliminar hijuelas.
- **Poda lateral o direccional:** Se hace en los Árboles que están cerca del tendido eléctrico.

Arbustos

El objetivo es mejorar su desarrollo y crecimiento, evitar el riesgo de propagación de plagas y enfermedades y garantizar la seguridad del ciudadano.

Las podas se realizan durante los primeros años de formación, buscando no dejar ramas con ángulos inadecuados (muy agudos) y respetando la forma de crecimiento natural de la especie.

No es considerada una buena práctica, ni tampoco colabora con ningún principio sustentable, el tratamiento dado por jardineros para dar forma de “bola” o topiaria, desnudando los Arbustos en su parte inferior y “despejando” el tronco basal de todo tipo de follaje. Las especies que están separadas y sin su follaje pierden toda posibilidad de generar su propia sombra, lo que contribuye a que el suelo se caliente y se evapore rápidamente el agua de riego.





EJEMPLO DE MALA PODA EN UN ARBUSTO

Fuente: María Eugenia Pérez

2.3.2.2.6 DESCOMPACTACIÓN

La descompactación de la tierra de la taza se debe hacer dos veces al año, en otoño y primavera, ya sea de manera mecánica, aireando y/o con la aplicación de yeso agrícola (100 a 300 g/m²). Se utiliza horqueta para remover el terreno, sin afectar raíces.

2.3.2.2.7 DESMALEZADO

Las malezas le quitan al material vegetal sus nutrientes, agua y espacio en el suelo, además de alojar plagas que aumentan las posibilidades de enfermedades. Algunas de ellas tienen acciones alelopáticas que afectan negativamente el crecimiento y/o sanidad de las especies. Una buena medida para disminuir la población de malezas es la colocación de mulch.

2.3.3 OTRAS CONSIDERACIONES

2.3.3.1 ASPECTOS BOTÁNICOS Y DE MANEJO A TENER EN CUENTA:

1. Su nombre científico, para hacer una correcta elección o solicitud en los viveros. Es el nombre asignado a cada planta. Se escribe primero el género y luego la especie. Por ejemplo: Quillaja saponari (Quillay).
2. Su origen o distribución geográfica natural, o a qué clima corresponde. Esto sirve para conocer sus requerimientos de agua y manejo, teniendo en cuenta que se debe favorecer la eficiencia hídrica.
3. Con qué otras especies se asocia naturalmente, con el fin de hacer más eficiente el manejo, reducir competencia y dar continuidad al paisaje natural preexistente.
4. Si atrae fauna en forma abundante o la evita, y los efectos que esto produce en el ambiente. Por ejemplo, no es conveniente colocar especies con frutos atrayentes para las aves en cercanías a los aeropuertos.
5. Si la especie requiere algún tipo de manejo especial o es propensa a plagas o enfermedades, desganches, entre otros.
6. Si la especie interfiere en la salud de las personas. Especies que provocan alergias o son tóxicas.

2.3.3.2 ASPECTOS MORFOLÓGICOS

1. Su hábito de crecimiento se refiere a la forma natural que adquiere la especie al crecer, es decir, su forma general o perfil. En especial, en el caso de los Árboles, es pertinente considerar el tamaño de las raíces de las especies seleccionadas, debido a la interacción que pueden tener con elementos de pavimentos y circulaciones o con redes del tendido eléctrico. Esto es importante para evitar el crecimiento alterado de la especie, o daños en el entorno que puedan implicar la necesidad de mantenciones o reposiciones periódicas.
2. Su estructura interna. En el caso de los Árboles, tronco y ramas; en el caso de los Arbustos, su estructura leñosa.
3. El tipo de follaje (persistente o caduco). Esto se vincula tanto con la generación de sombra en distintas épocas del año, pudiendo ser aprovechado de acuerdo con las zonas climáticas, como también con requerimientos de mantención del espacio público y disposición de los residuos (hojas).
4. Su velocidad de crecimiento y longevidad.
5. Su tipo de fruto.





CALLE LONSDALE, DANDENONG, VICTORIA, AUSTRALIA

Fuente: BKK Architects. John Gollings



BUGAMBILIA (BOUGAINVILLEA) QUE CRECIÓ SOBRE UNA ESTRUCTURA, ANTOFAGASTA

Fuente: Francisco Aros Fernández

2.3.3.3 ASPECTOS RELACIONADOS CON LA PERCEPCIÓN

Se refiere a las modificaciones que se presentan a través de las estaciones y a las sensaciones que nos producen, las que impactan especialmente en el ámbito social de la sustentabilidad, por su relación con el confort de los usuarios del espacio público.

1. Su tipo de hoja: esta definición nos permite conocer la textura general (forma, tamaño, móvil, etc.).
2. Compacidad del follaje, calidad de la sombra (en el caso de los Árboles). Esto es relevante especialmente asociado al mobiliario urbano.
3. Color de su follaje en todas las estaciones.
4. Color de sus flores y época de floración.
5. Textura y color del tronco.
6. Aroma de sus flores u hojas.



2.4 FICHAS

De acuerdo con semejanzas que existen entre los elementos a fin de hacer más práctico este manual, y con base a las consideraciones generales anteriormente descritas, se han clasificado los elementos de material vegetal en:

MATERIAL VEGETAL MV	N° FICHA	NOMBRE FICHA
	MV1	Árboles
	MV2	Arbustos
	MV3	Cubresuelos
	MV4	Mulch orgánicos e inorgánicos
	MV5	Florales, gramíneas, suculentas
	MV6	Céspedes y prados

La estructura en la que se han desarrollado se presenta de la siguiente manera:

- Descripción general
- Uso o función
- Tipo de elemento/clasificación
- Etapa:
 - Planificación y diseño
 - Construcción
 - Operación y mantención

La información y recomendaciones que están contenidas en cada una de las fichas es material complementario al Tomo I del Manual EUS y de las Consideraciones Generales de este capítulo. Estas son un componente de referencia y consulta en criterios sustentables de la categoría de Material Vegetal, para profesionales, funcionarios públicos y particulares involucrados en las distintas etapas del espacio público, de acuerdo con el tipo de elemento urbano y las características del contexto chileno donde se desarrolla.

FICHAS MATERIAL VEGETAL





MV1 Árboles

DESCRIPCIÓN GENERAL

Elemento vegetal que se caracteriza por la robustez y lo leñoso de su tronco, la amplitud de su ramificación y la longevidad, que varía según la especie. La arborización es determinante en la ecología urbana, la conservación y creación de hábitats, además de la provisión de servicios ambientales o ecosistémicos, los cuales han sido definidos por el MMA como “la contribución directa e indirecta de los ecosistemas al bienestar humano”.

Por otra parte, el Árbol está compuesto por:

Raíces: Su función es mantener erguido y anclar el Árbol al suelo. Estas absorben nutrientes y agua por medio de los pelos absorbentes.

Tronco: Sostiene la copa y conduce agua, nutrientes minerales y hormonas hacia esta y las raíces. Además almacena grandes cantidades de carbohidratos de reserva.

Copa: Es el conjunto de ramas y hojas que conforman la parte superior del Árbol. Adopta formas diversas, según las especies.

Follaje: Está formado por las hojas. Su función es realizar fotosíntesis.



PLAZA LAS LILAS, PROVIDENCIA, SANTIAGO

Fuente: María Eugenia Pérez

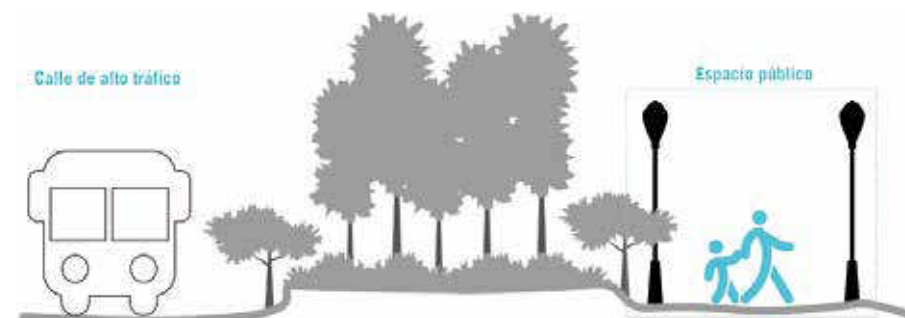
USO O FUNCIÓN

En el contexto urbano los Árboles ordenan el macro espacio, marcan direcciones o hitos, proveen de sombra y contribuyen al mejoramiento del paisaje. Las ventajas y desventajas están asociadas a la especie, distribución en el espacio y el tipo de clima:

VENTAJAS

- Elementos de protección contra la radiación solar.
- Reducción de la contaminación atmosférica por su capacidad de ayudar a limpiar el aire, capturando carbono y otros contaminantes y generando oxígeno.
- Reducción de la contaminación acústica por servir como elemento de barrera contra el ruido.

FIG.33. BARRERA DE ÁRBOLES CONTRA FUENTE MÓVIL DE RUIDO



Fuente: Pérez, Raffo y Sarrazin, 2013

- Reducción del efecto “isla de calor” por su capacidad de absorber las altas temperaturas reflejadas en los materiales (por ejemplo los pavimentos) en el entorno, además de la sombra que proporciona, características que permiten regular la temperatura y la humedad, protegiendo de la insolación excesiva.
- Reducción de la velocidad del viento.
- Control de la erosión regulación del exceso de lluvias y periodos de sequías.



FIG.34. OBSTRUCCIÓN AL VIENTO



Fuente: Pérez, Raffo y Sarrazin, 2013

- Favorecen los corredores ecológicos y conservación de la naturaleza
- Aportan beneficios a la salud y calidad de vida de las personas
- Proveen de espacios confortables, recreacionales y de sociabilización
- Promueven la apropiación y respeto del lugar
- Pueden aportar a la valorización de la propiedad (plusvalía)

CONSIDERACIONES ESPECIALES

- Se deben realizar podas periódicas en el follaje que se acerca a la red eléctrica o en ramas débiles que pueden ser quebradizas, ojalá antes del periodo de lluvias.
- Se debe tener cuidado con las raíces superficiales de algunas especies de Árboles para que no dañen construcciones o pavimentos.
- Se debe tener cuidado con la poda de las copas de los Árboles para no ocasionar graves daños en ellos y la pérdida de los servicios ambientales, que ayudan a mejorar la calidad de vida de las personas.

TIPO DE ELEMENTO / CLASIFICACIÓN

Los Árboles se clasifican, principalmente, en tres tipos: planifolios o latifolios, que son de hoja ancha y plana y que a menudo presentan follaje caducifolio; coníferas, que tienen hojas estrechas y follaje, generalmente, perennifolio, y por último las palmeras.

1. Follaje caducifolio: Aquellos que pierden sus hojas en ciertas épocas del año. Por sus características se pueden escoger porque:

- Tienen una variación del color de su follaje en otoño.
- Son interesantes por su floración y recuperación de su follaje en primavera.
- Se despejan totalmente de sus hojas y dejan pasar el sol en invierno, lo que favorece el confort térmico para los usuarios del espacio público. Asimismo, en verano su follaje ofrece sombra y aporta en la reducción del efecto “isla de calor”.

2. Follaje perennifolio (persistente): Aquellos que mantienen sus hojas todo el año. Por sus características se pueden escoger porque:

- Son especies estructurantes, es decir, mantienen su forma todo el año, enmarcando vistas o utilizándose como punto focal. También son interesantes por su floración.

3. Coníferas: Aquellos que tienen sus hojas estrechas o escamadas, parecidas a las agujas, y mantienen sus semillas en estructuras llamadas conos; en su gran mayoría tienen un follaje persistente. Por sus características se pueden escoger porque:

- Por su forma se utilizan para marcar hitos o constituir puntos focales.

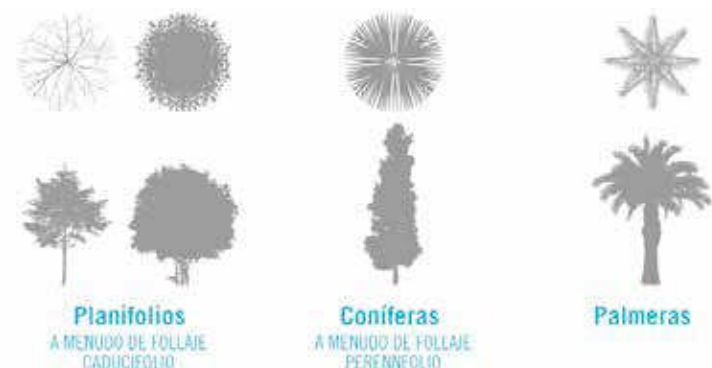
4. Planifolios: Aquellos que tienen sus hojas anchas y planas, lo opuesto a las coníferas. Por sus características se pueden escoger porque:

- Por su forma se utilizan como cortavientos, o para recuperación de suelos con erosión, entre otros.

5. Palmeras: Presentan troncos sin ramas y sus hojas brotan en lo más alto del tronco. Por sus características se pueden escoger porque:

- Ayudan a crear alineaciones en el paisaje, como borde de una gran vía o ser hitos o puntos focales en el paisaje. Se debe considerar suficiente espacio aéreo para su ubicación.

FIG.35. CLASIFICACIÓN DE LOS ÁRBOLES



Fuente: CDT

ETAPA: PLANIFICACIÓN Y DISEÑO



• En la selección de las especies nuevas a plantar se debe realizar una revisión cuidadosa para escoger la más adecuada, especialmente de acuerdo con las características del clima y las cualidades del tipo de Árbol. Se deben preferir aquellas que, por su adaptación al clima, tengan menor requerimiento de riego, considerando los cuidados que deben recibir las especies, tanto las preexistentes, como las nuevas. Ver apartado **2.3.1 Considerar criterios económicos y de durabilidad** de este capítulo.

• Se recomienda revisar las referencias bibliográficas del apartado **2.1.1.1 Clima y variables incidentes en la vegetación** de este capítulo.

En esta etapa es fundamental considerar:

1. Espacialidad: Los Árboles contribuyen a configurar el espacio, por lo tanto, se debe conservar su disponibilidad, ya sea aérea para el crecimiento de la copa con su forma natural, o en la subterránea para el crecimiento adecuado de sus raíces. En su selección se deben considerar las distancias mínimas entre un Árbol y otro y entre estos y las construcciones, además de aspectos como el tipo de raíz, etc. En cuanto a la visibilidad se recomienda que, para su uso en alineaciones urbanas debe tener un solo tronco, el cual tiene que estar despejado para no obstaculizar la vista a peatones y automovilistas.

2. Paisaje: Debido a la escala del proyecto, los Árboles se deben plantar en alineaciones o grupos con intenciones legibles o reconocibles.

3. Condiciones ambientales: Las especies se deben adaptar a las condiciones edafo-climáticas del lugar de plantación. Antes de seleccionar las especies se deben conocer las características del suelo y microclima del lugar. Estos factores son condicionantes para la sostenibilidad del material vegetal.

4. Especies: Se recomienda seleccionar especies nativas, de acuerdo con la zona climática. Igualmente, para favorecer la sustentabilidad del espacio público, se recomienda evitar:

- Especies exóticas invasoras, que puedan afectar la salud de especies nativas. Algunas son: aromo común (*Acacia dealbata*), eucaliptus (*Eucalyptus spp.*), ailanto (*Ailanthus altissima*) y álamo (*Populus spp, P. alba, P. nigra, P. deltoides*).
- Especies con alta susceptibilidad a plagas y enfermedades, tales como álamos (*Populus spp, P. alba, P. nigra, P. deltoides*).
- Especies propensas al desprendimiento de ramas, ya que pueden representar un potencial peligro para los usuarios del espacio público, además de requerir mantención continua. Algunas especies son el aromo común (*Acacia dealbata*), el eucaliptus (*Eucalyptus spp.*), y el álamo (*Populus spp, P. alba, P. nigra, P. deltoides*).
- Especies con alta demanda de agua, tal como eucaliptus (*Eucalyptus spp.*), álamos (*Populus spp, P. alba, P. nigra, P. deltoides*).

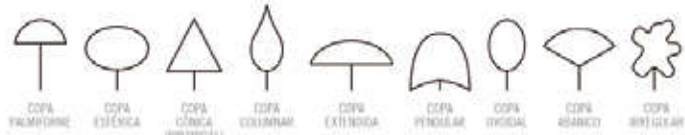


PARQUE BALMACEDA, PROVIDENCIA, SANTIAGO

Fuente: María Eugenia Pérez

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Considerar los aspectos botánicos	Utilizar el nombre científico de la especie con el fin de asegurar una correcta adquisición en los viveros.
	Escoger Árboles que provengan de condiciones de suelo y clima similares a las del lugar del proyecto, para un mejor manejo de los cuidados y requerimientos de agua. Estas especies se adaptarán mejor, minimizando las pérdidas. Además no habrá que modificar las condiciones del suelo.
	Preferir especies que convivan en asociaciones naturales. Estas se mantendrán en equilibrio, no se enfermarán y reducirán la competencia, lo que permitirá dar continuidad al paisaje preexistente.
	Conocer si la especie a seleccionar atrae fauna en forma abundante o la evita, y los efectos que esto produce en el ambiente. Por ejemplo, hay que evitar especies con frutos atrayentes para las aves en espacios públicos patrimoniales o que sean atractivos para anidar. Un claro ejemplo es la Plaza 21 de Mayo en Antofagasta, afectada por malos olores, Árboles deteriorados y abundancia de excrementos de aves en el suelo.
	Evitar la incorporación de especies que afecten la salud de las personas (que provoquen alergias o sean tóxicas).



ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Considerar aspectos relacionados con la espacialidad y seguridad	Evitar que los Árboles interfieran con la visibilidad o seguridad física de los usuarios. En lugares con un alto porcentaje de público no se pueden ubicar Árboles propensos al desenganche de ramas, de frutos pesados o voluminosos. Considerar el tamaño de las copas de los Árboles. Al definir la ubicación de la plantación del Árbol se debe revisar la localización de las luminarias y tendido eléctrico, ya sea aéreo o subterráneo, para evitar interferencias. Por ejemplo, bajo los cables es preferible ubicar Árboles con hábito de crecimiento de parasol o extendida. También es importante capacitar a los encargados de mantención sobre como realizar una poda adecuada para dejar paso a los cables.
Considerar aspectos morfológicos	Conocer el hábito de crecimiento, que es la forma natural o perfil que adquiere la especie al crecer, su estructura interna, el tipo de follaje, velocidad de crecimiento y longevidad. Esto afectará la función del Árbol como elemento que aporte sombra, cobijo, delimite espacios u ofrezca barrera acústica. Además, incidirá en potenciales interacciones con otros elementos urbanos, como iluminación, pavimentos y mobiliario. FIG.36 FORMAS DE COPA DE ÁRBOL  <i>Fuente: Achippa, 2012</i>
Considerar aspectos relacionados con futura mantención	Considerar espacio suficiente para el riego de los Árboles con tazas de, mínimo, 1x1 m o tazas con materiales que permitan el paso del agua. Para el posterior manejo sanitario es recomendable tomar medidas preventivas y curativas. Estas se deben basar en los principios de “Manejo integrado de plagas”, considerando el área verde como un ecosistema en el que todos sus componentes se relacionan e influyen, promoviendo medidas respetuosas con el medio ambiente y la salud de las personas. Las medidas preventivas consisten en aportar con un medio de crecimiento óptimo para generar plantas vigorosas y resistentes.

ETAPA: CONSTRUCCIÓN

- Respetar y conservar la ubicación de las especies indicadas a mantener, especialmente las patrimoniales, nativas y de gran envergadura.
- Respetar el nivel en el que están los Árboles preexistentes y no cubrir parte de su tronco con tierra para acomodar las nuevas especies.
- Respetar exactamente la ubicación de los Árboles, tal como se indica en los planos.
- Cualquier modificación de la plantación o transformaciones del espacio público debe ser consultada al diseñador.



PARQUE QUINTA NORMAL, SANTIAGO CENTRO, SANTIAGO

Fuente: CDT

- Si fuera necesario excavar o trasladar una especie, esta intervención debe ser coordinada con el especialista diseñador.
- Para iniciar la construcción se debe contar con una fuente de abastecimiento de agua para que el riego sea suficiente.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Considerar una adecuada plantación	Ver apartado 2.3.1.2 Actividades previas a la plantación y 2.3.1.3 Actividades en la plantación de este capítulo.

ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENCIÓN

- Ver apartado **2.3.2 Considerar medidas de conservación del material vegetal** de este capítulo.
- Tanto las labores de poda como las de renovación de todo el Árbolado del proyecto ayudan a optimizar los recursos de manejo. Se debe considerar la sustitución del Árbolado peligroso, o en estado deficiente, por ejemplares jóvenes y sanos para asegurar la continuidad de la alineación arbórea. Para esto, en una misma campaña se debe podar, talar, extraer los tocones y plantar nuevos Árboles, los que quedarán incorporados de forma automática en el programa de riego anual.
- No se deben pintar, clavar letreros o hacer cualquier tipo de daño en los Árboles.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Considerar una adecuada conservación	Tener en cuenta las actividades del apartado 2.3.2.2. Actividades de mantención de este capítulo. Los temas a tener en cuenta en esta etapa son: reposición, riego, sanidad, fertilización, poda, descompactación y desmalezado.



MV2

Arbustos

DESCRIPCIÓN GENERAL

Elemento vegetal que no presenta tronco, pues el tallo, que es leñoso, se ramifica desde su base y es de tamaño mediano. Hay una gran variedad de Arbustos que se diferencian por tamaño, forma, textura, color de hojas, flores, frutos, aromas y características del follaje (persistente o caduco).

Los Arbustos se pueden combinar o asociar con base en tres características:

- **Hábito de crecimiento:** O forma natural que toma al crecer (cónica, redonda, irregular, etc.).
- **Textura:** Dada por la forma, tamaño, disposición y características de sus hojas, considerando la sensación que estas ofrecen, ya sean lisas, rugosas, plumosas, afieltradas, duras, suaves, brillantes u opacas. El uso de la misma textura produce monotonía, mientras que su diversidad crea interés visual.
- **Color:** Podemos agrupar los Arbustos combinando colores de sus flores, de sus follajes o de sus frutos. Es conveniente trabajar con una paleta determinada de colores para cada sector en el proyecto de paisajismo.



ARBUSTOS USADOS COMO LÍMITE EN PARQUE
CHILE, ARICA

Fuente: Minvu

USO O FUNCIÓN

Con los Arbustos conformamos los macizos arbustivos (o masas arbustivas) que son plantados en grupos o colocados de manera aislada o alineada (para hacer setos y borduras). Su principal función es ayudar a separar espacios y/o ser un elemento que funcione como límite.

VENTAJAS

- Brindar atractivo estético al lugar por variedad en formas, texturas y colores.
- Protección de la radiación solar y contra el viento (depende de la altura y distribución del Arbusto).
- Rápido crecimiento y mayor resistencia a plagas y enfermedades (especialmente las especies nativas).

FIG.37. FORMAS DE ARBUSTOS



Fuente: Esquema de María Eugenia Pérez

- Reducción de la contaminación acústica y del efecto "isla de calor" (regular temperatura y humedad).
- Control de la erosión.
- Favorece los corredores ecológicos y conservación de la naturaleza.
- Favorece la infiltración de las aguas.
- Beneficios en la salud y calidad de vida de las personas.
- Proveer de espacios confortables, recreacionales y de sociabilización.



