



**Universidad
Andrés Bello®**

**UNIVERSIDAD ANDRES BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE OBRAS CIVILES**

**EL PAISAJE XERÓFITO EN LA VIVIENDA DE SANTIAGO
Una propuesta para conjuntos habitacionales en altura en la comuna de
Providencia.**

Memoria para optar al Título de Ingeniero Constructor

NATALIA PATRICIA BRITO MORALES

**Profesor Guía
Renzo Piazze Rubio**

**SANTIAGO DE CHILE
Abril 2017**

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
1.1 FORMULACIÓN GENERAL DEL PROBLEMA	2
1.1.1 Antecedentes generales.....	2
1.1.2 Contextualización	5
1.1.3 Problematización.....	6
1.2.-PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	8
1.2.1 Relevancia y justificación	9
1.3.- OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	11
1.3.1 Objetivo General.	11
1.3.2 Objetivos Específicos.....	11
2. CLASIFICACIÓN DE LAS VARIABLES DE DISEÑO XERÓFITO.....	13
2.1.1 Definición e historia del paisaje xerófito.	13
2.2 CRITERIOS DE XERISCAPE.....	14
2.3 PRINCIPIOS DEL JARDÍN XERÓFITO	16
2.3.1 Planificación y diseño adecuado: Tipos de jardines por tamaño y cobertura vegetal.....	16
2.3.2 Estudio de suelos: Tipos de suelo y su relación con el buen uso del jardín...18	
2.3.3 Selección de las especies: Atributos de las especies nativas y xerófitas.....36	
2.3.4 Reducción de las zonas de césped: Problemática existente con el uso de grandes zonas de césped	51
2.3.5 Instalación de sistemas de riego eficientes: Sistemas de riego utilizados frecuentemente.	53
2.3.6 Protección del suelo mediante mulching: Clasificación de los mulching existentes y utilizados en la jardinería.....	59
2.3.7 Mantenimiento adecuado: Identificación de los problemas que producen un mal manejo de un paisaje en la construcción.....	61
3. CLASIFICACIÓN Y TIPOS DE EFICIENCIA HÍDRICA.....	63
3.1 ESTIMACIÓN DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS DE LAS PLANTAS DE JARDÍN	63
3.1.1 Evapotranspiración.....	63
3.1.2 Precipitación.....	67
3.1.3 Necesidad de riego	68
3.1.4 Necesidades brutas de riego localizado.....	69
3.1.5 Necesidades brutas de riego por aspersion	69
3.2 CAPTACIÓN DE AGUAS LLUVIA	69
3.2.1 Beneficios de la captación de aguas lluvia:	70
3.2.2 Desventajas de la captación de aguas lluvia.....	70

3.2.3 Estructura superficial de captación de aguas lluvia:.....	70
3.2.4 Captación de aguas lluvia en techumbre	72
4. DISEÑOS DE XEROJARDINERÍA EN PROYECTOS.....	76
4.1 EDIFICIOS EN CONDICIONES SIMILARES.....	76
4.1.1 Plan de Compensación de PM10.....	76
4.1.2 Master plan Izarra de Lo Aguirre.....	77
4.1.3 Lineamientos de Paisaje Sustentable	78
4.1.4 Ciudad Empresarial.....	79
4.1.5 Master plan Paisaje-Los Bravos.....	80
4.1.6 Parques Inundables Valle Grande.....	81
4.1.7 Sala de Ventas Los Bravos	82
4.1.8 Coca Cola- Santiago	83
4.1.9 LEED GOLD.....	84
4.1.10 Plaza Xerófita Comunitaria Quilapilún.....	85
4.1.11 Parque Quilapilún.....	86
4.1.12 Certificación LEED	89
5. CONDICIONES PARTICULARES DEL CASO DE ESTUDIO.....	93
5.1 UBICACIÓN CASO DE ESTUDIO EDIFICIO EN ALTURA EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA..	93
5.2 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	95
5.3 LEVANTAMIENTO CLIMÁTICO.....	99
5.3.1 Radiación	99
5.3.2 Temperatura.....	100
5.3.3 Humedad.....	100
5.3.4 Precipitación Normal Mensual.....	101
5.4 EVAPOTRANSPIRACIÓN	101
5.4.1 Evapotranspiración Referencial.....	101
5.4.2 Evapotranspiración Calculada.....	102
5.5 PRECIPITACIONES	103
5.5.1 Precipitación Efectiva	103
5.6 NECESIDADES DE RIEGO	104
6. PROPUESTA DE DISEÑO DE PAISAJE XERÓFITO.....	106
6.1 PR PROPUESTA DE EFICIENCIA HÍDRICA EN EL CASO DE ESTUDIO	106
6.1.1 Recolección de aguas lluvia en techumbre	106
6.1.2 Rediseño del área de vegetación	106
6.1.3 Estanque de recolección	107
6.1.4 Riego tecnificado.....	107

7. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL DISEÑO PROPUESTO/ COSTO INVERSIÓN	
CONSUMO PROYECTADO	110
7.1 COSTOS DE CONSTRUCCIÓN PROYECTO	110
7.2 COSTOS DE AGUA UTILIZADA EN EL JARDÍN PROYECTO	115
7.2.1 Costos de agua sin proyecto	115
7.2.2 Costo de agua con xerojardineria y riego	116
7.2.3 Costo de agua con proyecto completo	117
7.3 COSTOS DE MANTENCIÓN	118
7.4 VAN JARDÍN SIN PROYECTO	122
7.5 FLUJOS DE PROYECTO.....	125
8. CONCLUSIONES	110
9. BIBLIOGRAFÍA	131
10. ANEXOS	133
ANEXO 1: TOTAL NECESIDAD HÍDRICA REQUERIDA ANUAL CON PROYECTO.	138
ANEXO 2: TOTAL AGUA ALMACENADA (M ³) POR CAPTACIÓN DE AGUAS LLUVIA.	139

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Gráfico usos que se le da al agua en el mundo .	3
Figura 2.1: Consumo hídrico necesarios dependientes del nivel de tránsito peatonal.....	17
Figura 2.2: Clasificación de un suelo.....	18
Figura 2.3: Formación del suelo	19
Figura 2.4: Suelo arcilloso.....	28
Figura 2.5: Suelo arenoso	29
Figura 2.6: Profundidad de las raíces.....	30
Figura 2.7: Hojas con cantidad de pH inferior a 7	31
Figura 2.8: Piedra caliza.....	31
Figura 2.9: Materia orgánica:.....	31
Figura 2.10: Suelo convertido en humus	33
Figura 2.11: Puntas quemadas por suelo salino	35
Figura 2.12: Eflorescencia de sal en el suelo	35
Figura 2.13: Paisaje Xerófito	45
Figura 2.14: Tipos de árboles con poca necesidad de agua	46
Figura 2.15: Diversidad de colores en hojas de plantas xerófito	48
Figura 2.16: Diversidad de colores en los pétalos.....	49
Figura 2.17: Diversidad de colores en los pétalos.....	50
Figura 2.18: Sistemas de riego por aspersion	54
Figura 2.19: Sistemas de riego por aspersion.....	54
Figura 2.20: Sistemas de riego por goteo.....	58
Figura 2.21: Sistemas de riego por goteo.....	59
Figura 2.22: Ejemplo de mulch orgánico	60
Figura 2.23: Ejemplo de mulch orgánico	60
Figura 2.24: Ejemplo de mulch inorgánico	61
Figura 3.1: Proceso de Evapotranspiración.....	64
Figura 3.2: Tipos de jardín: Jardín de elevada densidad y jardín mixto de baja densidad	66
Figura 4.1: Diseño Valle Grande.....	76
Figura 4.2: Master plan Izarra de Lo Aguirre	77
Figura 4.3: Lineamientos de paisaje sustentable	78
Figura 4.4: Ciudad empresarial.	79
Figura 4.5: Marterplan de paisaje Los Bravosl	80
Figura 4.6: Parques inundables Valle Grande.....	81
Figura 4.7: Sala de ventas Los Bravos.....	82
Figura 4.8: Coca Cola Santiago	83
Figura 4.9: Leed Gold Quilapilún.....	84
Figura 4.10: Plaza Xerófito comunitaria Quilapilún.....	85
Figura 4.11: Parque Quilapilún.....	86