- La poda es más fácil que la de los Árboles, su tamaño se puede mantener con un corte tradicional, formando setos (formales o informales).

DESVENTAJAS

- Es difícil reducir su tamaño (lo cual requiere de experiencia) porque crecen rápidamente, por lo tanto, se requiere de una poda frecuente para que no pierdan la forma.
- Los Arbustos de hoja caduca no son muy atractivos cuando pierden sus hojas.

TIPO DE ELEMENTO / CLASIFICACIÓN

Según su follaje:

1. Follaje caduco: Botan sus hojas cada otoño, luego brotan y recuperan su follaje en primavera.

2. Follaje persistente: Conservan sus hojas por períodos más largos y las renuevan de a poco. Como no pierden sus hojas permiten estructurar el jardín, sobre todo las especies de hábito de crecimiento compacto como el boj (*Buxus sempervirens*), o laurentina (*Viburnum tinus*), entre otras.

3. Coníferas: Suelen tener hojas estrechas parecidas a agujas; en su gran mayoría son de follaje persistente. Tienen formas regulares.

Según su altura:

1. Arbustos altos o de tercer plano (1,5 a 3 m. de altura): Se plantan junto a murallas y rejas con una distancia de 1,5 a 2 m entre plantas.

2. Arbustos medianos o de segundo plano (0,80 a 1,5 m): Pueden ser utilizados para tapar las ramas basales de los Arbustos de tercer plano. Deben plantarse a una distancia de 1 a 1,5 m entre plantas.



ARBUSTOS ALTOS, PARQUE BICENTENARIO, VITACURA, SANTIAGO

Fuente: CDT



ARBUSTOS MEDIANOS, PARQUE BICENTENARIO, VITACURA, SANTIAGO

Fuente: CDT



ARBUSTOS BAJOS, ÑUÑO A, SANTIAGO

Fuente: CDT



ARBUSTOS EN ÁREA DE PERMANENCIA, PARQUE BICENTENARIO, VITACURA, SANTIAGO

Fuente: CDT

3. Arbustos bajos de primer plano o rastreros: Son muy apropiados para incluir en macizos florales, crear borduras, orillar caminos, incluir en jardineras y jardines pequeños. Deben plantarse a una distancia de 0,50 m entre plantas. Para los que crecen extendidos la distancia es mayor.

ETAPA: PLANIFICACIÓN Y DISEÑO



- Todo proyecto de diseño urbano que utiliza elementos vegetales debe estar regido por bases técnicas que cada comuna debe mantener actualizadas, desde Arica a Punta Arenas. En estas se indican los requerimientos básicos de las plantas según clima, suelos y disponibilidad de agua. Ver apartado **2.3.1 Considerar criterios económicos y de durabilidad** de este capítulo.

- Se recomienda revisar las referencias bibliográficas del apartado **2.1.1.1 Clima y variables incidentes en la vegetación** de este capítulo.

Los requisitos mínimos para la selección de Arbustos en viveros son:

- La estructura aérea debe estar en buenas condiciones, sin plagas, enfermedades, daños mecánicos (quebres, torceduras) ni estrés hídrico.
- El pan de tierra debe estar entero y adherido a las raíces. Se recomienda rechazar plantas a las cuales les sobresalen las raíces del contenedor o que tienen un sistema radicular poco desarrollado.



ARBUSTO DE LAVANDA, PARQUE BICENTENARIO, VITACURA, SANTIAGO

Fuente: CDT

En esta etapa es fundamental considerar:

1. Espacialidad: Los Arbustos contribuyen a configurar el espacio, por lo tanto, debemos observar su disposición, ya sea en la parte aérea o subterránea, analizar cuál será la función del espacio y del material vegetal.

2. Paisaje: Toda plantación debe ser legible. La correcta asociación entre las especies por forma, color y textura es fundamental para una adecuada lectura de los jardines en el espacio público. Para lograr la unidad y armonía es conveniente repetir una misma especie de hoja persistente (“estructurante”) y otras de interés floral o por su follaje, así el centro de atención se va desplazando de una planta a otra. Se requiere de un amplio conocimiento de las épocas y coloridos de las flores para que la elección permita tener jardines atrayentes todo el año.

Se recomienda: a) Incorporar un porcentaje de plantas nativas propias de la región biogeográfica y b) Considerar la vida animal y atraer aves e insectos con ciertos Arbustos provistos de flores y frutos atractivos. Es adecuado para esto seleccionar plantas que florecen durante un período muy prolongado.

3. Condiciones ambientales: Las especies se deben adaptar a las condiciones edafoclimáticas del lugar de plantación. Se deben agrupar Arbustos de ecosistemas semejantes de manera de facilitar su manejo (requerimientos de suelo, riego y asoleamiento parecidos). Considerar la rigurosidad de la mantención futura, especialmente en relación con el riego; cuando el agua es un recurso escaso se deben preferir especies que resistan la sequía. Se recomienda no situar los Arbustos florales a la sombra porque no florecerán, salvo excepciones.

4. Especies: Se recomienda no usar especies exóticas invasoras como espinillo (*Ulex europaeus*) y retamo amarillo (*Spartium junceum*); ni especies con alta susceptibilidad a plagas o enfermedades, como huso japonés (*Euonymus japonicus*); especies con espinas, como la zarzamora (*Rubus spp.*); o tóxicas, como el laurel de flor (*Nerium oleander*), ricino (*Ricinus communis*) y tejo (*Taxus baccata*).

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Considerar los aspectos botánicos	Utilizar el nombre científico de la especie, con el fin de asegurar una correcta adquisición en los viveros.
	Escoger Arbustos que provengan de condiciones y clima similares a las del lugar del proyecto, para conocer requerimientos de agua y manejo. Estas especies se adaptarán mejor, minimizando las pérdidas. Además no habrá que modificar las condiciones del suelo.
	Se recomienda utilizar especies que convivan en asociaciones naturales. Estas se mantendrán en equilibrio y no se enfermarán, reduciendo la competencia, lo que permitirá dar continuidad al paisaje preexistente.
	Conocer si la especie a seleccionar atrae fauna en forma abundante o la evita y los efectos que produce en el ambiente.
Considerar aspectos morfológicos	Evitar la incorporación de especies que afecten la salud de las personas (que provoquen alergias o sean tóxicas).
	Conocer su hábito de crecimiento, que es la forma natural o perfil que adquiere la especie al crecer (forma, altura y diámetro máximo que puede alcanzar), el tipo de follaje (persistente, caduco o conífera), velocidad de crecimiento y su longevidad.
Considerar aspectos relacionados con la percepción (estética)	Conocer su tipo de hoja: esta definición nos permite conocer la textura general (forma, tamaño, etc.), compacidad del follaje y color.
	Conocer las características de sus flores y época de floración (color, perfume y épocas de intensidad de fragancias). Lo ideal es que haya especies con flores en diferentes épocas del año y que los colores combinen.
Aspectos relacionados con la resistencia de las especies	Para seleccionar el material vegetal, debemos considerar, además de las condiciones climáticas, el tipo de suelo (textura y estructura) y su capacidad de retención de humedad. También se deben conocer los requerimientos de riego de las especies y la disponibilidad de agua, ya sea lluvia, subterránea o potable.
Aspectos relacionados con la espacialidad y seguridad	Los Arbustos no deberán interferir con la visibilidad, seguridad ni accesibilidad de los usuarios, por lo que se debe cuidar el espacio en su parte aérea y subterránea.



KNIPHOFIA, EJEMPLO DE ARBUSTOS CON FLORES Y FRUTOS QUE ATRAEN FAUNA, PARQUE BICENTENARIO, VITACURA, SANTIAGO
Fuente: CDT



NANDINA, EJEMPLO DE ARBUSTOS CON FLORES Y FRUTOS QUE ATRAEN FAUNA, PARQUE BICENTENARIO, VITACURA, SANTIAGO
Fuente: CDT

ETAPA: CONSTRUCCIÓN

- Para iniciar la plantación se debe contar con suficiente agua para riego.
- Es fundamental realizar estudios de suelo para asegurar el establecimiento de las especies.
- Se deben conocer las características físicas y químicas del suelo. De acuerdo con este análisis se establecen las pautas para especificar enmiendas y fertilizaciones. Todos los productos que se incorporen para mejorar el suelo deben quedar uniformemente distribuidos y homogéneamente mezclados con el suelo original y nunca en capas.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Considerar una adecuada plantación	Ver apartado 2.3.1.2 Actividades previas a la plantación y 2.3.1.3 Actividades en la plantación de este capítulo.
	El suelo se debe trabajar en profundidad, cavar los hoyos según el tamaño del cubo de tierra que trae el Arbusto, de 0.4 x 0.4 x 0.4 m o con 0.2 m de expansión adicional por lado.
	El relleno se realiza con una mezcla del suelo del lugar, arena y compost de buena calidad. De todas maneras se debe verificar en las especificaciones técnicas la dosificación indicada, pues esta varía en cada suelo.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Considerar una adecuada plantación	Completado el relleno, se vuelve a saturar con agua, desplazando el aire que pueda existir en forma de bolsones para evitar el daño de las raíces. Con este procedimiento, el ejemplar quedará firmemente plantado, de manera que no sería necesario efectuar una compactación del terreno.
	Cualquier zona con Arbustos debe mantenerse separada de las áreas de césped, porque este puede ahogar las especies arbustivas, las cuales deben mantener su follaje basal.

ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENCIÓN

- Ver apartado 2.3.2 Considerar medidas de conservación del material vegetal de este capítulo.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Considerar una adecuada conservación	Tener en cuenta las actividades del apartado 2.3.2.2 Actividades de mantenimiento de este capítulo. Los temas a tener en cuenta son: reposición, riego, sanidad, fertilización, poda, descompactación y desmalezado.



MV3

Cubresuelos

DESCRIPCIÓN GENERAL

Son aquellas plantas de crecimiento rastrero que van cubriendo fácilmente el suelo, ya sea por la formación de estolones (tallos laterales que al tocar el suelo arraigan), por el avance de las raíces o por el crecimiento en diámetro de cada planta.

Son plantas rústicas, con gran capacidad de adaptación, sin requerimientos especiales de suelo y con resistencia a adquirir plagas y enfermedades.

USO O FUNCIÓN

Los cubresuelos se pueden utilizar en sectores donde es imposible mantener césped en buenas condiciones por las características del lugar (muy sombrío, muy soleado, pendiente pronunciada).

VENTAJAS

- Brindan atractivo estético al lugar.
- Reducen efecto “isla de calor” (regulan temperatura y humedad).
- Ayudan en el control de la erosión.
- Favorecen los corredores ecológicos y la conservación de la naturaleza.
- Favorecen la infiltración de las aguas lluvias y de riego.
- Pueden llegar a sustituir las flores de temporada y evitar continuas resiembras de césped.



CUBRESUELOS EN PARQUE RENATO POBLETE, QUINTA NORMAL, SANTIAGO

Fuente: Minvu

- Permiten cubrir el suelo en zonas sombrías o soleadas, con pendientes pronunciadas (como taludes y áreas escarpadas) y de baja circulación.
- Ofrecen distintos tipos de follaje.
- Aumentan las superficies de áreas verdes, debido a que muchas de estas especies tienen la capacidad de extenderse desde la planta madre de manera continua.

DESVENTAJAS

- No es recomendable en zonas con mucha circulación peatonal debido a que se maltratan.
- Se requiere de mantenimiento continuo (cortes, fertilizado y desmalezado) para que no pierdan la apariencia uniforme.

TIPO DE ELEMENTO / CLASIFICACIÓN

Según la especie pueden ser rastreros, colgantes o trepadores. Son plantas perennes -no de temporada- que duran todo el año. Hay variedades adecuadas para espacios soleados o para semisombra.

Cubresuelos perennes/sol: Son aquellos que deben plantarse en lugares soleados:

- Rocío (*Aptenia cordifolia*)
- Gazania (*Gazania x hybrida*)
- Botón de oro (*Arcotheca caléndula*)
- Rayito de sol (*Lampranthus multiradiatus*)
- Doca (*Carpobrotus chilensis*)
- Vitadinia (*Erigeron karvinskianus*)

Cubresuelos perennes/sombra: Son aquellos que deben plantarse en lugares sombríos:

- Ruscus (*Ruscus aculeatus*)
- Vinca (*Vinca major*)





CUBRESUELOS (HIEDRA Y GAZANIA)

Fuente: María Eugenia Pérez

ETAPA: PLANIFICACIÓN Y DISEÑO

- Ver apartado **2.3.1 Considerar criterios económicos y de durabilidad** de este capítulo. Se debe tener en cuenta en la selección de especies de cubresuelos lo siguiente:
- Tengan follaje persistente todo el año.
- Sean capaces de formar raíces adventicias, estolones o hijuelos que les permitan extenderse desde la planta madre o aumentar el diámetro individual y formar una trama continua.
- Al ser los cubresuelos los sustitutos del césped, es necesario plantar un alto número de plantas para que el cubrimiento ocurra en corto plazo. La distancia de plantación también dependerá del presupuesto disponible y de la velocidad de crecimiento de la especie seleccionada:

Distancia de plantación: 40 x 40, lo que significa 12 plantas/m2

Distancia de plantación: 20 x 20, lo que significa 25 plantas/m2

- Se recomienda revisar el libro “Jardinería en Chile”, de Saldías (2011).

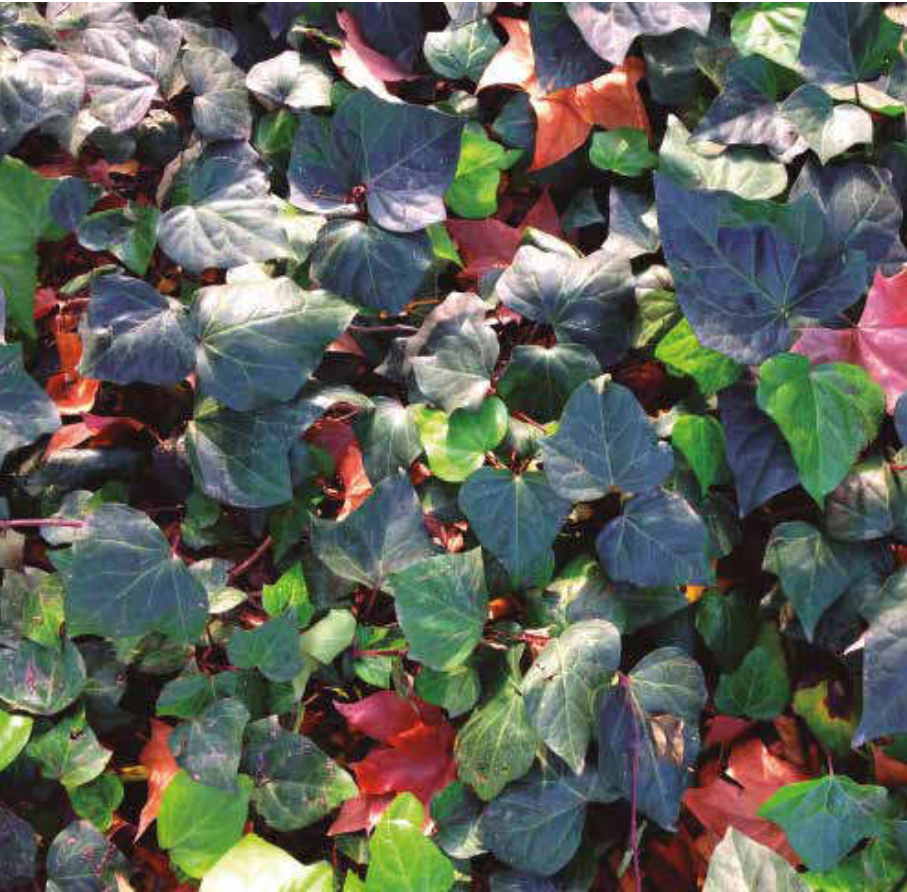


HIEDRA EN PARQUE DE LAS ESCULTURAS, PROVIDENCIA, SANTIAGO

Fuente: CDT

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Aspectos Botánicos	Conocer el nombre científico de la especie, para hacer una correcta elección o solicitud en los viveros.
	Saber el origen o distribución geográfica y tipo de clima para conocer sus requerimientos de agua, manejo y exposición al sol.
	Saber con qué otras especies se asocian naturalmente, con el fin de hacer más eficiente el manejo, reducir competencia y dar continuidad al paisaje natural preexistente.
	Conocer su capacidad de atraer fauna en forma abundante o evitarla y los efectos que esto produce en el ambiente.
Aspectos Morfológicos	Saber si las especies interfieren en la salud de las personas, provocan alergias o son tóxicas.
	Conocer su hábito de crecimiento, que es la forma natural o perfil que adquiere la especie al crecer (velocidad de crecimiento, longevidad y tamaño que adquiere al crecer).

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Aspectos Estéticos	Conocer el tipo y textura de las hojas (forma, tamaño, móvil, etc.), el color del follaje en todas las estaciones, el color de las flores, la época de floración y su aroma.
Riego	Conocer sistemas eficientes de riego para su adecuado desarrollo. Dada la importancia del agua para su crecimiento y desarrollo, se recomienda considerar especies menos exigentes en materia de riego, de acuerdo con la zona climática, especialmente en centros urbanos donde va en aumento el efecto “isla de calor”.



CUBRESUELOS (HIEDRA)
Fuente: María Eugenia Pérez

ETAPA: CONSTRUCCIÓN

- Las épocas ideales para la plantación son el otoño o la primavera. No obstante, es factible de realizar en cualquier época del año.
- Se debe evitar el uso de tierra de hojas extraída de cerros.
- Todos los productos que se incorporen para mejorar el suelo deben quedar uniformemente distribuidos y homogéneamente mezclados con el suelo original, nunca en capas (distribuir los materiales en capas es una práctica habitual de muchos jardineros que se debe erradicar).

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Considerar una adecuada plantación	Ver apartado 2.3.1.2 Actividades previas a la plantación y 2.3.1.3 Actividades en la plantación de este capítulo.

ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENCIÓN

- Ver apartado 2.3.2 Considerar medidas de conservación del material vegetal de este capítulo.
- Cuando ya están establecidos los cubresuelos y se encuentran muy apretados, es el momento de sacarlos de la tierra, separarlos y volver a plantar, o bien podar bajo. Es la oportunidad de mejorar el terreno con una buena tierra o compost y fertilizantes. El otoño es una buena fecha para este trabajo.
- Los mayores enemigos de los cubresuelos son los caracoles y las babosas; el ambiente apto para estas plagas son la sombra y la alta humedad del suelo, así como la abundancia de tejidos vegetales jugosos y tiernos. Una revisión y control oportuno son necesarios.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Considerar una adecuada conservación	Tener en cuenta las actividades del apartado 2.3.2.2. Actividades de mantenimiento de este capítulo. Los temas a tener en cuenta en esta etapa son: reposición, riego, sanidad, fertilización, poda, descompactación y desmalezado.



MV4 Mulch orgánicos e inorgánicos

DESCRIPCIÓN GENERAL

Mulch, o acolchado, es la capa de materiales orgánicos o inorgánicos que se extienden sobre el suelo. Ayuda a regular la temperatura del suelo, evitando que se sobrecaliente o enfríe mucho, dependiendo de las condiciones climáticas exteriores.

Es un reemplazo de los céspedes y cubresuelos con mayor facilidad en mantención y de bajo costo, comparado con los que tienen las especies vegetales.

USO O FUNCIÓN

Este tipo de material enriquece el paisajismo por las texturas y colores que ofrece, conservando, además, la humedad del suelo. Se utiliza para poner orden y calidez en los jardines.

VENTAJAS

- Protege contra el crecimiento de maleza o malas hierbas.
- Protege el pH del suelo.
- Es un elemento que no requiere de riego ni poda, pero sí ayuda a retener la humedad del agua lluvia o de riego en la zona radicular, evitando la evapotranspiración del suelo.



MULCH, AV. PROVIDENCIA, PROVIDENCIA, SANTIAGO

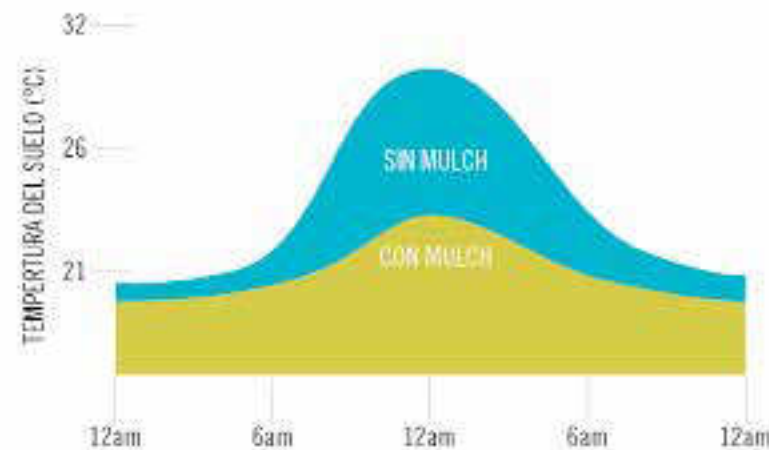
Fuente: CDT

- Disminuye el efecto de erosión por el viento.
- Dependiendo del tipo de mulch (orgánico o inorgánico), contribuye a la aireación, drenaje y nutrición (calidad) del suelo.
- Limita la formación de costras sobre el suelo e inhibe algunas enfermedades en las plantas.

DESVENTAJAS

- Cuando existe exceso de humedad en el sustrato orgánico, puede contribuir a la proliferación de organismos como babosas, caracoles, termitas, tijeretas, chanchito blanco, etc.
- Cuando se utiliza mulch infectado con enfermedades fungosas o virales, puede generarse contagio a plantas cercanas al lugar donde se aplicó.

FIG.38. DIFERENCIA DE TEMPERATURAS DEL SUELO



Fuente: CDT

- Si es inorgánico, como las piedras, se puede sobrecalentar las plantas en verano, por lo tanto depende de las condiciones climáticas del lugar.

TIPO DE ELEMENTO / CLASIFICACIÓN

Orgánico: Los más comunes son:

- Virutas o chips de maderas, cortezas, serrín, compost, hojas secas, restos de poda triturados y paja.

Inorgánico: Se utilizan diferentes tipos:

- Arenas, piedras, gravillas, piedra serena y cuarzos, conchuelas o conchitas.

ETAPA: PLANIFICACIÓN Y DISEÑO



En esta etapa es fundamental considerar:

- 1. Espacialidad:** Analizar cuál será la función del espacio, las especies ya sembradas y la función del tipo de mulch que se utilizará en las diferentes áreas del proyecto.
- 2. Paisaje:** Se debe observar en qué áreas se pondrá para enriquecer el paisaje y como estará asociada con los otros elementos del material vegetal, para así lograr una armonía en el diseño y sacar potencial a las diferentes texturas, colores y materias primas de los acolchados.
- 3. Condiciones ambientales:** La materia prima del mulch que se seleccione dependerá de la resistencia a las condiciones edafo-climáticas del lugar, como también de la mantención futura que se le realice.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Considerar aspectos de localización de la materia prima	Incorporar mulch que provengan de la región biogeográfica del proyecto de espacio público. Este aspecto es importante porque contribuye también a la durabilidad y adaptabilidad que tendrá el mulch ante las condiciones del clima.
Considerar aspectos de percepción (estética)	Conocer los beneficios de un mulch orgánico e inorgánico, la textura, el tamaño y el color.