Figura 4.12: Parque Quilapilún.....	87
Figura 4.13: Parque Quilapilún.....	88
Figura 4.14: Parque Quilapilún.....	88
Figura 4.15: Parque Quilapilún.....	89
Figura 5.1: Plano de ubicación del edificio	93
Figura 5.2: Palacio Falabella. Municipalidad de Providencia.....	93
Figura 5.3: Gimnasio, farmacia y metro de Los Leones	94
Figura 5.4: Mall Vivo Panorámico y Tiendas Comerciales	94
Figura 5.5: Faroles de alumbrado tipo callampa	96
Figura 5.6: Bancas de Madera	96
Figura 5.7: Pastelones de hormigón 50x50cm.	96
Figura 5.8: Árboles y jardín edificio.	97
Figura 5.9: Árboles y jardín edificio.	97
Figura 5.10: Datos de consumo hídrico para determinar el consumo anual de agua utilizada en riego de jardín	98
Figura 5.11: Consumo hídrico total anual utilizado en el jardín proyecto	98
Figura 5.12: Radiación Solar mensual.....	99
Figura 5.13: Temperaturas mínima, media y máxima promedio mensual	100
Figura 5.14: % Humedad mensual	100
Figura 5.15: Precipitación mensual año 2015.	101
Figura 5.16: Evapotranspiración referencial mensual.....	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.2: Cantidad de habitantes por m ² en las comunas de Santiago	7
Tabla 2.1: Análisis Granulométrico.....	21
Tabla 2.2: Consecuencias de un mal drenaje	27
Tabla 2.3: Árboles Nativos y Exóticos	37
Tabla 2.4: Arbustos Nativos y Exóticos.	38
Tabla 2.5: Herbáceas Nativas y Asilvestradas	39
Tabla 2.6: Gramíneas Nativas y Asilvestradas.....	40
Tabla 2.7: Trepadoras Nativas y Asilvestradas	40
Tabla 2.8: Cubresuelos Nativos y Asilvestrados	41
Tabla 2.9: Arbustos leñosos Nativos y Asilvestrados.	41
Tabla 2.10: Cactáceas nativos.	42
Tabla 2.11: Criterios básicos para seleccionar las plantas.....	42
Tabla 3.1: Valores para determinar el Coeficiente de Jardín (KL).....	66
Tabla 3.2: Eficiencia de aplicación (Ea) según el tipo de riego	69
Tabla 3.3: Tipo de superficie y su coeficiente de escorrentía.....	72
Tabla 5.1: Zonas de pavimento, vegetación y edificación.	95

Tabla 5.2: Evapotranspiración Mensual (mm/mes).....	102
Tabla 5.3: Precipitación Efectiva (mm/mes)	103
Tabla 5.4: Necesidades de riego (m ³ /año) en Jardín.	104
Tabla 6.1: Análisis de captación de aguas lluvia en techumbre	106
Tabla 6.2: Análisis de rediseño del área de vegetación.	106
Tabla 6.3: Análisis de estanque de Recolección.....	107
Tabla 6.4: Análisis de riego tecnificado	107
Tabla 6.5: Captación total de aguas lluvia en techumbre.....	108
Tabla 7.1: Costos de Construcción. Obras Preliminares.....	110
Tabla 7.2: Costos de Construcción. Estanque	110
Tabla 7.3: Costos de Construcción. Rediseño de Vegetación.....	111
Tabla 7.4: Costos de Construcción. Captación de aguas lluvia.....	111
Tabla 7.5: Costos de Construcción. Instalación sistema de riego por goteo	111
Tabla 7.6: Inversión total de proyecto.....	112
Tabla 7.7: Valores IPC desde el año 2006 hasta el año 2015.....	112
Tabla 7.8: Valor IPC Promedio anual	113
Tabla 7.9: Valor comercial del agua proyectado para los próximos 30 años (2017 – 2047).....	114
Tabla 7.10: Costos de agua anual utilizada en el jardín sin proyecto.....	115
Tabla 7.11: Costo total de agua anual con proyecto de xerojardinería y riego	116
Tabla 7.12: Costo total de agua anual con proyecto	117
Tabla 7.13: Costos de Mantenimiento Proyectos	118
Tabla 7.14: Costos anuales de Mantenimiento Proyectos.....	119
Tabla 7.15: Costo anual de agua utilizada en mantenimiento después del tiempo de evaluación. Proyecto Completo.....	120
Tabla 7.16: Costos de Mantenimiento después del tiempo de evaluación. Proyecto Completo.	120
Tabla 7.17: Costos de Mantenimiento ocupada en áreas verdes después del tiempo de evaluación. Proyecto xerojardinería y riego.....	121
Tabla 7.18: Costos de Mantenimiento después del tiempo de evaluación. Proyecto xerojardinería y riego.....	121
Tabla 7.19: Flujo VAN en el último período de evaluación en miles de pesos. Sin proyecto.....	122
Tabla 7.20: Flujo VAN en último período de evaluación en miles de pesos. Con proyecto xerojardinería y riego.....	123
Tabla 7.21: Flujo VAN en último período de evaluación en miles de pesos. Con proyecto completo.....	124
Tabla 7.22: Flujo VAN a 20 años de evaluación, en miles de pesos. Sin Proyecto (primera parte).....	125
Tabla 7.23: Flujo VAN a 20 años de evaluación, en miles de pesos. Sin Proyecto (segunda parte)	126

Tabla 7.24: Flujo VAN a 20 años de evaluación, en miles de pesos. Con Proyecto Xerojardinería y riego (primera parte).....	127
Tabla 7.25: Flujo VAN a 20 años de evaluación, en miles de pesos. Con Proyecto Xerojardinería y riego (segunda parte)	128
Tabla 7.26: Flujo VAN a 20 años de evaluación, en miles de pesos. Con Proyecto completo (primera parte)	129
Tabla 7.27: Flujo VAN a 20 años de evaluación, en miles de pesos. Con Proyecto completo (segunda parte).....	130

RESUMEN

La Región Metropolitana presenta un clima templado primordialmente seco, por esto, surge el deseo de implementar una ciudad “verde”, pero verde no es un sinónimo de cobertura vegetal que es lo que realmente necesita la ciudad, el rol de la vegetación sobre el medio ambiente urbano es bastante beneficioso, pues controla el desarrollo de las islas de calor urbanas y produce flujos de aire limpio y fresco. En Santiago, predomina un clima mediterráneo con una prolongada estación seca extendida entre 7 a 8 meses, esto conlleva a que la ciudad sea de color café que significa la condición de diseño de la ciudad adaptada al clima.