ETAPA: CONSTRUCCIÓN



- Evitar aplicación en pendientes muy pronunciadas ya que el material tenderá a deslizarse en capas gruesas, amontonándose en los sectores más bajos con la lluvia.
- Se recomienda instalarlo en estaciones donde el suelo no esté demasiado húmedo (recomendable en meses de otoño o primavera).
- Evitar utilizar mulch con material demasiado triturado, debido a que se convierten rápidamente en humus, y en vez de ser una barrera se convierte en sustrato perfecto para las malas hierbas.



MULCH ORGÁNICO EN JARDINERAS EN LAS CONDES, SANTIAGO

Fuente: CDT

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Provisión	Seleccionar materiales y proveedores locales, para facilitar la reposición futura y la adaptación al clima. Conocer el origen del material.
	Asegurar disponibilidad del material seleccionado, en especial en época previa a la temporada de lluvias.
Labores previas	Inspección de especies vegetales, tipo de suelo y las condiciones de drenaje del lugar donde se pondrá el mulch.
	Verificar el espesor del acolchado, de acuerdo con el clima. En climas áridos es conveniente usar 15 cm, en climas fríos, unos 8 cm.
	Dependiendo del espesor del mulch se hará la siembra de semillas o plántulas. Si es muy gruesa hay que tener cuidado con residuos de descomposición de un mulch fresco.
Colocación	El espesor de la capa debería tener un mínimo de entre 4 y 5 cm. Esto evitaría que las semillas de malas hierbas lleguen al sustrato y echen raíces; asimismo, no obstaculizaría la germinación de las semillas que ya están en el sustrato, previniendo que nazcan muy débiles.
	Se debe extender sobre el suelo libre de malas hierbas.
	Si es posible, el mulch debería ser aplicado antes o a comienzos de la estación de lluvias, porque luego el suelo es más vulnerable.
	El espesor no debería superar los 10 cm para no perjudicar el drenaje del suelo y evitar posteriores encharcamientos. Cuanto más ligero, seco y aireado (con huecos) sea el material usado, mayor deberá ser el espesor de la capa.
Contención	En el caso de mulch inorgánico, es recomendable utilizar un geotextil o malla antimaleza sobre el suelo para tapar la tierra, y posterior a esto instalar el material; así se evita que la capa de acolchado se ensucie y salpique al momento de regar. Considerar que al utilizar el geotextil la tierra quedará doblemente protegida.
	El mulch deberá ser contenido cuando es aplicado junto a prados o cubresuelos, a los cuales su contigüidad no les sea favorable.
	Seleccionar elemento de contención o “solerilla” del mulch acorde con el espesor de la capa que se aplicará. Este puede ser de hormigón, madera y metal, entre otros, y se mantiene en el lugar permanentemente.

ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENCIÓN



- En el manejo de la limpieza, evitar el uso de herramientas que trituren el mulch orgánico.
- Controlar la contención del mulch, evitando la pérdida de material e invasión de prados o cubresuelos.
- Reponer anualmente la capa superior del mulch orgánico en la cantidad necesaria según la acción degradadora del clima del lugar y recomendaciones del proveedor local.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Reposición	Programar la reposición previa a la época en que más se necesiten los beneficios del mulch. Ejemplo: en primavera, si se requiere la retención y eficiencia del riego en zonas cálidas; o en otoño, previo a la época en que el suelo está muy húmedo y se desee proteger de heladas.
	Estimar la cantidad de acolchado a reponer, acorde con la disminución del espesor requerido.
	Evaluar el espesor de la capa del mulch, acorde con la velocidad de degradación y pérdida del espesor de la capa de mulch orgánico.
Condiciones climáticas	Es recomendable para lugares que no tengan altas precipitaciones, además de ayudar en el mejoramiento del suelo.



CHIPS DE MADERA TEÑIDOS DE ROJO

Fuente: CDT



MV5 Florales, gramíneas, suculentas

DESCRIPCIÓN GENERAL

Este grupo de especies otorgan interés, diversidad, movimiento y cambio estacional a los jardines de los espacios públicos por medio de sus flores y/o follaje.

Estas pueden ser Arbustos bajos, herbáceas (no desarrollan tallos leñosos), o geófitas (bulbos, cormos, etc.), entre otras.

Las gramíneas aportan luz y movimiento por sus follajes, mientras que las suculentas se utilizan en terrenos áridos. Entre las variedades de herbáceas se pueden encontrar anuales, bianuales, vivaces y perennes.

USO O FUNCIÓN

Son las encargadas de dar movimiento estacional al macizo arbustivo. Se busca con ellas atraer la vista con su floración, colorido o textura del follaje.

VENTAJAS

- Aportan atractivo estético al lugar.
- Ayudan a controlar la erosión, como toda vegetación.



JARDÍN DE SUCULENTAS CACTÁREAS, PARQUE EXPLORADOR QUILAPILÚN, COLIMA

Fuente: Constanza López

- Favorecen los corredores ecológicos y conservación de la naturaleza. Las flores de Arbustos menores y geófitas atraen a insectos y aves.
- Favorecen la infiltración de las aguas.
- Las gramíneas no necesitan de mucho riego, pero sí de un buen drenaje. Son fijadoras de dunas.
- Las suculentas son aptas para terrenos áridos, por lo tanto, tienen bajas exigencias hídricas.
- Aportan beneficios en la salud y calidad de vida.
- Fomentan la identidad local, cuando se utilizan, de preferencia, especies nativas o propias del lugar.

TIPO DE ELEMENTO / CLASIFICACIÓN

1. Herbáceas perennes y vivaces: Son aquellas que pueden tener un ciclo vital de más de dos años y no mueren con la llegada del invierno, como sí lo hacen las plantas anuales o de temporada. Ejemplos: petunia (*Petunia*), pensamiento o violeta (*Viola*), begonia (*Begonia*), dalia (*Dahlia*), caléndula (*Calendula officinalis*), capuchina (*Tropaeolum*), verbena (*Verben officinalis*), crisantemo (*Chrysanthemum*) y tapetes (*Tagetes*).

Se distinguen según:

- **Perennes:** Sus tallos y hojas se mantienen igual durante todo el año. Resisten todo el invierno.
- **Vivaces:** Cuando llega el frío del invierno se secan sus tallos y hojas. Sin embargo, sus raíces siguen vivas bajo tierra y cuando pasa el invierno, en primavera, vuelven a brotar.

2. Herbáceas anuales y bianuales: Mueren con la llegada del invierno. Se debe considerar que cada año hay que plantar nuevas, pero son económicas y fáciles de obtener por uno mismo mediante semillas. Ejemplo: pensamiento (*Viola sp*), alhelí (*Matthiola*), clavel (*Dianthus*), margarita (*Bellis*) y nomeolvides (*Myosotis*).



Se diferencian de acuerdo a:

- **Plantas anuales:** Más comúnmente llamadas “de temporada”, son aquellas que tienen una vida de unos cuantos meses. Cuando llegan los fríos o cuando pasa la floración mueren y deben ser reemplazadas.

- **Plantas bianuales:** se desarrollan en dos temporadas distintas; si se siembran en verano u otoño de un determinado año, florecen en la primavera del año siguiente, después de pasar el invierno. Necesitan más tiempo para emitir las flores que las anuales.

3. Gramíneas y graminiformes: Las gramíneas, llamadas también “pastos ornamentales” por su aspecto silvestre, se utilizan para otorgar movimiento al macizo arbustivo, para iluminar con su follaje y floración o para cubrir amplios espacios, ya que son de rápido crecimiento. Se adaptan a las diferentes necesidades paisajísticas y a las exigencias respecto a cada zona climática, hierba pluma (*Stipa tenuissima*). Las graminiformes son plantas de aspecto similar a las anteriores como los carex bronze (*Carex comans bronze*).

4. Suculentas: Son aquellas plantas capaces de almacenar agua en sus tejidos, los cuales son carnosos y al romperlos se puede ver el contenido líquido.

Las principales suculentas son:

- **Suculentas cactáceas:** Aquellas que almacenan agua en sus gruesos tallos.

- **Suculentas no cactáceas:** Aquellas que almacenan agua en sus gruesas hojas y talles.



USO DE GRAMÍNEAS EN TERRENO INCLINADO

Fuente: Elemental Chile. Cristóbal Palma



EJEMPLO DE HERBÁCEA PERENNE (NARCISSUS SP)

Fuente: María Eugenia Pérez



EJEMPLO DE SUCULENTA NO CACTÁCEA

Fuente: CDT



ESPECIES DE BAJO REQUERIMIENTO HÍDRICO, COPIAPÓ

Fuente: CDT

ETAPA: PLANIFICACIÓN Y DISEÑO



- Todo proyecto de diseño urbano y que utiliza elementos vegetales debe estar regido por bases técnicas que cada comuna debe mantener actualizadas, desde Arica a Punta Arenas. Estas deben indicar los requerimientos básicos de las plantas según clima, suelos y disponibilidad de agua. Ver apartado **2.3.1 Considerar criterios económicos y de durabilidad** de este capítulo.

En esta etapa es fundamental considerar:

1. Espacialidad: Se debe observar la disponibilidad de espacio, ya sea aéreo o subterráneo, y el hábito de crecimiento de las especies para su adecuada incorporación. Además es necesario analizar cuál será la función del espacio y cuál será la función del material vegetal.

2. Paisaje: La correcta asociación entre las especies por forma, color y textura es fundamental para lograr una armonía en el paisajismo. Las especies perennes y vivaces, anuales o bianuales, gramíneas, graminiformes o suculentas, deben agregarse en concordancia con la propuesta arbustiva, en cuanto a forma, color y textura, para conformar adecuadamente el paisaje.



FLOR DE SUCULENTA CACTÁCEA

Fuente: Constanza López

Se recomienda incorporar en la selección un porcentaje de plantas nativas propias de la región biogeográfica del proyecto de espacio público, e incluir especies como ciertos Arbustos provistos de flores y frutos atractivos para aves e insectos. Para ello es adecuado seleccionar plantas que florecen durante un período muy prolongado. Se requiere de un amplio conocimiento de las épocas y coloridos de las flores para que la elección permita tener un paisajismo atractivo todo el año.

3. Condiciones ambientales: Las especies se deben adaptar a las condiciones edafo-climáticas del lugar de plantación. Es recomendable agrupar Arbustos, florales, geófitas, gramíneas y cubresuelos de ecosistemas semejantes, de manera de facilitar su manejo (requerimientos de suelo, riego y asoleamiento parecidos).

Es necesario considerar la rigurosidad de la mantención futura, especialmente en relación con el riego. Cuando el agua es un recurso escaso se deben preferir especies que resistan la sequía.

Se recomienda no situar especies florales a la sombra porque no florecerán, salvo excepciones.

4. Especies: Se aconseja no utilizar especies exóticas invasoras, con alta susceptibilidad a plagas o enfermedades o con espinas (salvo cactus en situaciones protegidas).



FLOR SILVESTRE DEDAL DE ORO (*ESCHSCHOLZIA CALIFORNICA*)

Fuente: CDT



PARQUE EXPLORADOR QUILAPILÚN, COLINA

Fuente: Carolina Taverne

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Considerar los aspectos botánicos	Utilizar el nombre científico de la especie, con el fin de asegurar una correcta adquisición en los viveros.
	Escoger especies que provengan de condiciones de suelo y clima similares a las del lugar del proyecto, para un mejor manejo de los cuidados y requerimientos de agua. Estas especies se adaptarán mejor, minimizando las pérdidas.
	Se recomienda utilizar especies que convivan en asociaciones naturales. Estas se mantendrán en equilibrio y no se enfermarán, lo que reducirá la competencia y permitirá dar continuidad al paisaje preexistente.
	Conocer si la especie a seleccionar atrae fauna en forma abundante o la evita y los efectos que esto produce en el ambiente.
Considerar aspectos morfológicos	Evitar la incorporación de especies que afecten la salud de las personas (que provoquen alergias o sean tóxicas).
	Conocer los hábitos de crecimiento, que es la forma natural o perfil que adquiere la especie al crecer, el tipo de follaje (persistente, caduco), velocidad de crecimiento y su longevidad.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Considerar aspectos relacionados con la percepción (estética)	Conocer su tipo de hoja: esta definición nos permite conocer la textura general (forma, tamaño, etc.), compacidad del follaje y color.
Consideraciones para riego	Es necesario conocer los requerimientos de riego de las especies y la disponibilidad de agua de la zona. Esto favorecerá el crecimiento y desarrollo de cada especie.

ETAPA: CONSTRUCCIÓN



- Para iniciar la construcción se debe contar con suficiente agua para riego.
- Es fundamental realizar estudios de suelo para asegurar el establecimiento de las especies, además de conocer sus características físicas y químicas. Con base en este análisis se establecen las pautas para especificar enmiendas y fertilizaciones.
- El suelo debe estar bien preparado antes de plantar. Es importante retirar y/o controlar las malezas ya que estas competirían y serán difíciles de erradicar una vez establecidas.
- Evitar el uso de tierra de hojas extraídas de cerros.
- Todos los productos que se incorporen para mejorar el suelo deben quedar uniformemente distribuidos y homogéneamente mezclados con el suelo original, nunca en capas.



ESPECIE FLORAL (OSTEOSPERMUN JUCUNDUM)

Fuente: María Eugenia Pérez

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Considerar una adecuada plantación	Ver apartado 2.3.1.2. Actividades previas a la plantación y 2.3.1.3. Actividades en la plantación de este capítulo.
Riego	Una vez plantado se riega profundamente para un buen asentamiento de la mezcla del suelo.

ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENCIÓN



- Ver apartado 2.3.2 Considerar medidas de conservación material vegetal de este capítulo.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Considerar una adecuada conservación	Tener en cuenta las actividades del apartado 2.3.2.2. Actividades de mantenimiento de este capítulo. Los temas a considerar en esta etapa son: reposición, riego, sanidad, fertilización, poda, descompactación y desmalezado.



ESPECIE HERBÁCEA (CENTRANTHUS RUBE)

Fuente: María Eugenia Pérez



ESPECIE GRAMÍNEA (CAREX BRONZE)

Fuente: María Eugenia Pérez





MV6

Céspedes y prados

DESCRIPCIÓN GENERAL

Un prado es una extensión vegetal de especies gramíneas de crecimiento bajo y denso. Las especies de césped utilizadas deben tener un crecimiento fuerte y tupido, pero de baja altura para facilitar la mantención.

Deberán ser de porte bajo por naturaleza, tener un sistema radicular fuerte que evite el arrancamiento y que forme una densa y continua cubierta vegetal en un corto espacio de tiempo.

USO O FUNCIÓN

Este tipo de material vegetal beneficia al medioambiente y a los espacios públicos, debido a las ventajas que ofrece cuando se diseña de acuerdo con las condiciones del lugar. La elección de las especies en los céspedes dependerá de las características climáticas y edafológicas de las distintas regiones.

Se recomienda que sean resistentes a:

- El corte riguroso
- El pisoteo
- La sequedad
- El frío
- Las enfermedades



ÁREA DE CÉSPED ENTRE RÍO MAPOCHO Y AV. SANTA MARÍA, PROVIDENCIA, SANTIAGO

Fuente: CDT

VENTAJAS

- Permiten absorber, acumular y filtrar el agua hacia las napas subterráneas.
- Controla la erosión del suelo.
- Son un verdadero pulmón de intercambio gaseoso de O_2 y CO_2 . Absorben polvo en suspensión.
- Constituyen la base de la alimentación de muchas especies animales y pequeños mamíferos. En ellos viven lombrices, hongos, insectos, bacterias, etc.
- Mejora el suelo al aportar materia orgánica.
- En cuanto a salud y estética, permiten el esparcimiento, las zonas de picnic, actividades de descanso, recreativas, y las actividades deportivas.
- Junto a otra vegetación, ayuda a crear microclimas, reduciendo el efecto "isla de calor".
- Resistente a enfermedades.

DESVENTAJAS

- Necesita de constante corte. Su frecuencia dependerá de la especie sembrada y la temporada del año.
- No se recomienda grandes áreas en las Zonas Norte y Centro, debido a que requieren de riego continuo al ser zonas con altas temperaturas, pocas precipitaciones y baja humedad.
- En algunos casos hay pérdida de color en los céspedes por la dormancia que existe desde finales de otoño-invierno.
- Podrían presentar algunos inconvenientes como estrés por uso (desgaste), el cual aumenta en suelos arenosos (abrasivo), zonas con estrés hídrico, compactación, congelamiento, o mala nutrición (desequilibrio NPK).

TIPO DE ELEMENTO / CLASIFICACIÓN

Los céspedes y prados se clasifican según su uso en:

- **Ornamental:** Tiene un alto nivel estético, de hoja muy fina y gran densidad y homogéneo. Permanece verde todo el año y aguanta siegas (corte) bajas y frecuentes.
- **Sombra:** Para utilizar en espacios sombreados y requiere de un mantenimiento medio a bajo.



- **Rústico o duro:** Tiene un nivel estético medio-alto, de hoja ancha, muy resistente al pisoteo y a situaciones extremas medioambientales (sequías, salinidad, suelos de baja calidad) y necesita de poco mantenimiento.
- **Deportivo:** Es el más resistente al pisoteo, tiene un mantenimiento medio-alto y es resistente a enfermedades.

Fuera de saber qué uso tendrán los céspedes y prados se debe escoger la especie según el clima, debido a que hay especies para climas cálidos y fríos.

ETAPA: PLANIFICACIÓN Y DISEÑO

- De acuerdo con las características del suelo, el clima de la zona y el uso del área donde se sembrará el césped, se seleccionará la especie más adecuada. Ver apartado **2.3.1 Considerar criterios económicos y de durabilidad** de este capítulo.
- Elegir especies y variedades de buena adaptación a la zona climática. Evitar áreas extensas de césped en zonas con estrés hídrico (ver glosario) y comunas con bajos recursos financieros para actividades de mantención (frecuente riego y poda).



CÉSPED EN ÁREAS DE ESPARCIMIENTO Y PICNIC EN PARQUE BICENTENARIO, VITACURA, SANTIAGO
Fuente: CDT

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Considerar para la selección de la especie	• Resistencia al pisoteo y uso • Climatología • Sol o Sombra • Tipo de Suelo • Agua disponible para Riego • Capacidad de Drenaje • Demanda en Mantención (frecuencia de corte)
	Es conveniente utilizar distintas variedades dentro de la misma especie y no especies diferentes. Si se mezclan hasta 4 géneros se obtiene mayor rusticidad y capacidad de adaptación.

ETAPA: CONSTRUCCIÓN

- La mezcla de césped deberá corresponder a una calidad óptima, es decir, de color verde intenso, resistente a la tracción, al tráfico peatonal de acuerdo al uso que tendrá. El producto debe tener una tarjeta o sobre el envase sellado de la fecha de certificación, índice de pureza, germinación y origen de la semilla.
- Labores previas a la siembra:
 - Eliminación de maleza.
 - Descompactación y mejoramiento (si es necesario) del terreno, en cuanto a nutrientes y drenaje para evitar encharcamientos.
 - Instalación del sistema de riego eficiente, según requerimientos de la especie a sembrar y disposición de agua en la zona.
 - Nivelado del terreno para evitar ondulaciones.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Considerar una adecuada siembra	Rastrillado para esparcir las semillas por el terreno y enterrarlas un poco para así evitar que pájaros y hormigas se las coman.
	La época de siembra se recomienda hacerla en otoño, pero se puede hacer en todas las épocas del año, evitando los meses muy lluviosos y con bajas temperaturas.
	Los requerimientos de las cantidades o dosis (kg/m2) serán de acuerdo a las especificaciones técnicas del proveedor y tipo de semilla.
	En caso de que no se realice siembra, existe la alternativa de los rollos o palmetas de césped y se requiere seguir las especificaciones técnicas del proveedor para una adecuada instalación.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Riego	Lo importante después de la siembra es mantener húmedo el terreno. Por esta razón es necesario regar cada vez que el suelo se seque (3 a 4 veces en el día) hasta que el césped alcance una altura de 2 cm. El riego debe ser constante y en las cantidades adecuadas para estimular la germinación.

ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENCIÓN



- No debe pisarse el pasto hasta que se sienta firme, lo que ocurre aproximadamente después de los dos meses de sembrado.
- Tener un adecuado control y/o eliminación de exceso de thatch, debido a que puede generar problemas como deficiencia de nutrientes en el suelo, un ambiente apto para propagación de enfermedades, debilitamiento de las raíces y mal drenaje, entre otros.
- Realizar resiembras cuando sea necesario.
- Los primeros días calurosos del verano no necesariamente implican regar automáticamente. Para verificar la necesidad de riego se puede caminar sobre el césped y verificar si las pisadas se marcan en él (sin que las hojas del césped vuelvan a erguirse), de ser así es momento de regar. Lo ideal es regar en horas de la noche o madrugada para que no haya evapotranspiración.



PRADOS EN PARQUE DE LAS ESCULTURAS, PROVIDENCIA, SANTIAGO

Fuente: CDT

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
	Corte: Realizar los cortes de acuerdo con las especificaciones y/o recomendaciones (frecuencia y altura) del proveedor. El primer corte después de la siembra se hace a los 10 cm, luego se va bajando hasta la altura adecuada.
	Control: Realizar análisis de suelo cada 2 a 3 años y análisis de pH todos los años.
	Enmienda: La enmienda de pH dura 6 a 7 años, por ello es mejor realizarlo en la preparación de suelo.
	Fertilización: Para la buena salud del césped, se debe realizar la fertilización de acuerdo con un programa, y con base en un análisis foliar y de suelo.
	Aireación: Es el principal método preventivo para controlar el exceso de thatch. Existen varios tipos: aireación superficial, aireación profunda, verticorte o top dressing. Al realizar una correcta aireación sobre el césped se está mejorando la infiltración de agua y el paso de aire al suelo, permitiendo enriquecer sus propiedades y a la vez, un crecimiento fuerte del césped.
	FIG.39. AIREACIÓN EN EL CÉSPED POR VERTICORTE Considerar una adecuada conservación Fuente: CDT
	Riego: Desarrollar un programa de riego (frecuencia y profundidad de humedad del suelo), de acuerdo con el tipo de césped. Cuando se han instado rollos de césped se deben regar frecuentemente. En días muy calurosos (sobre 30°C) se puede aumentar ligeramente la frecuencia de riego, pero solo si las plantas muestran un déficit de agua.
	Sanidad: Prevenir la entrada de enfermedades realizando buenas labores de mantención, con observaciones cotidianas. Por ejemplo, el mejor momento para detectar enfermedades causadas por hongos es temprano en las mañanas. Si no se está seguro de la enfermedad o plaga que ataca al césped, se puede analizar una muestra o consultar a un profesional.

CAPÍTULO 3
SISTEMAS DE RIEGO EFICIENTES

CAPÍTULO 3: SISTEMAS DE RIEGO EFICIENTES

3. CONSIDERACIONES GENERALES

El riego eficiente requiere ocupar la menor cantidad de agua posible, en conjunto con un apropiado material vegetal instalado en un espacio público. Un riego eficiente minimizará el uso de agua, pero no solo se debe pensar en el uso de este recurso, sino también en la relación del sistema de riego con los ocupantes del espacio público, considerando las necesidades de mantención y resistencia a accidentes y vandalismo. La durabilidad del sistema de riego beneficiará a gran cantidad de usuarios al mantenerse las áreas verdes en un estado apropiado para su uso.

¿QUÉ ES UN SISTEMA DE RIEGO EFICIENTE?

Los sistemas de riego son un conjunto de estructuras, dispositivos y equipos que hacen posible entregar agua al suelo para una determinada área de vegetación, de acuerdo con los requerimientos hídricos de las especies vegetales.

Los sistemas de riego básicamente se componen de:

- **Fuentes de agua:** Pozos, tanques de almacenamiento, suministro de agua potable.
- **Canalizadores primarios o matrices:** Bocas de riego, válvulas, llaves de agua, válvulas de acople rápido (llamadas plasson por la primera fábrica italiana que las fabricó).
- **Sistemas de conducción:** Tuberías de distribución, normalmente en PVC, polietileno o HDPE (polietileno de alta densidad).
- **Distribuidores de agua o emisores:** Goteros, difusores, aspersores y otros dispositivos, dependiendo del tipo de sistema. Deben entregar una cantidad de agua conocida en un tiempo determinado para distintos tamaños de superficies.
- A diferencia del riego manual, los tecnificados pueden ser automatizados mediante componentes que permiten la regulación de la duración del riego y la cantidad de agua utilizada para este, como por ejemplo: programadores, electro válvulas, pluviómetros, higrómetros y reguladores de presión.

VENTAJAS

- Permite aplicar el agua en forma localizada y eficiente.



EJEMPLO DE RIEGO ARTESANAL CON MANGUERAS PERFORADAS

Fuente: Claudio de la Cerda

- Existen diferentes tipos de sistemas que pueden adaptarse a características locales, como el suelo, y condiciones topográficas del lugar.
- Permite agregar al agua de riego elementos fertilizantes y para el control de plagas, produciendo ahorros en mano de obra y favoreciendo el desarrollo del material vegetal.
- Permite alcanzar altos porcentajes de eficiencia en su aplicación.

DESVENTAJAS

- Se encarecen los costos iniciales.
- Requiere cierto conocimiento para su instalación, tal como interpretar un plano y conocer los componentes del riego.
- Implica la capacitación del personal que se hará cargo de su mantención.
- En la mayoría de los casos exige una conexión a energía eléctrica, suponiendo un costo adicional para llegar a zonas no electrificadas, además del costo de la energía consumida en el caso de requerir sistemas de bombeo.

¿QUÉ DEBEMOS CONOCER PARA SELECCIONAR UN SISTEMA DE RIEGO EFICIENTE?

Para la definición de un sistema de riego eficiente, es preciso conocer cuánta agua se debe aplicar por superficie de riego (lámina neta). Para ello es clave:

- Conocer las características del proyecto paisajístico: las especies a regar, la densidad de especies por superficie, los requerimientos hídricos de cada planta y el tamaño de sus raíces, entre otros.



- Conocer las características del contexto, tales como el clima, la disponibilidad de fuentes de agua, el tipo y capacidad de infiltración del suelo y la topografía del terreno.

Algunas medidas básicas para un riego eficiente:

- En el diseño del proyecto se deben agrupar plantas de requerimientos hídricos similares, en especial si se piensa utilizar un sistema de riego eficiente.
- Evitar regar en horas de sol, prefiriendo las primeras horas de la mañana o en la noche, ya que pueden producirse pérdidas de agua por evaporación.
- Reducir posibles pérdidas de agua provocadas por la topografía y tipos de suelo. Esto se logra utilizando sistemas de riego con baja tasa de precipitación de agua como el goteo y la aspersión con rotores multi chorro MP Rotator. Otra manera es regular los tiempos de riego y su periodicidad.
- Mejorar la capacidad de retención de agua del suelo por medio de la aplicación de compost o polímeros absorbentes y mulch como cubierta. Al cubrir la superficie del suelo se evita la evaporación superficial de agua.



ASPERSOR DE IMPACTO ECONÓMICO (PAJARITO)

Fuente: Claudio de la Cerda

3.1 DIMENSIÓN AMBIENTAL

3.1.1 CONSIDERACIONES DE REDUCCIÓN DE USO DE AGUA POTABLE

Actualmente uno de los sistemas más utilizados en los espacios públicos en Chile es el riego manual con manguera. Su principal problema es que este tipo de riego consume agua potable de forma excesiva ya que se realiza en horarios, generalmente, diurnos (propiciando la evaporación del agua utilizada), además de que en la mayoría de los casos se sobreregarán las especies vegetales.



MEDICIÓN DE PRESIÓN CON MANÓMETRO

Fuente: Claudio de la Cerda

Otro tipo de riego que se observa es el de dispositivos artesanales como botellas, mangueras perforadas y otros implementos económicos con dudosa eficiencia, los cuales se dejan regando solos sin dosificar el tiempo ni la cobertura del riego. Por ejemplo, hay dispositivos económicos (como el aspersor tipo pajarito) que no cuentan con el contrapeso necesario para aumentar su eficiencia, girando muy rápido sin lograr el alcance esperado y regando de manera poco uniforme, ya que por la velocidad de rotación caerá más agua en las zonas cercanas.

Por ello se recomienda el uso de sistemas de riego en conjunto con una selección de especies adecuadas para las condiciones del contexto y el objetivo del espacio público, lo cual puede contribuir a reducir el consumo de agua, aportando a una mirada sustentable.

Un riego eficiente para espacios públicos vegetados (áreas verdes) es aquel que logra entregar agua con menos de un 20% de pérdida del recurso, de acuerdo con el requerimiento hídrico de la superficie a regar, el cual puede ser estimado con información meteorológica del lugar, el requerimiento específico de agua de las plantas o césped usado y la eficiencia del sistema de riego ocupado. El ideal para llegar a considerar riegos sustentables, según sistemas de certificación de edificios (ej. LEED de EE.UU. o Certificación de Edificio Sustentable de Chile), es ahorrar un 50% de agua respecto a los riegos tradicionales.

Un aspecto muy importante para lograr eficiencia hídrica es respetar las presiones de trabajo de los sistemas de riego presurizados, por aspersión y por goteo. Tanto las presiones excesivas como las bajas, afectarán los sistemas de riego presurizado. En caso de que no puedan ser controladas, lo ideal es instalar reguladores de presión que eviten problemas en tuberías y emisores. Sumado a las presiones de trabajo de los sistemas, existen las presiones *in situ*, que pueden limitar el uso de cierto tipo de regadores y obligan algunas veces a proyectar sistemas de bombeo para poder regar.

Los sistemas de riego presurizado por aspersión normalmente requieren de 20 mca⁹ para regadores de boquillas fijas, y de 30 a 40 mca, para regadores giratorios como rotores o boquillas multichorro. Los goteros requieren menos presión que los sistemas por aspersión, pero existen modelos que se autoregulan funcionando desde 10 mca y soportando hasta 40 mca. Si se sobrepasan estas presiones en sistemas de riego por aspersión, los tamaños de las gotas serán muy pequeños y no recorrerán la distancia esperada, siendo fácilmente llevadas por el viento. En el caso del goteo con exceso de presión, los emisores pueden tirar chorros con caudales desconocidos, dejando de ser un riego uniforme.

Además, en ciertos casos en que la empresa sanitaria lo requiera, para que se aprueben las solicitudes de medidores se debe considerar en el diseño la presión mínima legal de 15 mca, que tienen que entregar las compañías de agua en Chile (NCh 961:1998). En estos casos solo se podría regar por goteo para cumplir con la teórica presión de 15 mca, ya que el riego por goteo puede trabajar con 10 mca. Otra alternativa que permita el riego por aspersión es incluir un sistema de bombeo para presurizar el sistema, esto a pesar de que en la realidad puede que exista una presión suficiente en la red de agua potable del sitio.

En cuanto al suelo, los sistemas de riego presurizado permiten adaptarse fácilmente a suelos muy distintos, bastando con variar los tiempos de duración y cambiar las frecuencias de riego. Así se puede regar con tiempos más cortos varias veces al día en lugar de una sola vez, tratando que sea en horas de bajas temperaturas y poco viento para el caso de aspersión, para evitar el escurrimiento en suelos pesados o arcillosos y las pérdidas de agua por infiltración en suelos sueltos o arenosos. En el caso de riego por goteo es importante poner atención a la temperatura que puede alcanzar el agua (calentándose a más de 60° C), si las tuberías (negras) están a la vista y expuestas al sol.

3.1.2 CONSIDERACIONES DE ADAPTACIÓN AL CONTEXTO

Se recomienda seleccionar y adaptar el sistema de riego utilizado, de acuerdo con el contexto y especificaciones técnicas de cada sistema.

Es importante considerar que para lograr la eficiencia esperada cada tecnología o sistema eficiente (ya sea por aspersión, por goteo, accesorios o aditivos para el suelo) debe ser utilizada de acuerdo con sus especificaciones técnicas. Las eficiencias de los distintos sistemas son para goteo 90%, aspersión por impacto 75%, aspersión por boquillas y rotores de 80% y para las nuevas boquillas multichorro MP Rotator, 85%. Muchas veces se toman tecnologías nuevas y se aplican, de mala manera, como una solución universal y sin considerar la importancia del contexto, teniendo malos resultados y creando una mala reputación de ellas.

⁹ mca: Una unidad de medida de la presión que representa el peso de una columna de agua pura (densidad 1000 kg/m³). Por ejemplo, 2 mca equivalen a la presión ejercida por el agua, en la base de una tubería vertical de 2 metros de altura.



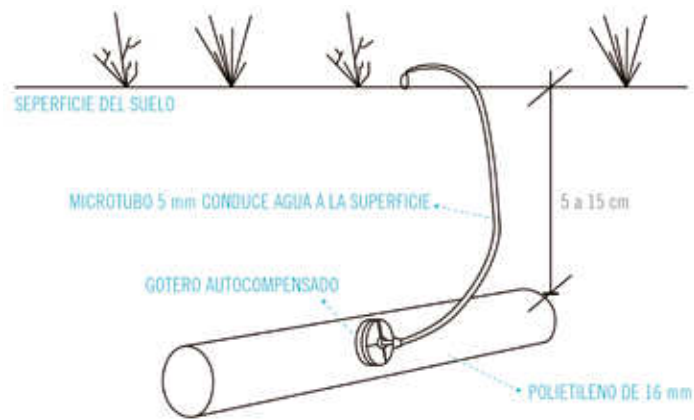
EJEMPLO DE RIEGO POR GOTEO EN SECTOR EN PLANTAS EN CRECIMIENTO

Fuente: Claudio de la Cerda

Por ejemplo, cada vez se ocupan más los sistemas de riego por goteo para sectores de plantas en crecimiento como macizos arbustivos y cubresuelos, siendo muy eficientes para ello, pero a veces su instalación no es muy estética, y son fáciles de dañar, accidental o intencionalmente, por estar a la vista y por lo blando de las tuberías de polietileno.

Para este ejemplo se podría optar por instalaciones que eliminen el riesgo de deterioro y otorguen más sostenibilidad al sistema, como un sistema con goteros enterrados y con salida de agua a la superficie por medio de un microtubo dirigido a cada planta. De esta manera, y según como se ocupen, se pueden lograr ahorros de más de 50% en comparación con otros sistemas de riego como la aspersión. Un ejemplo de esto es lo que se puede observar en la Figura 40, donde se riegan por goteo solo las plantas del área verde y no toda la superficie del suelo.

FIG.40 DETALLE INSTALACIÓN GOTERO ENTERRADO



Fuente: Dibujo de Claudio de la Cerdá

REQUERIMIENTO DE RIEGO

Las necesidades de riego de un paisaje están determinadas por varios factores, como el asoleamiento, el viento, la lluvia, las especies vegetales, el tipo de suelo, etc.

Cada especie vegetal tiene un consumo de agua distinto, de los cuales muchos han sido medidos, logrando incluso obtener su requerimiento de agua en cada estado de desarrollo y en distintas localidades. Esto se hace en cultivos agrícolas en que se tienen grandes extensiones con una sola especie, al igual que el pasto y los cubresuelos en jardines. En el caso de los Arbustos, Árboles y otras plantas que se tengan mezcladas en el jardín, se les puede considerar como sectores con un promedio de requerimiento hídrico denominado normalmente “macizos”.

El requerimiento de riego de un jardín, según su ubicación o localidad, se debe calcular de acuerdo con la evapotranspiración (ET), la cual indica el agua que evapora el suelo y la que transpiran las plantas. Cada especie tiene diferentes requerimientos de agua, por lo tanto, diferentes ET. El cálculo de ET para cada cultivo involucra muchas variables, por lo que se utiliza una ET standard (Eto o ETp). Para convertir esta ET en una representación, para cada especie existe un coeficiente llamado Kc que representa su gasto específico de agua. Además, se tiene que considerar la eficiencia del sistema de riego a utilizar.

Requerimiento de Riego (Blaney y Criddle) = ETo x Kc x Ef

- ETo = Evapotranspiración Standard (bandeja evaporadora).
- Kc = Coeficiente de consumo de agua del cultivo.
- Ef = Eficiencia del sistema de riego.



PRIMER Y SEGUNDO AÑO, RIEGO POR GOTEO ENTERRADO

Fuente: Claudio de la Cerdá

TABLA 8. REFERENCIAS PARA CÁLCULO REQUERIMIENTO DE RIEGO

ALGUNOS Eto DE BANDEJA EVAPORADORA REPRESENTATIVOS (mm DE LÁMINA)	ALGUNOS Kc* REPRESENTATIVOS	ALGUNOS Ef* REPRESENTATIVOS
Santiago enero: 165 Santiago marzo: 80 Los Andes enero: 185 Talcahuano enero: 130	Césped verano: 0,6 - 1,15 Cítricos: 0,75 Coníferas: 1,0 Hedera hélix: 0,2 - 0,3 Lantana montevid.: 0,18-0,36 Pitosporo tobira: 0,18-0,36 Ligustrina: 0,4 - 0,6 Arbutus: 0,18-0,36	Riego por goteo: 1,1 MP rotator: 1,15 Rotores y boquillas: 1,2 Aspersores impacto: 1,25 Riego por tendido: 1,5

*Los valores Kc y Ef no tienen unidad, son un porcentaje de Eto al aplicarlo.

Según las medidas para Talcahuano en enero, una superficie de césped con mediano requerimiento hídrico y regado con aspersores MP Rotator requeriría:

Requerimiento de riego = 130 mm x 0,8 x 1,15 = 119,6 mm de agua en el mes.

Esto quiere decir que se requerirían casi 120 L/m² a regar. Si fuesen 100 m² querría decir que se tendría que contar con 12.000 L en el mes.

**REMARCADOR**

Fuente: Claudio de la Cerdá

3.1.3 CONSIDERACIONES DE ACCESORIOS PARA RIEGO EFICIENTE

El desarrollo de sistemas y tecnologías para la eficiencia hídrica en el riego es una tendencia mundial. Hoy en día existen accesorios como sensores de lluvia, humedad de suelo y hasta estaciones meteorológicas que permiten regar cada vez más eficientemente. También se han creado polímeros absorbentes o “retenedores de humedad” que se aplican al suelo y aumentan la capacidad de retención de agua.

Como complemento a los sistemas de riego, existen cada vez más dispositivos para mejorar los rendimientos y evitar pérdidas de agua, desde elementos simples como sensores de lluvia -que solo cortan el riego al mojarse con las precipitaciones- hasta otros más complejos como programadores que pueden regular sus funciones conectados a estaciones meteorológicas, o pueden ser controlados remotamente y transmitir información recopilada.

Remarcador: En plazas y parques en que se riega con agua potable normalmente esta se obtiene de medidor de agua potable o MAP, pero en aquellos casos en que no existe medidor, es recomendable poner un caudalímetro o remarcador, aunque se trabaje con un sistema de bombeo. Esta es la única manera real de saber cuánta agua se está gastando, permitiendo detectar si se está perdiendo agua por roturas, si los circuitos están usando el agua que se consideró en el proyecto, etc.

Válvula máster: Al tener riegos de áreas verdes con su matriz de distribución de agua de gran longitud siempre se corre el riesgo de una rotura. Una válvula máster es una llave de paso eléctrica principal conectada al programador de riego que la comanda; así, cuando no se está regando, no hay agua en la matriz, evitando fugas y presiones excesivas que podrían romperla.

Reguladores de presión: Muchas veces pueden existir presiones que son exageradas para el riego, provocando roturas en las tuberías y haciendo que los emisores no trabajen bien. Por ejemplo, los goteros tienen un rango de presión de trabajo específico. Si hay más presión pueden tirar chorros de agua. En riego por aspersión, si la presión es exagerada, el tamaño de la gota deja de ser el adecuado, volándose con el viento y no pudiendo recorrer la distancia necesaria. Por ello, se recomienda el uso de reguladores de presión.

Válvulas de retención: Cuando se riega en pendiente, al terminar de regar un circuito el agua se devuelve hasta el regador más bajo, perdiéndose y pudiendo dañar las plantas. Si se pone una válvula de retención en el punto adecuado se evita que el agua se devuelva y se pierda. En tuberías de 32 o 40 mm de diámetro, se pueden perder cada 100 metros entre 63 a 100 litros de agua.

Sensores: Los programadores de riego se pueden conectar a sensores que interactúen directamente con el ambiente, regulando así el riego y ahorrando agua.

Sensor de lluvia: Es un dispositivo que con las precipitaciones bloquea el riego, el cual debiera ser de uso obligado cuando no hay un operador permanente en un área verde. Es económico y fácil de instalar.

Sensor de humedad de suelo: Es un aparato que se entierra en el suelo y detecta cuánta humedad tiene. Es útil si se puede instalar en un punto muy representativo del jardín, pero no es económico ni fácil de instalar.

Estación meteorológica: Es un conjunto de sensores que se conecta a algunos programadores compatibles y hace que se regulen según las condiciones climáticas. Realmente puede hacer que el riego se regule solo, ahorrando bastante agua, sin un alto costo de inversión. El programador debe ser compatible con la estación meteorológica.

**REGULADORES DE PRESIÓN**

Foto: Claudio de la Cerdá

**VÁLVULAS DE RETENCIÓN**

Fuente: Claudio de la Cerdá

**SENSOR DE LLUVIA**

Fuente: Claudio de la Cerdá

3.2 DIMENSIÓN SOCIAL

3.2.1 CONSIDERACIONES DEL ENTORNO Y VANDALISMO

La implementación de un sistema de riego eficiente debe considerar no solo la dimensión ambiental para su selección; en gran parte el éxito de los sistemas de riego utilizados dependerá de su conservación, que está relacionada con el contexto social donde se ubique el espacio público.

Por ejemplo, una de las razones que pueden impedir la instalación de sistemas de riego tecnificado son las altas tasas de vandalismo que presentan muchas comunas a lo largo del país -en especial en la Región Metropolitana-. Al estar expuestos y poder ser manipulables, los emisores de riego son susceptibles a daños y deterioros causados por usuarios de los espacios públicos o por acciones de vandalismo, lo que finalmente causa que estos sistemas deban ser reparados al poco tiempo desde su instalación (Cedeus, 2014).

Para resguardar los sistemas de riego es posible utilizar elementos de protección que permiten salvaguardar principalmente a los emisores del sistema, elementos que se encuentran más susceptibles a la manipulación.

3.3 DIMENSIÓN ECONÓMICA

3.3.1 CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Para el diseño de sistemas de riego automático existen, comúnmente, un sinnúmero de mitos, errores y recetas mal utilizadas entre las personas dedicadas o relacionadas con su instalación en jardines (aspersión y goteo). Estos mitos llevan a generar pérdidas de agua o un riego inapropiado de las superficies, a pesar de la inversión realizada en sistemas eficientes, conllevando mayores gastos económicos que los presupuestados en un inicio. Entre estos errores comunes se encuentran:

Diseño de tuberías de menor diámetro para aumentar la presión: Comúnmente se piensa que a mayor diámetro de las tuberías, menor es la presión. Bajo esta lógica, en un diseño de riego las tuberías de los extremos del sistema son más delgadas para aumentar la presión, lo que es una creencia común y falsa. La realidad es totalmente contraria, mientras menor es el diámetro de una tubería más presión se pierde.

La razón de disminuir los diámetros de tuberías en los riegos es solo económica; se podrían poner tuberías más grandes de lo necesario e hidráulicamente no habría problema, solo se produce un mayor gasto de dinero en la inversión inicial. Las tuberías de los extremos son de menor diámetro ya que circula un caudal bajo. Este error puede observarse en todo tipo de riegos, por aspersión y por goteo.

Diseño de sistemas sin considerar los requerimientos de agua de los diferentes sectores paisajísticos: Se realizan diseños en que se considera igual cantidad de agua en toda el área verde, mezclando plantas con césped y sectores asoleados con sombríos. Mediante esta práctica se pueden realizar ahorros económicos relacionados con una menor cantidad de circuitos de riego para el proyecto, pero a largo plazo se obliga a sobrerregar sectores, perdiendo agua. Se puede perder de un 10 a un 20% de agua por este concepto, además de afectar a las plantas que se riegan en exceso. Esto aplica para sistemas de riego por aspersión, y en algunas ocasiones, a sistemas por goteo.

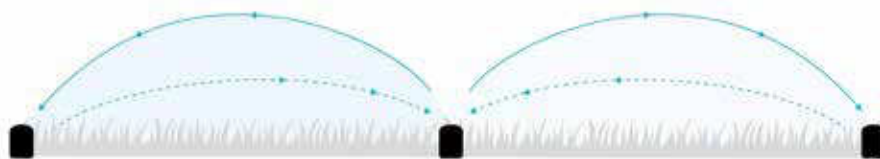
**POP UP DE 2" TRADICIONAL COMPARADO CON UNO DE 4"**

Fuente: Claudio de la Cerdá

Diseños de riego por aspersión que no consideran el crecimiento futuro en el jardín y el riego queda obsoleto: Muchas veces sucede que al momento de diseñar, y luego al construir un sistema de riego, no se considera que las plantas crecerán y podrían obstaculizar el agua, restringiendo el alcance de los regadores, generando con ello sectores sin riego. Otro ejemplo de lo anterior es el uso de regadores baratos en zonas de césped (por ejemplo, un pop up tradicional de 2") los que por lo general son muy pequeños y pueden ser obstruidos por el crecimiento semanal del material vegetal, provocando una mala distribución del agua.

Diseño de distanciamientos con bajo porcentaje de traslape: En riegos por aspersión generalmente no se respetan los distanciamientos entre regadores o traslapes, los cuales deben estar lo más cercanos posible al 100% (Fig. 41). Esto quiere decir que el agua proveniente de un emisor, tiene que llegar hasta los emisores más cercanos que se encuentran a su alrededor para asegurar el traslape de la capa de agua que riega cada superficie. El ahorro económico de un par de regadores en un área se pierde en menos de una temporada por tener que regar más tiempo para suplir la falta de cobertura.

FIG.41. TRASLAPES DE 100%



Fuente: Esquema de Claudio de la Cerda

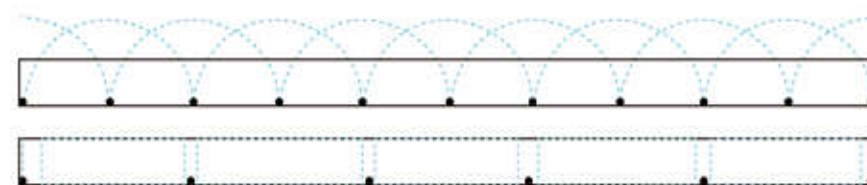
Aplicación indiscriminada de tiempo de riego: Muchas veces se utilizan tiempos de riego estandarizados, aplicándolos sin realizar un análisis de las condiciones, del contexto y de los requerimientos del material vegetal utilizado. Los tiempos de riego deben regularse según requerimientos de las especies vegetales y de la localidad, por lo que no existe una receta general. Es importante considerar la zonificación climática de cada localidad.