El presente trabajo tiene por objetivo proponer estrategias de diseño xeriscape aptas para las condiciones climáticas locales a un edificio habitacional en altura, para ello se implementa el sistema xeriscape que es una ambientación urbana que incluye un sentido ecológico y aboga por un mantenimiento reducido, combina diversos principios de diseño y tecnologías que permiten reducir los requerimientos de agua.

Se desea aplicar la xerojardinería a un edificio en la comuna de Providencia, por ser una comuna con altos índices de áreas verdes (13,8m² de áreas verdes por habitante), de esta forma a través de la recopilación de datos y la aplicación de estrategias, crear un edificio con vegetación y apto a las condiciones climática locales predominantes en la Región Metropolitana.

El resultado esperado de este proyecto es crear un tipo de jardines realizando un uso racional del agua de riego, evitando en todo momento el uso indebido de este elemento vital, no perdiendo el atractivo visual del jardín adecuado a las condiciones del clima, disminuyendo las islas de calor y aumentar el flujo de aire limpio a la ciudadanía.

Palabras claves: Xerojardinería, agua, isla de calor, cobertura vegetal.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. FORMULACIÓN GENERAL DEL PROBLEMA

1.1.1- Antecedentes generales

En el mundo existe actualmente un déficit de agua; más aún; el problema irá aumentando paulatinamente con el pasar de los años; por esto la idea es crear una internalización en el tema, y de esta forma comenzar con la creación de mayores áreas donde la jardinería con mínimo o nulo riego sea parte de la vida cotidiana, asimismo, demostrar que las especies utilizadas para esto cubren todas las necesidades de formas, texturas, tamaños, colores, climas y suelos.

El agua dulce es un elemento vital para la vida humana y un bien finito, cada vez más escaso a nivel mundial, especialmente en los ecosistemas de zonas áridas, semiáridas y mediterráneas, tal como el norte y centro de Chile. En nuestro país, el Código de Aguas de 1981 considera este vital elemento como un bien nacional de uso público y a su vez un bien económico que puede ser transable en el mercado. Esto significa que el agua se reconoce como un patrimonio colectivo de todos los chilenos, sin embargo, su aprovechamiento y gestión quedan amparados por las garantías constitucionales del derecho de propiedad¹ y bajo los criterios del mercado.

Los recursos que brinda nuestro planeta y que han sido explotados durante tantos años, a veces de forma abusiva, comienzan a escasear o lo harán en breve plazo, y es por ello por lo que afortunadamente han surgido las voces de alarma que aclaman por una utilización racional de los mismos, por su reciclaje y por el descenso en su consumo.

El ciclo del agua en la naturaleza nos muestra cómo mediante la evaporación y la lluvia el agua se repone y llenan lagos, ríos y acuíferos, con un movimiento circulatorio constante. Y eso ha sido así mientras se ha mantenido un equilibrio, pero en los últimos años el consumo de agua a escala global ha aumentado de tal manera que este equilibrio se ha roto, reponiéndose menos agua de la gastamos entre la agricultura y ganadería, la industria y el propio consumo humano, problema que aún se agrava más con la constante contaminación y degradación de su calidad.

¹ En el Artículo 19 inciso N°24 de la Constitución Política de Chile de 1980, se declara que "Los derechos de los particulares sobre las aguas, reconocidos o constituidos en conformidad a la ley, otorgarán a sus titulares la propiedad sobre ellos".

Para asegurar la calidad y cantidad del recurso hídrico para las generaciones futuras es fundamental la gestión eficiente y sustentable del agua. Una gestión sustentable debe considerar el aprovechamiento de los recursos existentes para satisfacer las distintas demandas sobre el agua, garantizando el acceso a ella por parte de las poblaciones humanas y la satisfacción de los usos tradicionales (agua potable, riego, industria, minería e hidroelectricidad) como aquellos considerados menos tradicionales (protección de los ecosistemas fluviales, recreación, pesca y navegación, entre otros), asegurando la preservación y conservación de los recursos, en cantidad y calidad.