Por ejemplo, los tiempos de riego pueden ser distintos en la misma latitud; en zonas costeras se requiere un menor tiempo de riego que en valles interiores por la presencia de mayor humedad ambiental. Por otra parte, dos jardines idénticos ubicados en distintas localidades deben tener la misma cobertura (la misma cantidad de regadores para generar el traslape adecuado), pero sus tiempos de riego serán distintos.

Es importante considerar lo anterior en relación con las diferencias climáticas presentes en Chile. Es errónea la creencia de que un proyecto ubicado en zonas climáticas con mayores precipitaciones requerirá una menor cantidad de regadores, al contrario, el sistema de riego deberá ser diseñado con la misma cantidad de regadores y haciendo variar solo el tiempo de riego de acuerdo con el clima de la localidad.

Selección poco cuidadosa de sistemas utilizados: Una selección que no considere las características de la superficie a regar, en relación con el alcance de los emisores de riego, puede llevar a grandes pérdidas económicas vinculadas con el agua. Un ejemplo de ello es el riego de calles, donde en algunos casos se riegan franjas con regadores que emiten una capa de agua circular para regar una superficie rectangular de área verde, lo que conlleva el desperdicio del agua al regar superficies no vegetadas como veredas y calzadas. De esta manera, se puede perder entre un cuarto y un tercio del agua que se está aplicando para el riego. Una solución a esto es ocupar regadores de menor alcance, desde los dos lados de la superficie a regar, o usar regadores especiales de franja que sirven para regar rectangularmente (Fig. 42).

FIG.42. AGUA PERDIDA EN REGADORES CIRCULARES CONTRA REGADORES DE FRANJA



Fuente: Esquema de Claudio de la Cerda

Aumentar los emisores, sin considerar el caudal máximo de riego: En algunos casos, durante la etapa de construcción y/u operación de los sistemas de riego, existe una mala práctica que consiste en agregar emisores de riego, sin considerar el diseño del proyecto llegando a sobrepasar el caudal máximo de riego por circuito. El caudal máximo se define en el proyecto según la disponibilidad de agua de un medidor existente, en el que se calcula el requerimiento hídrico y se pide un medidor o se calcula un sistema de bombeo.

Uso de regadores de distinto tipo para el riego de una superficie: Los emisores de distintos tipos nunca deben ser mezclados para el riego de una superficie, ya que sus tiempos de riego son distintos e incompatibles, por ejemplo, de 20 a 40 minutos para los regadores giratorios y de 6 a 12 minutos para regadores de boquilla fija.

3.3.2 CONSIDERACIONES DE MANTENCIÓN Y DURABILIDAD

La mantención de los sistemas de riego es clave para asegurar su eficiencia. En Chile, la mantención de los sistemas de riego tecnificados de espacios públicos es un tema muy relevante. La destrucción de los componentes de los sistemas implica que estos deban ser repuestos periódicamente o que, en definitiva, se tome la decisión de no utilizar estas tecnologías, lo que implicaría aumentar la mano de obra requerida para realizar riego manual.

Sumado a lo anterior, la capacitación de las personas a cargo de la mantención no siempre es la adecuada, lo que impacta al estado de conservación y funcionamiento de los componentes del sistema de riego.



REGADORES GIRATORIO Y FIJO REGANDO AL MISMO TIEMPO

Fuente: Claudio de la Cerda



(IZQ. Y CENTRO) REGADOR PROTEGIDO, SIMPLE EFICIENTE Y ECONÓMICO. (DER) REGADOR COMPLICADO, INEFICIENTE, COSTOSO Y PELIGROSO

Fuente: Claudio de la Cerda

Entre los elementos más utilizados para la distribución del agua se encuentran las tuberías de PVC, las cuales siguen presentando ventajas, tanto económicas como técnicas, frente a otro tipo de materiales. Sin embargo, es importante considerar aquellos aspectos que pueden afectar sus propiedades mecánicas durante la etapa de mantención y operación, tales como la fragilidad a los golpes, la presión de ruptura y la exposición al sol. Estas tuberías no tienen protección UV, por lo que se deben pintar si quedan al sol por obligación.

3.3.2.1 DISPOSITIVOS ANTIVANDÁLICOS

Existen en el mercado dispositivos antivandálicos que constituyen sistemas de protección para los componentes de los sistemas de riego, entre ellos:

- Protección de válvulas, llaves de paso y otros.
- Enterramiento de emisores pop up largos.
- Protectores metálicos para pop up.

3.3.2.2 MANTENCIÓN DE MATERIALES

Debido a que los sistemas de riego eficiente están compuestos de diferentes elementos, es importante considerar que cada uno de ellos cumpla con normas de fabricación que acrediten su resistencia y durabilidad, ya que la falla de uno de ellos afectará al sistema completo.



3.4 FICHAS

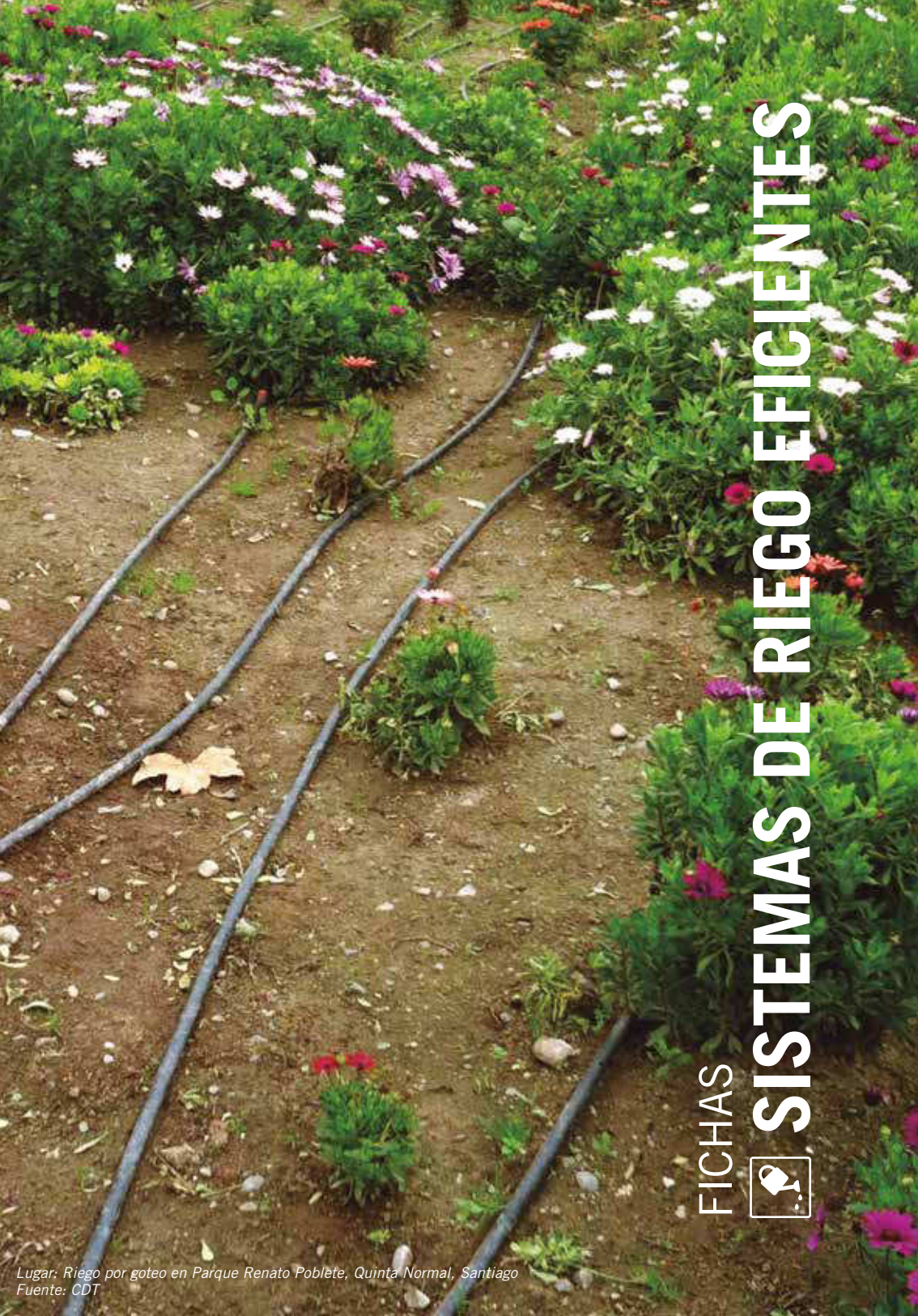
De acuerdo con las semejanzas que existen entre los elementos, y a fin de hacer más práctico este manual, con base en las consideraciones generales anteriormente descritas, se han clasificado los sistemas de riego en:

SISTEMAS DE RIEGO EFICIENTES SR	N° FICHA	NOMBRE FICHA
	SR1	Sistema de riego por goteo
	SR2	Sistema de riego por aspersión
	SR3	Uso de agua lluvia para riego
	SR4	Polímeros absorbentes

La estructura en la que se han desarrollado se presenta de la siguiente manera:

- Descripción general
- Uso o función
- Tipo de elemento/clasificación
- Etapa:
 - Planificación y diseño
 - Construcción
 - Operación y mantención

La información y recomendaciones que están a lo largo de cada una de las fichas es material complementario del Tomo I del Manual EUS y de las Consideraciones Generales de este capítulo. Estos son un componente de referencia y consulta en criterios sustentables de la categoría de Sistemas de Riego Eficientes, tanto para profesionales, funcionarios públicos y particulares involucrados en las distintas etapas del espacio público. Todo esto de acuerdo con el tipo de elemento urbano y las características del contexto chileno donde se desarrolla el espacio público.



FICHAS SISTEMAS DE RIEGO EFICIENTES





SR1

Sistemas de riego por goteo

DESCRIPCIÓN GENERAL

El riego por goteo es un método que se basa en la entrega de agua a las plantas por medio de emisores de muy bajo volumen. Al ser tan pequeña la cantidad de agua que entregan, esta cae gota a gota desde el emisor. Su eficiencia es del 90% o superior. El gotero se basa en un dispositivo interno que hace perder presión al agua.

La Figura 43 muestra las partes que componen este tipo de sistema: 1) Fuente de agua de riego; 2) Cabezal de riego; 3) Tubería principal de distribución de agua; 4) Tubería secundaria; 5) Tubería terciaria; 6) Laterales de riego; 7) Emisor (gotero).

Actualmente, se usan goteros compensados o autocompensados, haciendo que dentro de ciertos rangos el caudal que entreguen sea siempre el mismo. Existen goteros antidrenantes que son muy útiles para regar jardineras, ya que no riegan hasta que la presión dentro de la tubería supera un mínimo, evitando que se riegue más una parte que otra. Los goteros del tipo “integrados” son más económicos, más rápidos de instalar y más difíciles de dañarse, pero deben quedar en la superficie ya que pueden obstruirse con la tierra y las raíces. También existen goteros



DETALLE DE RIEGO POR GOTEO

Fuente: Eduardo González

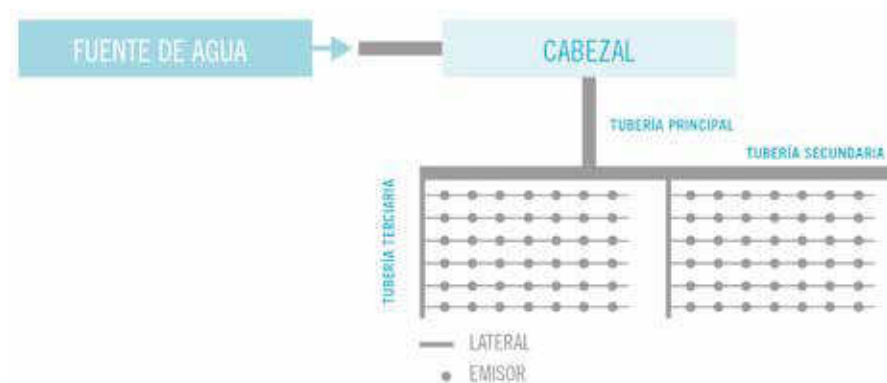
regulables que conviene aplicar solo a pequeñas superficies por la dificultad de la regulación.

USO O FUNCIÓN

VENTAJAS

- **Ahorro de agua:** Los sistemas de riego por goteo son ideales para aplicación de agua dirigida a las plantas, con bajos niveles de pérdida por evaporación, escurrimiento y percolación, llegando directamente a las raíces. No es necesario mojar toda la superficie de suelo para entregarle agua a las plantas.
- Bajos costos iniciales.
- Excelente para regar Árboles, especies arbustivas, cubresuelos y jardineras.

FIG.43. SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO



DESVENTAJAS

- Se requiere mantenimiento.
- Algunos tipos de goteros no regulan la presión de manera equitativa, cuando hay muchos en una misma tubería (los primeros emitirán más agua que los últimos).
- Los goteros al tener salidas tan pequeñas se pueden obturar fácilmente, por lo tanto, se debe mantener frecuentemente.



CON LABERINTO



AUTOCOMPENSADO
ANTIDRENANTE



AUTOCOMPENSADO



AUTOCOMPENSADO



ÍNTEGRADOS



REGULABLE

TIPOS DE GOTEROS

Fuente: Claudio de la Cerdá

TIPO DE ELEMENTO / CLASIFICACIÓN

Según como se instale el sistema de riego, o según la necesidad de esconderlo o no, se pueden clasificar en:

Sistemas de goteo superficiales: En este caso las líneas de goteo se dejan en la superficie del suelo esperando que se escondan cuando las plantas crezcan.

Sistemas de goteo enterrados: Recomendada para cuando la cobertura vegetal del suelo no sea muy alta. Si no se tiene el tiempo para esperar que el sistema de riego por goteo quede protegido por las plantas, se puede optar por enterrar las líneas de goteo, idealmente dejando la salida del agua en la superficie para evitar taponamientos. Existen goteros que podrían ser enterrados directamente ya que no se tapan con partículas, pero se tendría que hacer una aplicación de herbicida regularmente para evitar la entrada de raíces.

ETAPA: PLANIFICACIÓN Y DISEÑO



- Se debe tener en cuenta que no se mojará toda la superficie del suelo y solo se podrá plantar donde sí hay un goteo. En conjunto con el paisajismo se tiene que decidir si se necesitará regar toda la superficie a plantar con una grilla de goteros o si bastará con entregar agua con uno o más goteros a cada planta, maximizando el ahorro de agua.
- Se deben respetar los caudales máximos para cada diámetro de tubería, considerando la suma de los caudales de los goteros que haya instalados. Si se superan, puede no llegar el agua con presión suficiente a los fines de líneas.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Regar una superficie de plantas pequeñas con alta densidad	A partir de una densidad de 8 plantas/m ² se debe considerar el riego en una grilla de goteros de 50x50 cm o 30x30 cm, según la densidad y especies vegetales a utilizar. El riego recomendado sería a través de tuberías con goteros íntegrados superficiales. Sobre 16 plantas/m ² puede quedar alguna en un punto que no tenga riego inicialmente.
Regar una superficie con Arbustos y/o Árboles	Se puede ahorrar agua al máximo implementando un riego por goteo enterrado, con descarga de agua en la superficie a través de un microtubo.
Regar una superficie mixta con cubresuelos, Arbustos y/o Árboles	Se puede implementar un sistema de riego con una grilla de goteros a 50 cm de separación. Se puede implementar un sistema de goteo mixto, regando la superficie general con goteros en una grilla y agregando goteros para el mayor requerimiento de Arbustos y Árboles.

ETAPA: CONSTRUCCIÓN

- El trabajo de construcción del riego por goteo debe tratar de hacerse en conjunto con la plantación, especialmente para el caso de goteros enterrados, o bien, encargarlo al mismo personal, para evitar maltratos a las plantas y al goteo.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Evitar taponamiento de goteros	Se debe dar el agua con las líneas de goteo con sus terminales abiertos para evitar que los goteros se tapen con suciedad que haya quedado en la tubería durante la construcción.
	Obligatoriamente, cuando se hacen riegos por goteo, se debe considerar un sistema de filtrado.



RIEGO POR GOTEO EN SUPERFICIE

Fuente: Amanda VanDenBurgh

ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENCIÓN

- Un sistema de riego automático requiere de mantención y reparaciones permanentes para que siga operativo en el tiempo y mantenga su eficacia. Hay labores que realizar al inicio de la temporada de riego y durante ella. Se recomienda que un profesional experto en riego realice las revisiones del sistema, entregando un informe al finalizar.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Mantención de riego preparando la temporada	• Revisar instalación eléctrica que abastece al programador. • Revisar que el programador esté prendido y reemplazar las pilas o baterías de protección de memoria si es necesario. • Revisar exteriormente las válvulas solenoides, fijándose que no tengan filtraciones y que los cables estén bien conectados y aislados. De ser necesario, se tienen que abrir y limpiar las membranas para evitar que se queden pegadas abiertas. • Abrir y limpiar filtros. • Revisar y limpiar el sistema de fertilización, si existe. Vaciar estanques y purgar mangueras. • Revisar el funcionamiento de reguladores de presión, si existen; esto se hace midiendo la presión del regulador antes y después con un manómetro en funcionamiento y bajo presión estática. Las presiones no debieran ser menores a 10 mca ni superiores a 40 mca. • Revisar los circuitos de riego mientras estén funcionando, para verificar que no hayan roturas en tuberías o falten goteros o boquillas. Se reparan las roturas antes de revisar goteros o aspersores. Pinchaduras se pueden reparar con tapones para goteros y roturas de mangueras con coplas. • Revisar líneas de goteo viendo si hay alguno tapado. Si esto sucede se debe reemplazar o pinchar uno nuevo al costado. • Al tener todo revisado, se debe verificar que el funcionamiento y las presiones estén de acuerdo con el plan original de riego. • Conviene repetir el programa de mantención al final de la temporada para tener menos problemas al inicio de la siguiente.
Mantención de riego durante la temporada	• Revisar periódicamente, según el funcionamiento del riego y repetición de vandalismo o accidentes, para detectar roturas o emisores tapados y reparar de inmediato. Puede requerirse una revisión diaria, semanal o mensual según seguridad del sistema. • Revisar y cambiar mensualmente (como mínimo) la programación del programador de riego, según la estación del año y las condiciones particulares de la temporada.



SR2

Sistemas de riego por aspersión

DESCRIPCIÓN GENERAL

El riego por aspersión consiste en distintos tipos de emisores que pulverizan el agua hacia el aire para que caiga en forma de lluvia. Es el sistema más eficiente para regar césped.

La Figura 44 muestra las partes que componen este tipo de sistema: 1) Fuente de Agua; 2) Filtro; 3) Programador; 4) Electroválvula (Válvula solenoide comandada por el programador); 5) Tuberías de distribución; 6) Aspersor.

USO O FUNCIÓN

El uso principal de los sistemas de riego por aspersión es para césped (el más utilizado es pop up). Aprovechando sus ángulos de riego, se diseña el sistema para regar determinadas áreas y no regar otras, como pavimentos, muros o macizos arbustivos regados por goteo.

Las dos principales cualidades del sistema pop up son:

- La seguridad que ofrece al evitar daños al sistema y a los usuarios del espacio público, por golpes y tropezones que puedan ocurrir.
- Una apariencia limpia del césped, porque toda la tubería está oculta.



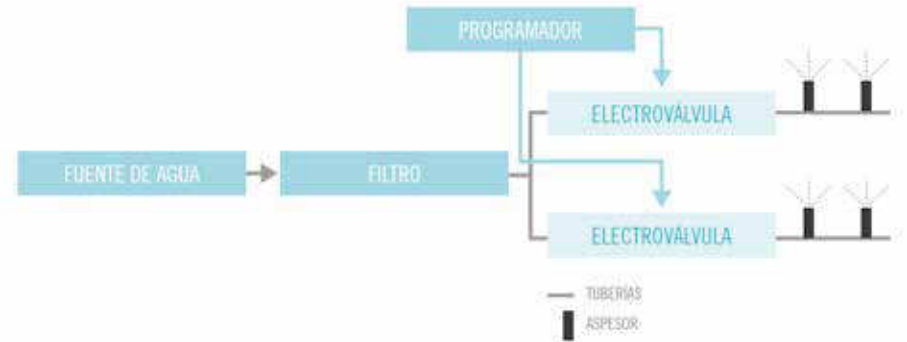
ASPERSORES, ESTAMBUL, TURQUÍA

Fuente: Valentine Svensson

El riego más tradicional por aspersión en los céspedes es por pop up, o emergentes, los que presentan una eficiencia del 80%. Los cuerpos pop up tienen distinta altura, ocupándose cada vez menos los más cortos de 2" (5 cm), ya que pierden visibilidad y se obstruyen cuando crece el césped. Existen varios tipos de sistemas con distinta capacidad de distancia de riego.

Otro sistema es el de rotores o turbinas, que riegan girando por medio de una hélice interna. Su eficiencia es del 80% y pueden regar entre 8 y 14 m en sus versiones para jardines y más de 30 m en versiones comerciales o deportivas. Este sistema no permite usarse con aguas con suciedad ya que tienen engranajes internos plásticos por los que pasa el líquido.

FIG.44. SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN



TIPO DE ELEMENTO / CLASIFICACIÓN

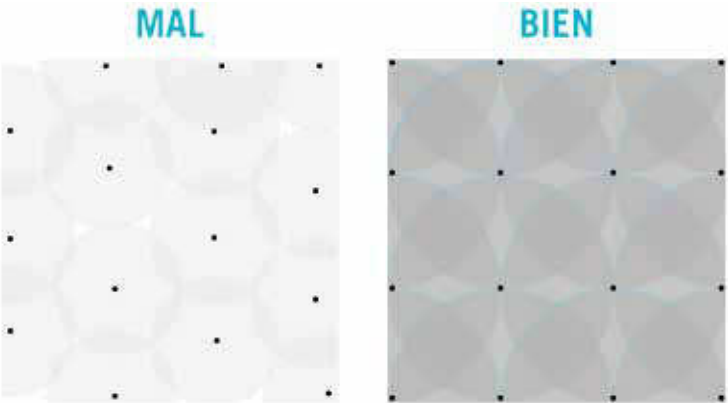
Los sistemas de riego por aspersión se pueden clasificar mediante su modo de funcionamiento en:

- 1. Sistemas de regadores por aspersión fijos son los que riegan una zona todo el tiempo sin moverse o rotar al regar.
- 2. Sistemas de aspersión móviles son los que van rotando cuando riegan, tirando el agua más lejos que los regadores fijos, pero necesitando el doble o triple del tiempo.

ETAPA: PLANIFICACIÓN Y DISEÑO

- Fundamental en el riego por aspersión es respetar los traslapes entre regadores los que deben tener idealmente traslapes de 100%. Nunca deben ponerse en el mismo circuito regadores fijos y giratorios.