A modo ilustrativo el gráfico 1.1 muestra usos que se le da al agua en el mundo:

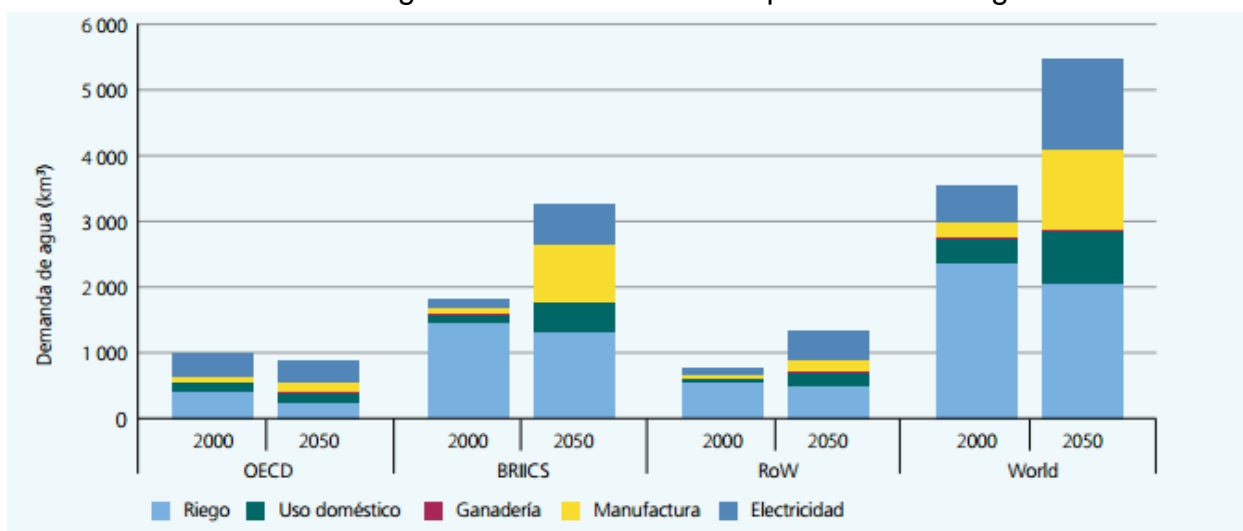


Figura 1.1: Gráfico usos que se le da al agua en el mundo.

[Fuente: Informe de las Naciones Unidas Sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo (2016)].

El cambio climático exacerba varias de las amenazas a la disponibilidad del agua y puede aumentar la frecuencia, intensidad y severidad de los fenómenos meteorológicos extremos. Los científicos concuerdan en que el cambio climático va a alterar los regímenes de flujo de las corrientes, a deteriorar la calidad del agua y a cambiar los patrones espaciales y temporales de las precipitaciones y la disponibilidad de agua (IPCC, 2014).

Con la disminución del agua se deben optimizar al máximo los recursos hídricos disponibles, empleando sistemas de riego más eficientes, disminuyendo las pérdidas por evaporación y utilizando plantas que consuman poca agua. Surgen de esto modo las técnicas de xeriscape, que no consisten en el uso exclusivo de cactus y otras plantas suculentas sobre empedrados. Un jardín bien diseñado basado en las técnicas y recomendaciones de la xerojardinería es un jardín donde hay un equilibrio entre las zonas con vegetación y las zonas sin vegetación y en el que se han aplicado las últimas técnicas dirigidas al ahorro de agua, pero se puede obtener igual belleza, armonía y variedad de colores como en un jardín tradicional (Jones, W. & Sacamano, C. 2000).

La jardinería con uso eficiente de agua o Xerojardinería conocidos en Estados Unidos como Xeriscape y Xeriscaping², se desencadenó a causa de una gran sequía que tuvo lugar en California en 1977, y de grandes incrementos de población en Colorado y otras zonas de Estados Unidos. El paralelo incremento de zonas verdes coincidió con varias sequías periódicas, lo cual motivó drásticas restricciones de agua, y como consecuencia el nacimiento del concepto xeriscape, desarrollado en Colorado a partir de 1981 (Burés, S., 1993).

En 1982 fue acuñado y legalmente registrado por Denver Water Department el término Xeriscape con el fin de convertir la conservación del agua aplicada en jardinería en un concepto fácilmente reconocible (Water, D., 2005). Para ello se estableció un programa cooperativo de conservación de agua en la jardinería, en el que se involucraron los sectores público y privado. Se creó un programa educativo, se diseñó y se construyó un jardín de demostración (McCarthy, 2000).

El Xeriscape es un concepto de conservación de agua con un método para crear paisajes considerando la disponibilidad del agua del entorno (Xeriscape Council of México, 2008).