FIG.45. TRASLAPE DE ASPERSORES



Fuente: Claudio de la Cerda

- Se debe cubrir toda la superficie a regar, al menos, con dos aspersores y siempre debe haber emisores en las esquinas. Una vez cubierta toda la superficie del diseño con el riego de los aspersores, se definen los circuitos según sectores de sol o de sombra y del caudal disponible para el riego, que no se debe sobrepasar. Cada regador o boquilla tendrá un caudal específico que se debe ir sumando y no sobrepasar nunca el caudal de diseño.
- Para que el riego resulte, se deben respetar los caudales máximos para cada diámetro de tubería (anexo 1) de acuerdo con los requerimientos hídricos, que varían según la macro zona climática; pero no son el diseño ni la construcción de riego los que cambian, sino solo las duraciones en los tiempos de riego o sus periodicidades, es decir, solo cambia la operación.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Regar una superficie de césped pequeña (hasta ± 10 m de ancho)	Utilizar aspersores pop up con boquilla fija (anexo 2). Para boquillas de menos de 360° los caudales bajan proporcionalmente. Por ejemplo para 180° se baja el caudal a la mitad y para 90° se baja a ¼.
Regar una superficie de césped mediana (± 10 a 20 m de ancho)	Utilizar aspersores pop up con boquillas fijas para los sectores más acotados y aspersores giratorios turbina en los más amplios. Utilizar aspersores MP Rotator o Walla Walla para toda la superficie, aprovechando los distintos alcances de sus modelos (4, 6, 9 y 10,5 m de alcance).
Regar una superficie de césped amplia (± 20 m de ancho o más)	Utilizar rotores o turbinas para toda la superficie. Utilizar MP Rotator para toda la superficie (anexo 3). Para boquillas de menos de 360° los caudales bajan proporcionalmente. Por ejemplo para 180° se baja el caudal a la mitad y para 90° se baja a ¼.

ETAPA: CONSTRUCCIÓN

- La construcción del sistema de riego debe hacerse cuando estén dadas las condiciones, es decir, a medida que se vaya avanzando con otras actividades como la plantación de la vegetación y la construcción de circuitos. Con ayuda del plano y una huincha de medir ubique la posición de los aspersores en el suelo y márquelos con estacas o banderillas. También conviene rayar la ubicación de las tuberías por medio de yeso, tiza o cal.
- Las zanjas conviene hacerlas en “V” con una profundidad suficiente para que los aspersores se puedan conectar dejando un vástago entre el terminal y la Tee o codo. Esto permitirá posibles reparaciones a futuro o bajar el nivel del aspersor, además que queda más enterrada la tubería, evitando posibles daños con herramientas de jardín. Para la cama de las tuberías y relleno de la zanja basta con material sin piedras, no es necesario el uso de arena.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Conexión a la red de agua	En el caso de conectar la matriz al medidor de agua potable convendrá hacerlo con una pieza lo más cerca posible de la llave de paso interior. El diámetro de la tubería y la válvula que se ubican después del medidor debe ser igual o superior a la que llega desde la calle, de lo contrario habrá que reemplazar un trecho con una nueva tubería y/o válvula. La conexión puede hacerse por medio de una Tee soldada o pegada, si la matriz existente es de cobre o PVC, o por medio de un collarín, para no cortar la matriz existente y unirse a cualquier material.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Instalación de válvulas	Conviene que el sistema tenga, a lo menos, una válvula de paso que independice el sistema de riego de la línea de agua potable, para evitar que por posibles daños en la matriz de riego se tenga que cortar el agua desde el medidor. Igualmente, si el sistema proyectado incluye una matriz larga de distribución con presión permanente, convendrá poner más válvulas de paso intermedio, o en los grupos de válvulas, para que no se paralice todo el sistema ante una falla.



ASPERSORES, PARQUE LINEAL, ALBACETE, ESPAÑA

Fuente: El Digital de Albacete

ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENCIÓN

• Se debe revisar el riego funcionando periódicamente y reparar de inmediato roturas y boquillas tapadas. En el inicio de la temporada de riego se debe hacer una evaluación completa del riego para prepararlo para el verano.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Mantención de riego preparando la temporada	• Revisar instalación eléctrica que abastece al programador. • Revisar que el programador esté prendido y reemplazar las pilas o baterías de protección de memoria si es necesario. • Revisar exteriormente las válvulas solenoides, fijándose que no tengan filtraciones y que los cables estén bien conectados y aislados. De ser necesario, se tienen que abrir y limpiar las membranas para evitar que se queden pegadas abiertas. • Abrir y limpiar filtros. • Revisar y limpiar el sistema de fertilización, si existe. • Revisar el funcionamiento de reguladores de presión, si existen; esto se hace midiendo la presión del regulador en funcionamiento, antes y después, y bajo presión estática. • Revisar circuitos de riego en funcionamiento para verificar que no hayan roturas en tuberías y falten goteros o boquillas. Se reparan las roturas antes de revisar goteros o aspersores. • Revisar aspersores funcionando y destapar boquillas tapadas. • Al tener todo revisado se debe verificar que el funcionamiento y las presiones estén de acuerdo con el plan original de riego. Conviene repetir el programa de mantención al final de la temporada para tener menos problemas al inicio de la siguiente.
Mantención de riego durante la temporada	• Revisar periódicamente el funcionamiento del riego para detectar roturas o emisores tapados y reparar de inmediato. • En el caso de sectores de césped, también es común tener que levantar o bajar pop up que van quedando enterrados o muy destapados. Para ello se cuenta con extensores recortables, pop up más largos o la opción de reemplazar los pop up por modelos más cortos; claro que esta es la manera fácil, la manera difícil es desenterrando y teniendo que cortar tuberías. • Revisar y cambiar, cuando se requiera, los ajustes del programador, según la estación del año y las condiciones particulares de la temporada.





SR3

Uso de agua lluvia para riego

DESCRIPCIÓN GENERAL

Se refiere a aprovechar el agua lluvia para el riego, la cual es de bajo costo y tiene menores niveles de cloro o flúor que el agua potable.

Para que sea rentable utilizar agua lluvia en el riego tiene que haber una provisión cercana a la temporada de uso, lo que no ocurre en las zonas norte ni central de Chile, en que llueve intensamente en períodos cortos lejos del verano; pero en la zona sur y austral sería muy fácil de aprovechar.

El agua lluvia para riego es agua poco contaminada (dependiendo de la calidad de aire de la ciudad), capturada, filtrada y almacenada, que cae en los techos u otra superficie dura no peatonal ni vehicular.

Al regar con aguas lluvias se favorece la disolución de nutrientes, ya que es agua blanda, casi destilada; esto en comparación con el agua que se usa para regar normalmente, que trae elementos (exceso de sales o elementos contaminantes) que pueden bloquear el crecimiento de las plantas.



TANQUES DE ACUMULACIÓN AGUAS LLUVIAS

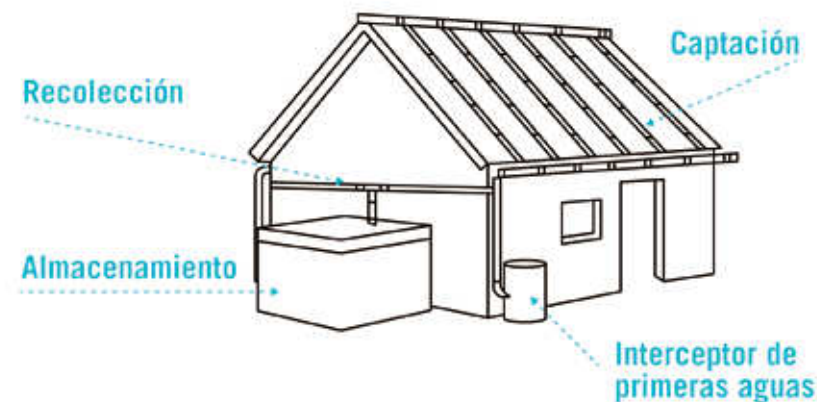
Fuente: Gemma Grace

FIG.46. TANQUE DE RECOLECCIÓN DE AGUA LLUVIA. (DER) MUCHA DISPONIBILIDAD EN TIEMPO LIMITADO



Fuente: Esquema de Holly Jolley

FIG.47. COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUMULACIÓN AGUAS LLUVIAS



Fuente: Esquema de Holly Jolley



USO O FUNCIÓN

Independiente del uso que se le dé al agua de lluvia recolectada, su función más importante, desde el punto de vista de la sustentabilidad, es reemplazar la utilización de agua potable. Se puede usar el agua de lluvia en pequeños y grandes jardines.

TIPO DE ELEMENTO / CLASIFICACIÓN

El uso de agua lluvia corresponde a una fuente de agua para riego que reemplaza el uso de fuentes de agua potable, comúnmente utilizadas en el espacio público. Para ello, un sistema de acumulación de aguas lluvias requiere de los siguientes componentes:

- 1. Superficie de captación
- 2. Canales de recolección, distribución y bajada
- 3. Interceptor de primeras aguas y filtro de hojas
- 4. Tanques de almacenamiento

ETAPA: PLANIFICACIÓN Y DISEÑO

- La “cosecha” de agua lluvia será financieramente práctica si el volumen y frecuencia de las lluvias y el tamaño de la superficie de recolección pueden generar suficiente agua para la finalidad prevista.
- El uso de agua lluvia será bien implementado si se hace en conjunto con otras medidas de eficiencia.
- Junto con la independencia que genera un sistema de cosecha de lluvia, viene asociada una responsabilidad sobre su operación y mantención.
- En cuanto a las macro zonas de Chile, en el Norte no es recomendable la construcción de un sistema de acumulación de aguas lluvia porque no se juntaría en todo el año el agua requerida para un mes de riego. En la Macro Zona Centro juntaría solo para dos o tres meses de riego, lo que requerirá de una fuente de agua complementaria para cubrir las necesidades de todo el año. En la Macro Zona Sur se puede suplir el agua de riego requerida en gran parte de la temporada de riego.



ACTIVIDAD

ESTRATEGIAS

Superficie de recolección: Normalmente son techos y los ideales son los que tienen superficies lisas y no porosas. Las superficies de madera (ej.: tejuelas), arcilla y concreto pueden generar una pérdida de 10% de agua por el flujo ineficiente y evaporación.

Canaletas y bajadas de agua: Funcionan las de variados materiales como latón, aluminio y PVC. La pendiente mínima debe ser de 0,5%, es decir, 50 cm cada 100 m. Cada 10 m² de techo conviene que haya 7 cm² de bajada de agua.

Filtros de hojas, desviadores de flujo y filtros de partículas: Las hojas son la suciedad más común que puede contaminar el agua de lluvia recolectada. Una manera de evitar que las hojas lleguen al estanque de almacenaje es cubriendo las canaletas con una malla metálica galvanizada o plástica tratada contra los rayos UV.



Cosechar o recolectar la lluvia

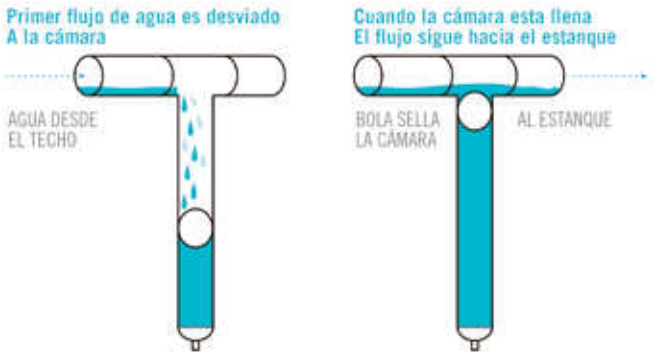
CANALETA CON MALLA METÁLICA GALVANIZADA - FILTRO EN BAJADA DE AGUA

Fuente: Claudio de la Cerda

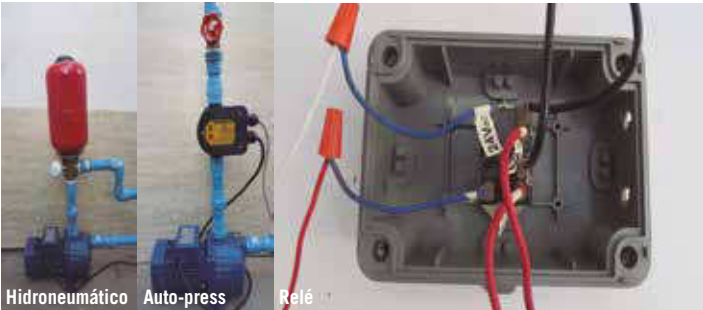
Filtro en bajada de agua

Otra manera de evitar las hojas en el agua es poner un filtro en la bajada de agua. Lo recomendado es contar con un sistema de desvío del primer flujo de una lluvia para evitar que tierra acumulada en el techo y lluvia ácida provocada por la contaminación lleguen al estanque.

FIG.48. SISTEMA DE DESVÍO



Fuente: Esquema de Claudio de la Cerda

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Almacenaje de la lluvia	El estanque de almacenaje puede ser el componente más caro de un sistema de aprovechamiento de aguas lluvia para el riego. Generalmente son de plástico, fibra de vidrio, concreto o metal. Puede ser instalado sobre el suelo o enterrado.
Sistema de bombeo	La bomba de agua no es el único componente del sistema de bombeo; varios elementos lo complementan. Se puede usar una bomba de superficie o una sumergible. Definir como se automatizará el sistema de bombeo: Puede hacerse por medio de un relé o contactor, con un sistema hidroneumático, o con un sistema autopress.  Hidroneumático Auto-press Relé AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO <i>Fuente: Claudio de la Cerdá</i>
Determinación de agua requerida	Se debe contar con una estimación de evapotranspiración de la localidad y los montos de precipitaciones para los meses del año, y así estimar el agua que se reunirá y las dimensiones del estanque requerido.
Determinación del tamaño del estanque	El tamaño del estanque estará determinado por la cantidad de agua que se puede juntar en la superficie de techo disponible y el requerimiento de la superficie a regar. Cada mm de agua caída equivale a 1 L/m². Por lo tanto, si un techo tiene 100 m² y caen en un día 10 mm de lluvia (que equivalen a 10 L/m²) se pueden juntar como máximo 1.000 litros. Si en el mes completo caen 100 mm de lluvia, se podrían juntar 10.000 litros de agua para regar.

ETAPA: CONSTRUCCIÓN

- Para recomendar la construcción de un sistema de acumulación de agua lluvia para regar se debe asegurar que el valor de la construcción del estanque lo haga factible, ya que si supera el costo de agua a recuperar, puede que no sea viable económicamente. El cálculo se realiza según los promedios históricos de precipitaciones. La superficie captadora de agua tiene que ser muy superior a la finalidad prevista.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Construir un sistema de acumulación acorde con las necesidades del proyecto	• Calcular el requerimiento hídrico del área de riego • Calcular la superficie de techo disponible • Calcular el tamaño del estanque • Diseñar el sistema de bombeo

ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENCIÓN

- La operación y mantención del sistema de acumulación de agua lluvia será fundamental para obtener el resultado proyectado.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Mantener sistema de acumulación de agua lluvia operativo	Mantener limpios filtros de canaletas y de bajadas de agua. Mantener operativo el sistema de bombeo. Operar el sistema de riego según los requerimientos hídricos de las superficies a regar.





SR4

Polímeros absorbentes

DESCRIPCIÓN GENERAL

Para poder ahorrar agua en riego se han desarrollado polímeros súper absorbentes que son, normalmente, de poliacrilamida y poliacrilato de sodio, los que pueden extender varios días la disponibilidad de agua presente en el suelo.

Los polímeros pueden absorber agua de riego hasta 500 veces su peso. Por ejemplo, 1 kg de polímeros en el suelo retendría unos 500 kg de agua. De esta manera contribuyen a evitar las pérdidas de agua del suelo por evaporación o filtración.

Los polímeros son inicialmente un polvo fino granulado blanco muy similar al azúcar que, al mojarse con agua, se convierte en una gelatina transparente. Estos permiten la captura y retención de agua sin que esta tenga cambios de pH o estructurales.

Las aplicaciones de los polímeros absorbentes son muy variadas. Son recomendados especialmente para suelos sueltos o arenosos, con baja retención de humedad.

Existen también formulaciones de polímeros para aplicar mediante riego que pueden ser usados incluso en suelos hidrofóbicos. Se pueden aplicar con sistemas de riego desde goteo hasta aspersión.



POLÍMEROS ABSORBENTES

Fuente: Steve Lau

USO O FUNCIÓN

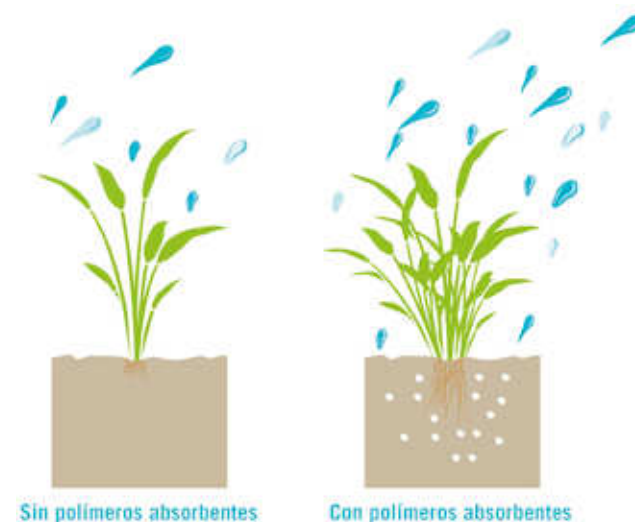
Mejoran la retención de agua de riego en:

- Plantación de Árboles y Arbustos
- Reforestación y restauración ambiental
- Macizos arbustivos, cubresuelos y césped
- Jardineras y maceteros
- Agricultura y forestal

VENTAJAS

- Plantas más vigorosas y producciones más elevadas
- Incremento de la tasa de supervivencia
- Incremento de la capacidad de retención de agua
- Ahorro de agua de riego hasta en un 50%

FIG.49. ESPECIE VEGETAL CON Y SIN POLÍMEROS ABSORBENTES



Fuente: CDT



- Mejor enraizamiento y desarrollo radical
- Aceleración del prendimiento
- Mayor resistencia a la sequía y a las enfermedades
- Mayor eficacia en el uso de los nutrientes
- Posibilidad de plantar en suelos degradados, salinos o pobres

DESVENTAJAS:

- Tienen una duración limitada, se descomponen en el suelo

TIPO DE ELEMENTO / CLASIFICACIÓN

Según su método de aplicación se pueden clasificar en:

- Polímeros en polvo que se aplican con una preparación de suelo o una aireación con sacabocado
- Polímeros para aplicación líquida por medio del riego

ETAPA: PLANIFICACIÓN Y DISEÑO

• Se debe tener claro que la sola aplicación de polímeros absorbentes no produce un ahorro de agua de riego. La ubicación del polímero en la zona de raíces será fundamental para obtener el resultado esperado. También se debe tener en cuenta que la duración es de alrededor de 5 años.

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Definir el uso de polímeros absorbentes	El tamaño de las partículas del suelo determina la retención de agua. Los suelos sueltos o arenosos pueden tener sus partículas muy grandes, al igual que sus poros, lo que hace que no se retenga el agua. Las partículas pequeñas retienen fuertemente el agua pudiendo no quedar disponible para la planta, pues la composición del suelo ideal es muy difícil de obtener. La aplicación entonces de polímeros absorbentes puede ser muy recomendable. Los polímeros absorbentes pueden ser usados en césped, Árboles, Arbustos y cubresuelos, ya sea en construcción de jardines como en viveros.
	El uso de polímeros absorbentes dependerá de las condiciones climáticas y del suelo del proyecto. Se recomienda la aplicación en suelos arenosos o volcánicos de alta permeabilidad.

ETAPA: CONSTRUCCIÓN

- Es importante que los polímeros absorbentes queden ubicados donde estarán las raíces, por lo que habrá que hacer labores para lograrlo, tanto en la preparación de suelo, como en jardines ya contruidos.

FIG.50. UBICACIÓN DE POLÍMEROS



Fuente: Esquema de Holly Jolley

ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS
Aplicación de polímeros absorbentes en forma de cristales	Incorporar el polímero en el suelo en el momento de la preparación de suelo.
	Realizar una aireación con máquina saca bocado de acción profunda y posteriormente aplicar el polímero, de tal manera que penetre las perforaciones.
Aplicación de polímeros absorbentes en riego	Existen productos comerciales que son polímeros (líquidos o sólidos) para diluir en líquido que se aplican con el riego, ya sea en el estanque de agua del sistema de bombeo o en sistemas de fertirrigación.
Uso de polímeros en plantación, trasplante, maceteros y jardineras	Se deben mezclar los polímeros con el sustrato de relleno y echar la mezcla en el hoyo de plantación, el macetero o bolsa y la jardinera.

ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENCIÓN

- Como los polímeros absorbentes tienen una duración acotada y se descomponen en el suelo, se debe decidir si se continúa con su aplicación.

GLOSARIO

Absorción: Capacidad de los materiales de no reflejar ni transmitir luz. La medida es el grado de absorción, el cual está definido como la relación entre el flujo luminoso absorbido y el flujo luminoso incidente.

Accesibilidad universal: Condición que deben cumplir los entornos, procesos, bienes, productos y servicios, así como los objetos o instrumentos, herramientas y dispositivos, para ser comprensibles, utilizables y practicables por todas las personas, en condiciones de seguridad y comodidad, de la forma más autónoma y natural posible¹⁰.

Acolchado: Ver mulch.

Aguas lluvias: Agua proveniente de la precipitación desde la atmósfera en forma líquida.

Alcorque: Taza de plantación del Árbolado.

Alelopática: La alelopatía es definida como la influencia directa de un compuesto químico liberado por una planta sobre el desarrollo y crecimiento de otra planta.

Almacenamiento: Depósito temporal de residuos que no suponga ninguna forma de eliminación o aprovechamiento de los mismos.

Almacenamiento de aguas lluvias: Acumulación temporal de aguas lluvias en estanques o embalses.

Alumbrado público (tránsito peatonal): Conjunto de instalaciones de alumbrado tales como lámparas, luminarias, transformadores de uso exclusivo y, en general, todos los equipos necesarios para proporcionar la visibilidad adecuada para la normal circulación de peatones durante la noche o en zonas oscuras¹¹.

Antejardín: Área entre la línea oficial y la línea de edificación, regulada en el instrumento de planificación territorial.

Árbolado viario: Conjunto de Árboles de las vías urbanas de un loteo. Árbolado de calles o Árboles de alineación.

Área urbana: Superficie del territorio ubicada al interior del límite urbano, destinada al desarrollo armónico de los centros poblados y sus actividades existentes y proyectadas por el instrumento de planificación territorial¹².

10 Ley 20.422 de 2010.
11 Decreto No 51 de 2016.
12 OGUC

Área verde: Superficie de terreno destinada preferentemente al esparcimiento o circulación peatonal, conformada, generalmente, por especies vegetales y otros elementos complementarios¹³.

Aspersor: Dispositivo de riego que descarga agua mediante una o más boquillas.

Bandejón: Superficie libre entre las calzadas; forma parte de la vía a la que pertenece¹⁴.

Bar: Unidad de medida de presión 1 bar = 1 atmósfera = 1 kg/cm² = 10 mca (metros columna de agua).

Berma: Faja lateral, pavimentada o no, adyacente a la calzada de un camino.

Boquilla: Orificio por el que pasa el agua desde el aspersor hacia el aire. La forma, tamaño y el lugar donde esté ubicada tiene efecto en la distancia, el patrón de riego y la eficiencia de distribución del agua.

Buenas prácticas: Conjunto de conductas, comportamientos, actitudes, cambios organizativos, operacionales y, en general, aquellos que no representan una novedad técnica o tecnológica que redunde en una aminoración del impacto ambiental de la actividad.

Candela (cd): Unidad de intensidad luminosa; magnitud fundamental de la luminotecnia. 1 cd está definido como la intensidad luminosa emitida por una fuente de luz monocromática con una potencia de radiación de 1/683 W con 555 nm.

Caudal: Cantidad de agua suministrada durante un tiempo determinado. Se mide en litros por minuto o metros cúbicos por hora.

Ciclo hidrológico: Representa la existencia y el movimiento del agua presentes en la Tierra. Se diferencian dos tipos, el ciclo hidrológico urbano y el ciclo hidrológico natural. Este último es un proceso en el cual parte del agua de precipitación es interceptada por la vegetación antes que toque el suelo, el resto de agua satura al terreno antes de producir escorrentía superficial y subsuperficial. Posteriormente, el agua se concentra en ríos, lagos y humedales o se infiltra, alimentando acuíferos naturales, que son fuentes para el abastecimiento de agua a las poblaciones.

Circuito: Conjunto de regadores conectados a la misma tubería y que funcionan de forma simultánea cuando la válvula conectada al circuito está abierta.

Clima: Descripción estadística del estado del tiempo, en términos de valores medios y de variabilidad en los parámetros climáticos (temperatura, humedad, radiación, vientos, precipitaciones) durante periodos de varios decenios.

13 Ibíd.
14 Ley 19.300



Cobertura: Área de terreno regada por un aspersor o conjunto de ellos.

Compostaje: Proceso de transformación biológica de la materia orgánica biodegradable presente en los residuos sólidos, en un compuesto estable (compost) con propiedades de mejoramiento de suelos (aporta nutrientes de manera dosificada, incrementa su aireación y permeabilidad, etc.).

Compuesto orgánico volátil (COV): Cualquier líquido y/o sólido que se evapora simultáneamente a la temperatura y presión atmosférica prevaleciente del ambiente, con la cual entra en contacto¹⁵.

Conductividad térmica: Capacidad de un material para conducir calor (W/m*K). Cantidad de calor que, bajo condiciones estacionarias, pasa en la unidad de tiempo a través de la unidad de área de una muestra de material homogéneo de extensión infinita, de caras plano paralelas y de espesor unitario, cuando se establece una diferencia de temperatura unitaria entre sus caras. Se determina experimentalmente según norma NCh 850:2008¹⁶.

Confort en espacios abiertos: El estado de satisfacción (mental y físico) de las sensaciones en los usuarios cuando ejercen actividades al aire libre (espacio público); por ejemplo, en espacios de circulación (pavimentos peatonales y caminos), espacios de permanencia (plazas, parques infantiles, máquinas de ejercicios), que no se verán afectadas por ningún tipo de incomodidad del ambiente en los usuarios.

Confort térmico: Aquella condición mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico. El término ‘confort termal’ describe un estado psicológico de una persona y, generalmente, se refiere a si alguien siente que está demasiado caluroso o demasiado frío. El confort térmico es, entonces, difícil de definir porque debe tomar en cuenta una gama de factores medioambientales y personales para establecer qué es lo que hace que las personas se sientan cómodas. El propósito de este tema es promover consideraciones apropiadas y sólidas sobre los aspectos del confort térmico y la especificación de adecuados controles para los ocupantes, para asegurar la máxima flexibilidad del espacio y confort térmico para la mayoría de los ocupantes de la edificación¹⁷.

Confort visual: El confort visual designa la calidad de una iluminación, por ejemplo, en cuanto a iluminancia, ausencia de deslumbramiento y reproducción cromática.

Cono de luz: Término que designa un cono de luz procedente de un reflector, normalmente de rotación simétrica. El sistema óptico de la luminaria determina si el gradiente del contorno del cono de luz es duro o suave. En proyectores, el cono de luz puede orientarse flexiblemente mediante el giro y la inclinación.

Cono de sombra: Espacio ocupado por la sombra que proyecta un cuerpo.

15 EN ISO 11890
16 NCh 2251: 1994
17 ISO 7730

Contaminación lumínica: Término que designa la emisión de luz que, debido a la iluminancia, la dirección de la luz o el espectro de luz, causa inconvenientes en un contexto determinado. En espacios exteriores, la contaminación lumínica conduce a un aclaramiento del cielo nocturno. Entre sus consecuencias se cuentan el derroche energético y las repercusiones negativas sobre la flora y la fauna. En la luminotecnia, la prevención de la contaminación lumínica se denomina también dark sky.

Contraste: Diferencia en la luminancia o en el color entre dos objetos o entre un objeto y su entorno. A medida que disminuye el contraste, aumenta la dificultad de una tarea visual.

Copa: Conjunto de ramas y hojas que conforman la parte superior del Árbol.

CRI: Es el índice de reproducción cromática y CRI es la sigla en inglés de Colour Rendering Index. Es la valorización de las propiedades de una lámpara, respecto de los efectos de la reproducción de los colores. Este índice se determina comparando el aspecto cromático que presentan los objetos iluminados por una lámpara determinada, con el que se presentan iluminados por una “luz de referencia” de lámparas o de la luz del día, las que contienen todas las radiaciones del espectro visible y se los considera óptimos, en cuanto a la reproducción cromática, asignándoles un CRI= 100¹⁸.

Cubierta vegetal: Conjunto de masa vegetal que cubre una superficie.

Curva fotométrica: O curva de distribución de intensidad luminosa, CDL, resulta como sección a través del cuerpo de distribución de intensidad luminosa, que representa las intensidades luminosas de una fuente de luz para todos los ángulos sólidos. En las fuentes de luz de rotación simétrica, la distribución de intensidad luminosa puede caracterizarse mediante una sola curva, en las fuentes de luz simétricas al eje son necesarias dos o más curvas. La curva de distribución de intensidad luminosa se indica generalmente en forma de un diagrama de coordenadas polares. En los proyectores la representación tiene lugar en coordenadas cartesianas.

Dark sky: Término utilizado en luminotecnia para designar una iluminación que evita la contaminación lumínica en exteriores, a fin de impedir que se aclare el cielo nocturno.

Desarrollo sustentable: Proceso de mejoramiento sostenido y equitativo de la calidad de vida de las personas, fundado en medidas apropiadas de conservación y protección del medioambiente, de manera de no comprometer las expectativas de las generaciones futuras¹⁹.

Desertificación: Pérdida de la productividad de los suelos por acción humana, que conduce a condiciones desérticas en zonas cuyo clima no lo sugeriría. La erosión es el principal enemigo de los suelos. Esta, a su vez, viene condicionada por la deforestación y la intensidad de los procesos erosivos (precipitaciones y viento).

18 Decreto No 51 de 2016.
19 Ley 19.300



Desganche: Desprendimiento de ramas de un Árbol que representa riegos para usuarios del espacio público.

Deslumbramiento: Condición en la que el observador experimenta incomodidad o menor rendimiento en la realización de tareas visuales. Esta condición surge principalmente por una fuente de deslumbramiento (fuente de luz relativamente brillante, directa o reflejada) dentro del campo visual²⁰.

Difusor (en iluminación): Elemento óptico para la dispersión de haces de luz, a fin de lograr un cono de luz cálido. En la luminaria el difusor sirve para reducir la luminancia de la lámpara y, de este modo, poder mitigar el deslumbramiento.

Difusor (en riego): Tipo de regador que emerge desde debajo del suelo con un alcance de 1,5 a 4,5 metros. También llamado pop up o regador emergente.

Dimmer: Dispositivo para la regulación sin escalonamiento del flujo luminoso de una fuente de luz, mediante un control de fase ascendente que trabaja con bajas pérdidas. Su uso es posible en lámparas incandescentes, lámparas halógenas de bajo voltaje, lámparas fluorescentes y luminarias LED. La regulación de lámparas de descarga de alta presión es técnicamente posible, pero no está muy difundida.

Dirección de la luz: La dirección de la luz mediante reflectores o lentes se emplea para desarrollar luminarias con propiedades ópticas definidas como instrumentos de la luminotecnia. Para el confort visual la dirección de la luz tiene un significado determinante. Con ayuda de la dirección de la luz se puede reducir el efecto de deslumbramiento de las luminarias a una medida admisible.

Diseño universal: Actividad por la que se conciben o proyectan, desde el origen, entornos, procesos, bienes, productos, servicios, objetos, instrumentos, dispositivos o herramientas, de forma que puedan ser utilizados por todas las personas, o en su mayor extensión posible²¹.

Dormancia: Estado de reposo en el crecimiento de una planta, siendo una estrategia que desarrollan cuando las condiciones climáticas no son las adecuadas para su crecimiento.

Drenaje: Término general que se aplica a la remoción de agua superficial o subsuperficial de un área dada, mediante bombeo o en forma gravitacional. El término se aplica, en forma general, al flujo de todos los líquidos producto de la gravedad.

Durabilidad: Condición de los materiales que les permite mantener sus características y prestaciones en el tiempo.

20 Minvu, 2016a
21 Ley 20.422 de 2010.

Ecoeficiencia: Relación entre el valor del producto o servicio producido por una empresa y la suma de los impactos ambientales a lo largo de su ciclo de vida.

Edafoclimático: Perteneciente o relativo al suelo y al clima.

Eficacia luminosa: La eficacia luminosa se define como la relación entre el flujo luminoso generado y la potencia eléctrica consumida de una lámpara. Unidad: lumen/vatio (lm/W).

Eficiencia energética: Conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. Por eso, ser eficientes con el uso de la energía significa hacer más con menos²².

Elemento urbano sustentable: Todos aquellos objetos que se encuentran dentro del espacio público (incluyendo mobiliario, equipamientos y otros), que contribuyen a las dimensiones de sustentabilidad en el espacio público, potenciando su uso por parte de los ciudadanos.

Emisión lumínica: Es la emisión de flujo luminoso²³.

Energía no renovable: Es la que es extraída de recursos naturales limitados, que no se pueden sustituir. En ella se encuentra la proveniente de combustibles fósiles (carbón, gas natural, petróleo).

Energía renovable: También llamada en energía no convencional. En su proceso de transformación y aprovechamiento (...) no se consume ni se agota en una escala humana. Entre estas fuentes de energías están: la hidráulica, la solar, la eólica y la de los océanos. Además, dependiendo de su forma de explotación, también pueden ser catalogadas como convencionales y no convencionales, según sea el grado de desarrollo de las tecnologías para su aprovechamiento y la penetración en los mercados energéticos que presenten²⁴.

Erosión: Proceso natural basado en el arranque, transporte y sedimentación en otros puntos de partículas de los suelos y las rocas.

Esclerófilo: Planta que tiene las hojas pequeñas, duras y coriáceas como adaptación a climas secos.

Escurrimiento: Corriente de agua de lluvia escurrida (precipitación menos la evapotranspiración), que puede ser superficial o subsuperficial. La distribución de la escurrimiento, dependerá de la infiltración y capacidad de almacenamiento del suelo.

22 Agencia Chilena de Eficiencia Energética
23 Decreto No 43 de 2014.
24 Ministerio de Energía



Escorrentía superficial: Precipitación que no se infiltra en ningún momento y llega a la red de drenaje moviéndose sobre la superficie del terreno, por la acción de la gravedad. Corresponde a la precipitación que no queda tampoco detenida en las depresiones del suelo y que escapa a los fenómenos de evapotranspiración.

Espacio público: Todo aquel espacio destinado a la satisfacción de necesidades urbanas, tales como el desarrollo de actividades sociales, culturales, educacionales, de contemplación y/o recreación y circulación, caracterizado por ser de uso colectivo y de libre acceso por parte de la ciudadanía.

Espacio público sustentable: Espacio público que considera durante sus diferentes etapas (selección y diagnóstico, planificación, diseño, construcción, mantención y operación, y evaluación y monitoreo) la utilización de prácticas y/o procesos que se hagan cargo en el presente de los futuros impactos que tendrá como intervención, en las diferentes dimensiones de sustentabilidad: ambiental, social y económica.

Especie exótica: Aquellas especies foráneas que han sido introducidas fuera de su distribución natural, es decir, corresponden a las especies cuyo origen natural ha tenido lugar en otra parte del mundo y que por razones principalmente antrópicas han sido transportadas a otro sitio (voluntaria o involuntariamente). De igual modo, una especie exótica es aquella que, aunque sea nativa del mismo país, ha sido introducida en una zona del país donde no tiene distribución natural²⁵.

Especie exótica invasora: Aquellas especies que con su introducción y/o difusión amenaza la diversidad biológica originaria del lugar donde fue liberada, tal cual lo definió el Convenio Sobre la Diversidad Biológica (CDB). Las especies exóticas invasoras son una de las tres causas más importantes de extinción de especies en la naturaleza, junto con la alteración de hábitat y la sobreexplotación²⁶.

Especie nativa o autóctona: Aquellas originarias del lugar en donde habitan²⁷.

Filtro: Dispositivo que evita el paso de impurezas para proteger dispositivos de riego.

Floración: Tiempo que duran abiertas las flores de las plantas de una misma especie.

Flujo hemisferio superior: Flujo radiante emitido sobre un plano horizontal que pasa por la fuente²⁸.

Flujo luminoso: Potencia emitida por una lámpara en forma de radiación visible y evaluada según su capacidad de producir sensación luminosa. Su unidad es el lumen (lm)²⁹.

Flujo radiante: Potencia emitida, transportada o recibida en forma de radiación³⁰.

Fotosensor: Sensor integrado en la luminaria que mide de manera continua los niveles de iluminancia (lux) que hay por debajo de ella. El sensor regula la emisión del flujo luminoso de la lámpara en función de los niveles de iluminancia totales que detecta: A mayores niveles de iluminación natural, menor flujo luminoso emite la luminaria y, por tanto, menos potencia eléctrica consume³¹.

Fructificación: Período en el que la planta presenta frutos maduros.

Geotextil: Es un material textil permeable fabricado con base en fibras sintéticas no biodegradables usado como parte integral de los suelos y cimentaciones en aplicaciones como: control de la erosión, refuerzo de suelos, drenaje, filtración y separación de capas de materiales.

Golpe de ariete: Onda de choque provocada por la parada repentina del caudal de agua en una tubería. Puede ser provocado por el cierre repentino de una válvula o por la excesiva velocidad de circulación de agua dentro de una tubería.

Gpm: Acrónimo de galones por minuto.

Hábito de crecimiento: Es la forma natural que adquiere la especie vegetal al crecer.

Herbáceas: Se aplica al estrato de vegetación cercano al suelo.

Higrómetro: Instrumento de medición de la humedad del aire.

Hoyadura: Acción y efecto de ahoyar. Hoyo o concavidad abierta en la tierra.

Humedad del suelo: Cantidad de agua contenida en un volumen de suelo. Se mide como % del peso o como % del volumen de suelo.

Humedad relativa: Razón entre la fracción molar del vapor de agua contenida en el aire húmedo y la fracción molar del vapor de agua en el aire saturado, a la misma temperatura y presión. Se expresa en porcentaje³².

Identidad del lugar (o local): Sentimiento de distintividad que supone la ocupación de un territorio y la interacción del individuo con este. Es también una manifestación de identidad (distintividad) personal o grupal; de esta forma, la persona se puede identificar consigo mismo o con los demás³³.

25 Ministerio del Medio Ambiente

26 Ibíd

27 Ibíd

28 Decreto No 43 de 2014

29 Decreto No 51 de 2016

30 Decreto No 43 de 2014

31 Minvu, 2016a

32 NCh 1079: 2008

33 Universidad de Chile, Universidad Técnica Federico Santa María y Fundación Chile, 2004



Iluminancia: Cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie, por unidad de área. Su unidad de medida es lux (lx)³⁴.

Impregnado: Penetrar un líquido completamente en una cosa. El uso de madera impregnada con sales preservantes, aumenta la resistencia y durabilidad de las construcciones o de las diversas aplicaciones en las que se recomienda su utilización. Debido a que la madera es un material susceptible de ser atacado por agentes biológicos, tales como hongos o insectos, el proceso de impregnación impide su degradación y mantiene las propiedades de la madera por un mayor tiempo.

Índice de Protección IP: Sistema de clasificación alfanumérica de los diferentes grados de protección aportados al equipamiento eléctrico y electrónico, por los contenedores que resguardan los componentes del equipo³⁵.

Inercia térmica: Capacidad de almacenamiento y liberación de energía al interior de un material o elemento constructivo (ej., cubierta, muro, etc.). La transferencia de calor puede ocurrir por medio de conducción, convección o radiación. Esta cualidad permite atenuar las diferencias de temperatura entre el exterior e interior, como también las temperaturas del día y la noche, dependiendo del material.

Infiltración: La entrada de agua a través de los intersticios o poros de un suelo o medio poroso. La cantidad de agua que se filtra subterráneamente al alcantarillado, sean estas aguas lluvias, servidas o combinadas, debido a las juntas defectuosas. La entrada de agua desde el suelo a los alcantarillados a través de roturas, juntas defectuosas o paredes porosas. La absorción de agua líquida por el suelo, directamente de la precipitación o por un caudal que escurre sobre la superficie.

Intensidad luminosa: Es el flujo luminoso por unidad de ángulo sólido. Esta magnitud tiene característica direccional, su símbolo representativo es “I” y su unidad es la candela (cd)³⁶.

Isla de calor urbana: Fenómeno de elevación de la temperatura en zonas urbanas densamente construidas, causado por una combinación de factores tales como la edificación, la falta de espacios verdes, los gases contaminantes o la generación de calor³⁷.

Lámpara: Fuente de emisión de radiación visible. Son consideradas fuentes de emisión las lámparas incandescentes, de descarga y LED, entre otras³⁸.

Lateral: Tubería desde la que se conectan los emisores de riego.

34 Minvu, 2016a
35 Ibíd
36 Ibíd
37 Instituto de la Construcción et al., 2012
38 Decreto No 51 de 2016.

LED (Light Emitting Diode): Proyector electroluminiscente que emite luz mediante la recombinación de los pares de portadores de carga en un semiconductor. Los ledes emiten una gama espectral de banda estrecha. La luz blanca se obtiene mediante mezcla RGB o conversión de luminiscencia.

Lluvia: Precipitación en forma de agua líquida, con gotas de 0,5 mm de diámetro, como máximo, ampliamente dispersas.

Lluvia ácida: Nombre dado a la acidificación de las lluvias como consecuencia del arrastre de contaminantes (ácido sulfúrico y nítrico) producidos por la transformación en la atmósfera de óxidos de azufre y nitrógeno emitidos por centrales térmicas, complejos petroquímicos, vehículos a motor, entre otros.

Lodos: Cuando se refieren a aguas residuales, son el resultado de la depuración de estas, constituidos por una mezcla pastosa de agua y partículas sólidas orgánicas e inorgánicas, junto con microorganismos, si el tratamiento de depuración es biológico.

Longevidad: Edad de un ser vivo. Larga duración de la vida. Perdurabilidad.

Lumen (lm): Unidad de medida del flujo luminoso emitido por una fuente de luz. El flujo luminoso contempla la sensibilidad de percepción del ojo humano a las diferentes longitudes de onda de la luz, o espectro visible (380-780 nm), discriminando la radiación electromagnética que no es visible por el ojo humano³⁹.

Luminaria: Aparato de iluminación que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o más lámparas y que incluye todas las partes necesarias para el soporte, fijación y protección de ellas y, donde sea necesario, los equipos auxiliares con los medios para conectarlos a la fuente de alimentación eléctrica⁴⁰.

Luminancia: Es la razón existente entre la intensidad lumínica en dirección a un observador y la proyección en esa misma dirección del área emisora⁴¹.

Lux (lx): Unidad de medida de Iluminancia en el Sistema Internacional (SI). Un Lux es igual a un Lumen por metro cuadrado (1 lx = 1 lm/m²)⁴².

Luxómetro: Instrumento de medición que permite determinar los niveles de iluminancia (lux) en un recinto. Se constituye por una célula fotoeléctrica que capta la luz y la convierte en impulsos eléctricos, los cuales son representados en un lector de escalas lux⁴³.

Manómetro: Instrumento de medición de presión.

39 Minvu, 2016a
40 Decreto No 51 de 2016
41 Decreto No 43 de 2014
42 Decreto No 51 de 2016
43 Minvu, 2016a



Materia prima: Corresponde a la materia extraída de la naturaleza y que se transforma para elaborar materiales que, más tarde, se convertirán en productos de consumo.

Material certificado: Son aquellos que cuentan con acreditaciones que dan cuenta de buenas prácticas de explotación, producción y tratamientos sustentables.

Material reciclado: Están compuestos por materiales de desecho, con el objeto de convertir y reconvertirlos en nuevos productos.

Material regional: Corresponde a los materiales extraídos en la región en que se pretende implementar un proyecto y varían de acuerdo al contexto y la localidad.

Material reutilizado: La reutilización implica, utilizar nuevamente un material después que este ya ha sido usado, pudiendo ser tanto en su función original o en un propósito distinto para el cual fue fabricado. La reutilización no requiere agua o energía para su transformación⁴⁴.

M.c.a.: Acrónimo de metro de columna de agua, unidad de medida de presión que expresa cuántos metros de altura tendría una tubería llena de agua con la presión que marque el medidor. 1 m.c.a. = 0.1 bar = 1.42 psi (libras).

Medioambiente: Sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química o biológica, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural y que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones⁴⁵.

Metales pesados: Familia de elementos metálicos de elevada densidad (mercurio, cadmio, plomo, cromo) caracterizados por su capacidad de interferir en los procesos biológicos; de ahí su denominación de sustancias tóxicas.

Microclima: Clima local de características distintas a las de la zona en que se encuentra⁴⁶. Es la interacción de factores (vegetación, cuerpos de agua, materialidad del entorno construido) y procesos atmosféricos (temperatura, humedad, radiación solar, vientos) en un entorno con modificaciones de sus características a la zona donde está ubicada.

Mulch: Son cubiertas de suelo utilizadas para reducir la evaporación del agua y el mantenimiento. Pueden ser de materiales orgánicos (virutas o chips de maderas, cortezas, serrín, hojas secas) o inorgánicos (arena, piedra, triturado de conchitas). También llamado acolchado.

Napa freática: Superficie del agua subterránea en contacto con el aire y a presión atmosférica.

44 Minvu, 2016a

45 Ley 19.300

46 RAE, 2016

Niebla fotoquímica o smog fotoquímico: Mezcla de gases, humedad y partículas formada en los ambientes urbanos a consecuencia de las emisiones de los vehículos y de las industrias y que dispone de un elevado potencial oxidante.

NPK: El índice NPK es el acrónimo de la relación entre los elementos químicos Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K) que son comúnmente utilizados en los fertilizantes. El Nitrógeno, Fósforo y Potasio son sales solubles en agua y son los tres elementos considerados como los macro nutrientes que deben estar presentes en suelos destinados a cultivos.

Parque: Espacio libre de uso público arborizado, eventualmente dotado de instalaciones para el esparcimiento, recreación, prácticas deportivas, cultura, u otros⁴⁷.

Participación ciudadana: En la legislación chilena es el involucramiento activo de los ciudadanos y las ciudadanas en aquellos procesos de toma de decisiones públicas que tienen repercusión en sus vidas.