Actualmente las tendencias mundiales en cuanto al diseño de un paisaje afirman que se deben incorporar las necesidades de la gente que mantendrá y hará uso del mismo con las condiciones ambientales existentes del sitio de la planeación (Debbie E., 2002).

José Antonio de Cañizo, (2006, El jardín: arte y técnica) dice:

“Se debe tener la capacidad de adaptarse a las circunstancias, y en las actuales no se puede seguir diseñando, construyendo, plantando y regando nuestros jardines sin tener en cuenta que el panorama ha cambiado. Pero con esa decisión o ese propósito se deben afrontar dos principales desafíos, que consisten en renunciar a disfrutar de especies ornamentales que nos encantaría ver desarrollarse y florecer, lo cual nos producirá un auténtico síndrome de abstinencia, y en distribuir las que sí resultan razonable plantar no solamente con criterios estéticos (a los que no debemos renunciar de ninguna manera, pues de lo contrario no sería jardín) sino también con otro de tipo práctico: que las plantas que necesitan mucha agua no deben estar entremezcladas con otras que pueden prosperar perfectamente con mucha menos, pero que a causa de esa proximidad reciben los riegos con una frecuencia y una dosis excesiva para ellas”.

² Neologismo del griego xeros = seco (²) Alude a landscape= paisaje

1.1.2.- Contextualización

Cualquier nuevo diseño y cualquier reforma de un jardín existente debe comenzar planteándose qué finalidades se persiguen en realidad con el jardín o parque de que se trate y con cada una de sus zonas, para analizar si se puede prescindir de ciertas áreas de pradera o de otras plantaciones que incrementan más o menos notoriamente el consumo de agua. Si esa renuncia resta atractivos al conjunto, habrá que sustituirlas por otras áreas o elementos apetecibles o bonitos que no precisen agua o casi no lo necesiten, con cuyo fin se pueden utilizar los muy diversos elementos que puede haber en un jardín. En cuanto al aludido análisis de zona por zona, debe centrarse en la posible detección de puntos muertos o áreas sosas³ o marginales. Son esos rincones sin utilizar y esas transiciones neutras que pueden quedar entre dos puntos fuertes del diseño, los que se deben aprovechar en mayor parte el uso del sistema. Se debe ser autocríticos y actuar drásticamente prescindiendo de las plantas que se ubicarían en ese lugar o que ya se han plantado, ya que si se encuentran en lugares apartados y ocultos no deberían formar parte de la absorción de agua y se pueden cambiar utilizando esa superficie con acolchados⁴ y similares.

Diseñar y mantener jardines con criterios de sostenibilidad contribuye a reducir el uso de recursos, como el agua, al tiempo que se optimiza su consumo y funcionalidad. Además de lograr otros beneficios, como una mayor biodiversidad, un mayor microclima o una mejor calidad del aire.

El Sistema de Riego como construcción histórica

El sistema de riego considerado como una construcción social, es el resultado de una sucesión de intervenciones, de crisis, de conflictos, de acuerdos y consensos. Las diferencias de acceso al recurso agua dependen de los derechos históricamente adquiridos y de las relaciones sociales pasadas y actuales. Pues en este se definen a quiénes, dentro de la sociedad local se les permite el uso del agua y quienes son excluidos.

Los sistemas de riego considerados como una construcción social e histórica, son una realidad compleja y requiere de un enfoque multidisciplinario que contemple aspectos históricos, sociales, económicos, culturales, hidráulicos y agronómicos, a partir de la integración de especialistas de cada una de las disciplinas para llevarlo a cabo.

Desde el punto de vista físico un sistema de riego: incluye la cantidad de agua disponible y los elementos necesarios sobre el terreno que permiten el aprovechamiento del recurso; en donde la organización social está conectada con el control del sistema físico. Desde el punto de vista social, un sistema de riego es una construcción social que lleva a grupos humanos, comunidades e individuos hombres y

³ Áreas con carbonato de sodio.

⁴ Distinguidos dos tipos de acolchados o mulch.

- Acolchado orgánico (estiércol, compost, turba)
- Acolchado con plásticos.

mujeres, a definir colectivamente las modalidades de acceso al agua y de creación y conservación de los derechos del agua, así como las obligaciones y reglas que todos deben cumplir para mantener y conservar el acceso a este recurso. También el sistema de riego puede ser considerado como un sistema particular de explotación del medio, a menudo históricamente constituido, que permite satisfacer las necesidades sociales de una población en un momento determinado y cuya artificialización posibilita disminuir considerablemente los riesgos climáticos (Marcel, M., 1985). El análisis histórico de un sistema de riego puede realizarse mediante las siguientes variables: evolución de la dotación de agua, creación y sobre posición de las infraestructuras, evolución de las reglas sociales de reparto de agua y la transmisión de derechos y evolución de las formas de la organización de los usuarios.

1.1.3.- Problematización

Existen dos grandes problemas que conllevan a la utilización del jardín xerófito como un sistema: la primera es la escasez de agua que existe y el segundo problema es la falta de espacios verdes y su relación con el clima predominante seco existente en la ciudad de Santiago.

La superficie de espacio verde público por habitante se ha convertido en uno de los parámetros básicos para valorar la calidad de un asentamiento urbano. En Santiago predomina un clima mediterráneo, con una temperatura media anual en el año 2015 de 16°C, una larga estación seca y lluvias invernales. En enero, el mes más cálido, se alcanza un promedio de 31°C, y en el mes más frío junio, un promedio de 1,6°C.

El invierno se caracteriza por el frío, con temperaturas extremas que disminuyen a los cero grados, en contraste con el verano donde las máximas llegan sobre 30°C durante el día. La temperatura media anual es de 16°C, y las precipitaciones se concentran en cerca de un 80% en los meses de invierno (desde mayo a septiembre), con un promedio anual de 244 mm de agua caída en el año 2015.

Los espacios verdes se han convertido también en los grandes consumidores de agua en las ciudades. Ello se debe al incremento de las superficies verdes públicas, pero también a los cambios en el diseño de los jardines. Muchos parques y jardines de nueva creación, a diferencia de los jardines históricos, cuentan con menos árboles y arbustos y más cubierta de superficie de césped, y es precisamente el césped el principal destino del agua en los jardines. Los estudios realizados en un conjunto de parques públicos de la zona de San Francisco (Estados Unidos) revelaron que, en un parque "tradicional", el agua empleada para el riego del césped suponía el 90% del total consumido, mientras que los céspedes cubren sólo el 40% de la superficie de los parques (Francisco Heras, CENEAM).

Un ejemplo de un jardín poco eficiente en cuanto al agua, es el que está invadido totalmente por un prado con árboles, arbustos y plantas de temporada, que dificultan el riego uniforme del conjunto y motivan un excesivo gasto de agua. Ese plano representa a muchísimos jardines hechos por aficionados, y basta con un jardín ya reformado para comprobar que las praderas de menor tamaño serán mucho más atractivas que las de menor tamaño, y además la utilización de pequeños rincones. El cambio sería que las

plantas quedarán con mucho mejor gusto paisajístico, y la zonificación se ha efectuado conforme a las necesidades hídricas del paisaje (Burés S., 1993).

Un jardín con una gran superficie de césped es un jardín deficiente. La presencia de árboles, arbustos y plantas de temporada en la zona de césped, juntamente con los ángulos de un edificio, dificultan el riego uniforme del césped, resultando en un consumo excesivo de agua (Burés S. 1993).

Los municipios con mayores índices de vegetación representan sólo el 20% de la población capitalina (Atisba, 2010).

Existen 25 municipios de Santiago, que totalizan el 80% de los habitantes capitalinos, se reparten la mitad de las áreas verdes con índices de superficie por individuo muy por debajo de los sectores más acomodados de la ciudad, según revela un estudio de la consultora Atisba.

A continuación, la tabla 1.2 muestra la cantidad existente de m² por cada habitante en las comunas de Santiago:

Comuna	Áreas verdes (m ²)	m ² /habitante	Comuna	Áreas verdes (m ²)	m ² /habitante
Vitacura	1.481.900	18,3	La Florida	1.184.419	3,0
Providencia	1.740.800	13,8	Cerro Navia	394.873	2,8
Santiago	2.053.496	11,7	Recoleta	363.454	2,8
La Reina	1.116.600	11,5	San Joaquín	225.309	2,7
Lo Barnechea	964.684	9,6	San Miguel	197.637	2,7
Las Condes	2.586.500	9,2	Renca	303.990	2,3
Cerrillos	529.119	7,7	La Granja	271.217	2,1
Nuñoa	891.166	5,9	Lo Prado	200.985	2,1
Est. Central	539.564	4,6	San Bernardo	557.115	1,9
Macul	446.917	4,4	Puente Alto	1.210.549	1,8
Huechuraba	357.659	4,3	El Bosque	287.946	1,7
Peñalolén	861.457	3,6	Lo Espejo	156.729	1,5
Quilicura	626.520	3,3	La Cisterna	113.492	1,5
La Pintana	656.776	3,3	Independencia	73.481	1,3
Maipú	2.343.036	3,2	Pudahuel	322.901	1,3
San Ramón	279.751	3,2	Quinta Normal	116.153	1,3
Conchalí	343.841	3,0	P. Aguirre Cerda	120.941	1,2

Fuente Atisba

EL MERCURIO

Tabla 1.2: Cantidad de habitantes por m² en las comunas de Santiago.
[Fuente: Atisba: El Mercurio (2012)]

La implementación de un jardín xeriscape en un proyecto inmobiliario se basa en las estrategias aplicadas para la disminución en cantidades de agua utilizadas en el riego de los jardines, en la forma en que se adaptan las especies y el manejo que se le da al uso del suelo. El proyecto busca la utilización de los principios básicos de la xerjardinería, combinados y utilizados de la manera más óptima posible para obtener un estilo armonioso, variado en colores, formas y diseños.