Perenne hoja: Un Árbol o Arbusto de hojas vivas (que no se caen) a lo largo de todo el año.

Perenne planta: Aquella que vive durante más de dos años o, en general, florece y produce semillas más de una vez en su vida.

Persona con discapacidad: Toda aquella persona que vea obstaculizada su movilidad o autonomía, su capacidad educativa, laboral o de integración social, como consecuencia de una o más deficiencias o limitaciones físicas, síquicas o sensoriales, congénitas o adquiridas, de carácter permanente o transitorio con independencia de la causa que las hubiera originado⁴⁸.

Plaguicidas: Productos químicos de síntesis, utilizados en agricultura para combatir la presencia de organismos que se alimentan de los cultivos.

Pluviometría: Relativo a la medida de la lluvia.

Pluviómetro: Instrumento o sensor de medición de precipitación de agua.

Pop up: Tipo de regador que emerge desde debajo del suelo. También llamado regador emergente.

Porosidad: Un índice de las características de los vacíos de un suelo, relacionado con la percolación. La razón, generalmente expresada como porcentaje, entre el volumen de los vacíos de una cantidad dada de material y el volumen total de material, incluyendo los vacíos.

47 OGUC

48 Ibíd



Potencia: La potencia máxima de la instalación de iluminación en su conjunto, independientemente del consumo energético real.

Precipitación media anual: Promedio anual de lluvias, llovizna, nieve y/o granizo caídos sobre un territorio durante un periodo consecutivo de años.

Presión: Fuerza que ejerce el agua al salir de las tuberías, habitualmente se mide en bar o m.c.a.

Presión dinámica: Presión de un sistema de riego en funcionamiento.

Presión estática: Presión de agua de una tubería en sistema de riego cerrado, sin ningún movimiento de agua.

Programador: Reloj de riego o temporizador que es el cerebro del sistema de riego. Este abre y cierra las válvulas de riego de acuerdo con una programación determinada. Mediante el programador se logra un uso eficiente del agua.

Psi: Medida de presión inglesa que expresa libras por pulgada cuadrada (pounds per square inch) 1.42 psi = 1 m.c.a.

Radiación solar: Amplio espectro de radiación electromagnética emitida por el sol. Se refiere a la que llega a la tierra después de filtrarse por la atmósfera. Contiene radiación ultravioleta, visible y calórica de onda corta⁴⁹.

Recambio masivo: Reemplazo de luminarias, o componentes de estas, en un alumbrado público existente, que implique un cambio de las condiciones eléctricas y/o lumínicas originales o iniciales del alumbrado⁵⁰.

Reflectancia solar: Es la medida de la capacidad que tiene el material de una superficie, de reflejar la luz solar, incluyendo las longitudes de onda visible, infrarroja y ultravioleta. La reflectancia solar también se denomina “albedo”. Un valor de 0,0 indica que la superficie absorbe toda la radiación solar y un valor de 1,0 representa reflectividad total⁵¹.

Reflexión: Capacidad de las superficies de reflejar la luz. La medida de la reflexión es la reflectancia y se define como la relación entre el flujo luminoso reflejado y el flujo luminoso incidente. La reflexión puede ser dirigida o difusa.

Regulador de presión: Dispositivo que reduce la presión del agua que se suministra al riego a un valor fijo menor, que evita presiones excesivas en los emisores.

Relé o relay: Interruptor eléctrico que permite hacer funcionar bombas de 220 o 360 Volt por medio de una entrada de bajo voltaje proveniente de un programador de riego.

Rendimiento de la luminaria: Relación entre el flujo luminoso emitido por una luminaria y el flujo luminoso de las lámparas empleadas. Se indica como LOR (Light Output Ratio).

Residuos: Los residuos se definen como todas aquellas sustancias o materiales generados durante el proceso de construcción, que pasan a constituirse en un elemento no útil para su dueño y sobre los cuales se tiene la intención o la obligación de desprenderse. El residuo puede presentarse en diversas formas: sólido, semisólido, líquido o gas contenido en un recipiente⁵². Los tipos de residuos que podemos encontrar en la construcción son: residuos domiciliarios, residuos sólidos (pueden ser reciclables, asimilables a domiciliarios y escombros) y los residuos peligrosos (Respel).

Siega: Cortar hierba o céspedes con guadaña o máquina.

Soleamiento: Lapso durante el cual los rayos solares inciden en un determinado punto geográfico. Se expresa en horas de sol/día⁵³.

Solenoide: Es un electroimán accionado por la corriente del programador de riego que mueve un émbolo metálico abriendo la electroválvula.

Suelo: Se denomina suelo a la parte superficial de la corteza terrestre, biológicamente activa, que proviene de la desintegración o alteración física y química de las rocas y de los residuos de las actividades de seres vivos que se asientan sobre ella⁵⁴.

Sustentabilidad: La relación entre hombre y naturaleza que busca proteger los recursos naturales actuales, sin afectar la satisfacción ni necesidades de las futuras generaciones.

Talud: Inclinação de un terreno o de un muro.

Taza (para Árbol): Cuenca en la tierra en torno a la base del Árbol que genera un espacio no caminable alrededor del Árbolado urbano, para dar mayor protección e infiltración de agua a sus raíces.

Temperatura: Temperatura del aire expresada en °C, que indica el termómetro del bulbo seco, en cualquier instante del día⁵⁵.

Temperatura de color: Se refiere al tono de una fuente de luz (cálido, neutro o frío). La temperatura de color compara el tono dentro del espectro luminoso con el de la luz que emitiría un cuerpo negro calentado a una determinada temperatura. Se expresa en unidades de medida de temperatura absoluta, o Kelvin (K)⁵⁶.

49 Bustamante et al., 2009
50 Decreto No 51 de 2016
51 Minvu, 2016a

52 CCHC, 2010
53 Bustamante et al., 2009
54 Minvu, 2016a
55 NCh 1079 Of.2008
56 Minvu, 2016a



Thatch: Capa de céspedes y prados que comprende entre la parte aérea del pasto (hojas) y el suelo. Esta capa contiene material vivo y en descomposición, incluye tallos, brotes y raíces.

Topografía: Conjunto de características que presenta la superficie o el relieve de un terreno.

Transferencia térmica: Flujo de calor que pasa por unidad de superficie del elemento y por grado de diferencia de temperaturas entre los ambientes separados por dicho elemento. Se expresa en W/m^2K^{57} .

Traslape: Es el riego que se superpone de un aspersor con el siguiente. Debiera ser de un 100% para que la eficiencia del riego sea máxima.

Tutores: Palo, caña, etc., que sirve para guiar el desarrollo de una planta en crecimiento.

Vida útil: Es la duración estimada que un objeto puede tener, cumpliendo correctamente con la función.

Viento: Movimiento del aire debido a diferencias de presión en la atmósfera. Los parámetros de viento son velocidad, dirección y frecuencia.

Walla Walla: Localidad de Estados Unidos donde se fabrican los aspersores multichorro rotatorio MP Rotator.

Zona: También llamada estación de riego, es una sección del riego o del jardín regada por una sola válvula. Idealmente debe tener el mismo requerimiento de riego en toda el área regada.

Zona climática: Extensión de territorio con las mismas características en el clima (temperatura, humedad, precipitaciones, etc.).

Zona con estrés hídrico: Son las regiones que presentan una mayor demanda de agua que la disponible en la oferta (menor a un 80%). Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Coquimbo, Valparaíso y Región Metropolitana⁵⁸.

57 Ibíd.
58 Minvu, 2016a

BIBLIOGRAFÍA

ACHIPPA (2012). Guía de arborización urbana. Especies para la Región Metropolitana, Santiago de Chile.

Advanced energy (2016). Solar and Wind Hybrid Systems. Recuperado el 25 de abril de 2016 de www.advanced-energy-products.com

Alvarado, A., Baldini, A. y Guajardo, F. (2012). Árboles Urbanos de Chile. Guía de Reconocimiento. Programa de Arborización: Un chileno, un Árbol. Santiago de Chile.

Alvarado, A., Guajardo, F. y Devia, S. (2014). Manual de Plantación de Árboles en Áreas Urbanas. Santiago: Corporación Nacional Forestal.

Ballester-Olmos, J. (1991). Las plantas y la contaminación atmosférica. Recurso Electrónico, disponible en: www.magrama.gob.es/es/ministerio/funciones-estructura/organizacion-organismos/ministerio-exterior/noticias_del_exterior/art_lista.asp?autor=Ballester-Olmos+y+Angu%EDs%2C+Jos%E9+Francisco&tipo=autor

Beytía, A., Hernández, C., Musalem, M., Prieto, F. y Saldías, M.G. (2012). Guía de Arborización Urbana. Especies para la Región Metropolitana Santiago de Chile.

Bianchini, F. y Pantano, C. (1975). Guía de plantas y flores. Barcelona: Ediciones Grijalbo.

Borja, J. y Muxi, Z. (2003). "El espacio público: ciudad y ciudadanía". Electa, Barcelona, España.

Bustamante, W., Rozas, Y., Cepeda, R., Encinas, F. y Martínez, P. (2009). Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional (Minvu) y Programa País de Eficiencia Energética (CNE). Santiago de Chile, abril.

Bustamante, C., Jans, M., Higuera, E. (2014). El comportamiento del viento en la morfología urbana y su incidencia en el uso estacional del espacio público, Punta Arenas, Chile. En Revista AUS (Valdivia), 2014, no.15, p.28-33. ISSN 0718-7262.

Cámara Chilena de la Construcción (CChC) (2010). Guía de Buenas Prácticas Ambientales en la Construcción. Santiago.

Chanes, R. (2000). Deodendron. Árboles y Arbustos de jardín en clima templado. Santiago: Editorial Leopold Blume.

Comisión para el Mejoramiento de la Calidad Térmica de las Edificaciones y el Espacio Urbano (1999). Recomendaciones para mejorar la calidad térmica de las edificaciones. C.A. ENELVEN, Maracaibo, Venezuela.



Cook, D., & Haerbeke, D. (1971). Trees and shrubs for noise abatement. Boletín de investigación, University of Nebraska, College of Agriculture.

Cook, D. & Van Haverbeke, D (1974). Tree-covered land-forms for noise control. USA. Decreto No 43 de 2014. Norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica. Ministerio del Medio Ambiente. Chile.

Decreto No 51 de 2016. Reglamento de alumbrado público de bienes nacionales de uso público destinados al tránsito peatonal. Ministerio de Energía. Chile.

De la Cerda, C. (2014). Apuntes curso Construcción y Mantenición de Césped "Centro de Estudio y Diseño del Paisaje". Santiago, Chile.

Donoso, A. (2006). Propuesta de un plan director del Arbolado público de calles para la Comuna de La Reina. Memoria para optar al Título Profesional. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile, Chile.

Donoso, C. y Ramírez, C. (2005). Arbustos nativos de Chile. Valdivia, Chile: Ediciones Marisa Cúneo, Conaf.

Eclairage public (2010). Eclairage public - seconde chance. Recuperado el 25 de abril de 2016 de <http://billom2008.over-blog.com/article-eclairage-public-seconde-chance-48221038.html>

Escobedo, F.; Wagner, J., Nowak, D., De la Maza, C., Rodríguez, M. & Crane, D. (2008). Analyzing the cost effectiveness of Santiago, Chile's policy of using urban forests to improve air quality. En Journal of Environmental Management. 86: 148-157.

Escobedo, F. y Chacalo, A. (2008). Estimación preliminar de la descontaminación atmosférica por el Arbolado urbano de la Ciudad de México. En Interciencia. Vol. 33 N° 1. Disponible en: www.scielo.org.ve/pdf/inci/v33n1/art07.pdf

FAO (2006). Depósito de documentos de la FAO. Evapotranspiración de Cultivo. Disponible en www.fao.org

Federal Interagency Stream Restoration Working Group (1998). Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices. GPO Item No. 0120-A; SuDocs No. A 57.6/2: EN 3/PT.653. ISBN-0-934213-59-3.

García, N. y Ormazábal, C. (1998). Árboles Nativos de Chile.

Garib, G. (2004). 50 Flores Nativas. Zona Central De Chile.

Goldendale Observatory (s.f.). Save the Night. Recuperado el 25 de abril de 2016 de www.goldendaleobservatory.com/light-pollution.html

Gómez, P. (1979). Riegos a Presión, Aspersión y Goteo. Editorial Aedos, Barcelona.

Green, D., C. Labarthe; M. Valenzuela; Varela, S. (2005). Diseño y aplicación de un protocolo de identificación, protección y manejo de Árboles patrimoniales en contextos urbanos. IV Congreso Iberoamericano de Parques y Jardines. Santiago: Achippa.

Harrison, F., Swain, B. (1999). Guía de Diseño del Espacio Público. Santiago, Minvu.

Hermosilla, C. (2008). Árbolado Urbano de Calles y Avenidas: Cuantificación de Variables Determinantes para su Elección. Seminario de Título. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Universidad Católica de Chile, Chile.

Hoffmann, A. (1998). El Árbol urbano en Chile. Santiago: Ediciones Claudio Gay.

Indotrading (s.f.), Pencarian Berkait Dengan Lux Meter, Recuperado el 25 de abril de 2016 de www.indotrading.com/surabaya/showcase/lux-meter.

International Engineering Society (IES) (2003). Guideline for security lighting people, property, and public spaces. IESNA G-1-03. Disponible en: <http://rageuniversity.org/PRISONESCAPE/PERIMETER%20SECURITY%20PDFS/security-lighting-guide.pdf>

Instituto de Construcción; Centro de Investigación en Tecnologías de la Construcción - CITEC de la Universidad del Bío Bío; Dirección de Extensión en Construcción - DECON UC, de la Pontificia Universidad Católica de Chile; Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas - DICTUC S.A., de la Pontificia Universidad Católica de Chile; Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación de Estructuras y Materiales - IDIEM, Universidad de Chile (2012). Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos. Disponible en: https://issuu.com/citecubb/docs/manual_de_diseno_pasivo_y_eficiencia_energetica_en/31

ISO 7730. Ambientes térmicos moderados - Determinación de índices de PMV y PPD y especificación de las condiciones de confort térmico.

Ley 19.300. Bases Generales del Medio Ambiente.

Ley 20.422 (2010). Establece normas sobre igualdad de oportunidades e inclusión social de personas con discapacidad.

Martínez, C. (2004). Valoración Económica de Áreas Verdes Urbanas de Usos Público en la Comuna de La Reina. Tesis Grado Magister. Universidad de Chile.

Miller, R.H. (1988). Urban Forestry: Planning and Managing Urban Greenspaces: Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 404p.

Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción (1998). Decreto Supremo N° 686/ 98. Norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica.



Ministerio de Energía (s.f.). Explorador de Energía Solar. Recuperado el 25 de abril de 2016 de <http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Solar2/>

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu) (2009). Manual de Vialidad Urbana. Recomendaciones para el Diseño de Elementos de Infraestructura Urbana. División de Desarrollo Urbano. Santiago.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu) (2015b). Espacios Públicos Urbanos. Vol. 2: Estándar técnico constructivo para ciclovías. División de Desarrollo Urbano. Santiago, mayo.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu) (2016a). Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas en Chile, Santiago, noviembre.

Nowak, D.; J. Dwyer y G. Childs (1997). Los beneficios y costos del enverdecimiento urbano. En Krishnamurthy, L. y Rente Nascimento, J.(1997). Áreas Verdes Urbanas en Latinoamérica y el Caribe. 17 - 38 pp. Banco Interamericano de Desarrollo. Impreso en México.

Nowak, D.J., Crane, D.E. & Stevens, J.C. (2006). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. Urban For. Urban Green. 4: 115-123.

OPCC (s.f.). Oficina de Protección de la Calidad del Cielo del Norte de Chile, Contaminación Lumínica / Definición. Recuperado el 25 de abril de 2016 de www.opcc.cl/definicion.htm

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2015). Suelos Ácidos. Recurso electrónico disponible en: www.fao.org/soils-portal/manejo-del-suelo/manejo-de-suelos-problematicos/suelos-acidos/es/

Orrego, F., Watson, J., Flores, A. y Rojas, G. (2008). Flores del Norte Grande.

Pascal, C. (2009). Cubiertas Verdes, Santiago: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile.

Penick, P. (2013). Lawn gone!. Low-maintenance, sustainable, attractive alternatives for your yard. New York: Ten Speed Press.

Perahia, R. (2007). Las ciudades y su espacio público. IX Coloquio Internacional de Geocrítica. Universidade Federal do Rio Grande do Sol, Porto Alegre, 2007. Disponible en: www.ub.edu/geocrit/9porto/perahia.htm

Peralta, M. (1995). Guía N° 2 de Edafología, Universidad de Chile, Fac. de Cs. Forestales. Dpto. de Silvicultura. Santiago, Chile

Pérez C. M.E. (2015). Apuntes curso Taller de Paisajismo “Centro de Estudio y Diseño del Paisaje”. Santiago, Chile.

Pérez, M.E., Raffo, C. y Sarrazin, C. (2013). Diseño del Espacio Público Sustentable Buenas Prácticas en Climas Mediterráneos. Caso Chile. Santiago: Centro Estudio Paisaje.

Ramírez, A. y Domínguez, E. (2011). Indicadores objetivos y subjetivos de la contaminación acústica de origen vehicular en la localidad de Chapinero (Bogotá, Colombia). En Revista Gestión y Ambiente, Volumen 17 (2): ISSN 0124.177X, diciembre, 45-54.

Real Academia de la Lengua (RAE) (2016). Diccionario de la lengua española. Disponible en: www.rae.es

Reyes, S. (2103). Funciones Ecológicas y Beneficios Sociales de las Áreas Verdes Urbanas. En Diseño del Espacio Público Sustentable Buenas Prácticas en Climas Mediterráneos. Caso Chile. (Pérez, M.E., Raffo, C., Sarrazin, C.) Santiago: Estudio Paisaje.

Riedemann, P. y Aldunate, G. (2004). Flora nativa de valor ornamental, Chile Zona Centro. Santiago: Editorial Andrés Bello.

Riedemann, P. y Aldunate, G. (2003). Flora nativa de valor ornamental, Chile Zona Sur. Santiago: Editorial Andrés Bello.

Riedemann, A.P., Aldunate, G. y Teillier, S. (2016). Flora nativa de valor ornamental, Chile Zona Norte. Santiago: Editorial Andrés Bello.

Riedemann, P., Aldunate, G. y Teillier, S. (2014). Guía de Campo. Arbustos nativos ornamentales del centro sur de Chile. Concepción: Corporación Chilena de la Madera.

Riedemann, P., Aldunate, G. y Teillier, S. (2001). Flora Nativa de Valor Ornamental / Zona Cordillera.

Rodríguez, G., Rodríguez, R. y Barrales, H.L. (1995). Plantas ornamentales chilenas.

Romero, H. y Molina, M. (2008). Relación espacial entre tipos de usos y coberturas de suelos e islas de calor en Santiago de Chile. En Anales Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas 2007; Vol.1; N° 1; 2008; pp. 223-230.

Rowntree, R. & Nowak, D. (1991). Quantifying the role of urban forests in removing atmospheric carbon dioxide. En Journal of Arboriculture. 17(10): 269-275.

Saiz De Omeñaca, J. A. y Prieto, A. (2004). Arboricultura y gestión del Árbolado urbano España: Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas del Cedex.

Saldías, G. (2011). Jardinería en Chile. Santiago: Ediciones Universidad Central.

Sánchez, J.M. (2005). Criterios de selección de la flora ornamental de áreas verdes. Recurso electrónico, disponible en: www.Arbolesornamentales.es/criteriosseleccion.htm



Señoret, F. y Acosta, J.P. (2013). Cactáceas Nativas de Chile.

Sierra, C. (2000). Salinidad de los suelos del Norte Chico. En, INIA, Tierra Adentro N° 32, PP. 35-38.

Sierra, C. (2015). Recomendaciones para enfrentar la salinización de los suelos y aguas. Recurso electrónico, disponible en: www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Redes/2014/10/15/salinizacion.aspx

Sorensen, M.; Barzetti, V., Keipi, K. y Williams, J. (1999). Manejo de las áreas verdes urbanas. Documento de buenas prácticas. BID. Washington D.C. May-1999. N 109. Recurso electrónico disponible en: www.iadb.org.

Tapia, F. y Osorio, A. (1999). Conceptos sobre diseño y manejo de riego presurizado. Comisión Nacional de Riego (CNR) e Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Disponible en: http://sdf5c2bdc3d9c5ea0.jimcontent.com/download/version/1275070047/module/4041000165/name/conceptos_riego_presurizado.pdf

The Royal Horticultural Society. (1990). Enciclopedia de plantas y flores. Barcelona: Ediciones Grijalbo SA.

Universidad de Chile (2003). Boletín del Instituto de la Vivienda N° 46, Volumen 18, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile. Disponible en <http://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/435/406>.

Universidad de Chile, Universidad Técnica Federico Santa María y Fundación Chile (2004). Bienestar habitacional. Guía de diseño para un hábitat residencial sustentable.

NORMAS CHILENAS

NCh 352:2000. Construcciones de uso habitacional - Requisitos mínimos y ensayos.

NCh 691:1998. Agua potable - Conducción, regulación y distribución.

NCh 853:2007. Acondicionamiento térmico - Envolvente térmica de edificios - Cálculo de resistencias y transmitancia térmicas.

NCh 1079:2008. Arquitectura y construcción - Zonificación climático habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico.

NCh 2251:1994. Aislación térmica - Requisitos de rotulación de materiales aislantes.



ANEXOS

ANEXO 1: DIÁMETROS DE TUBERÍA MÁXIMOS SUGERIDOS

FLUJO L / MIN EN LA TUBERÍA	DIÁMETRO TUBO PVC	DIÁMETRO TUBO POLIETILENO	DIÁMETRO VÁLVULA SOLENOIDE
0 - 15	-----	½"	1"
0 - 18	20 mm	5/8"	1"
18 - 34	25 mm	¾"	1"
34 - 64	32 mm	1"	1"
64 - 91	40 mm	1 ¼"	1 ½"
91 - 144	50 mm	1 ½"	1 ½"

Nota: Velocidad máxima de 1,5 m/seg. Longitud máxima de 15 m. Si la distancia es mayor a 15 m pero menor a 100 m, cambiar a diámetro superior.

Fuente: Claudio de la Cerda, con base en la ecuación Hazzen y Williams

ANEXO 2: RESUMEN DE BOQUILLAS FIJAS RAIN BIRD

SERIE	PRESIÓN	RADIO	FLUJO	PRECIP. MM/H	
3600	MCA	M	L/MIN	■	▲
8	20	2.4	4	37	42
10	20	3.0	6	37	43
12	20	3.6	10	46	53
15	20	4.5	14	41	48
SST	20	1,2 X 8,5	4.5	49	
CST	20	1,2 X 8,5	4.5	49	
EST	20	1,2 X 4,3	2.3	49	

Fuente: Claudio de la Cerda

ANEXO 3: RESUMEN DE MP ROTATOR

SERIE	PRESIÓN	RADIO	FLUJO	PRECIP. MM/H	
3600	MCA	M	L/MIN	■	▲
1000	30	4.3	3	10	11
2000	30	6.1	6	9	11
3000	30	9.1	14.4	10	12
3500	30	10.7	21.6	12	14
SST	30	1,5 X 9,1	1.7	12	

Fuente: Claudio de la Cerda