1.2.-PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Es posible contar con jardines atractivos con óptimos consumos de agua?

Esta es una pregunta que da respuesta a una serie de propuestas, englobadas en el campo de la “xerojardinería”, y que permiten ahorrar agua en nuestros jardines sin que estos pierdan su atractivo.

La xerojardinería o jardinería de bajo consumo de agua combina diversos principios de diseño y tecnologías que permiten reducir los requerimientos de agua, aplicar los riegos con mayor efectividad o reducir las pérdidas debidas a la evaporación.

Los jardines de bajo consumo de agua tienen menores necesidades de mantenimiento (un menor riego se traduce en una menor necesidad de tareas como cortar el césped, recortar arbustos o controlar malas hierbas) y también significa menores requerimientos de productos fitosanitarios⁵.

¿Cuál es la condición climática de Santiago que hace que no sea posible mantener áreas verdes y predominen mayoritariamente las áreas secas?

Según la CONAMA (2006), se considerarán áreas verdes los espacios ocupados principalmente por árboles, arbustos o plantas y esos espacios pueden tener distintos usos, esparcimiento, recreación, ecología, protección, rehabilitación del entorno y paisajismo.

Definición de espacio/área verde: Un espacio o área verde es una superficie abierta, natural o artificial, de dominio público o privado, donde la vegetación juega un rol importante. Está orientada al uso y goce colectivo, y protegida por los instrumentos de planificación territorial. Asimismo genera beneficios sociales, ambientales, económicos y de ordenamiento territorial y puede cumplir diversas funciones dependiendo de su localización, tamaño, densidad vegetal, programa arquitectónico y objetivo para la cual se creó. Se incluyen dentro de la categoría de área/espacio verde los parques, las plazas, las áreas deportivas, los cementerios parque, áreas residuales tratadas, rotondas, enlaces, bandejones, jardines públicos, bordes de río, áreas silvestres protegidas y, en definitiva, todo espacio con presencia de cobertura vegetal.

En la Región Metropolitana se presenta un clima templado cálido seco con lluvias invernales con una estación seca de 7 a 8 meses. La expansión urbana de cerca de 1.000 hectáreas anuales en promedio para las últimas décadas ha ocupado miles de hectáreas de tierras agrícolas, cubiertas por remanentes de bosques y matorrales nativos, lechos fluviales y humedales, para instalar áreas residenciales de alta densidad, especialmente en las periferias norte, poniente y sur de la ciudad, urbanizaciones de baja densidad sobre terrenos anteriormente cubiertos por vegetación natural densa y dispersa, especialmente en los bordes del sector oriente y sobre los piedemontes andinos (Romero y Vásquez, 2007).

⁵ Productos para combatir los parásitos y enfermedades de las plantas, proteger a los cultivos de los agentes dañinos, aunque no sean parásitos (malas hierbas, algas...) y mejorar cualitativa y cuantitativamente la producción.

Las islas de calor urbano pueden explicar las temperaturas entre 2 y 8°C más elevadas de los centros urbanos respecto a las periferias rurales (Oke, 1987). La intensidad de la isla de calor aumenta en el transcurso del día, partiendo desde la salida del sol hasta un máximo que se registra unas pocas horas después de la puesta de sol. Generalmente durante el día la intensidad del calor urbano es bastante débil, y a veces negativa (una isla fría en áreas de hundimiento de calor) en algunas partes de la ciudad como consecuencia de que los edificios altos proveen de sombras extensas, así como debido a los materiales de construcción (Peña, 2008; Oke, V. 2003).

El rol de la vegetación sobre el medio ambiente urbano es bastante más amplio y benéfico, puesto que controla el desarrollo de las islas de calor urbanas, al brindar sombra y consumir calor latente mediante el proceso de evapotranspiración. Las áreas verdes urbanas constituyen islas frías, a partir de las cuales se originan “brisas del parque” o flujos de aire limpio y fresco, cuya potencia depende del tamaño y complejidad de las superficies vegetadas y cuya capacidad de penetración hacia las áreas urbanas se desarrolla a lo largo de calles arboladas interconectadas y que no son bloqueados por edificaciones. Los parques, plazas y jardines urbanos cumplen importantes roles y brindan significativos servicios ambientales, en particular en las ciudades más contaminadas, pero para ello deben formar parte de sistemas especiales articulados que los vinculan entre sí y con los cinturones verdes que se establezcan en los límites de las ciudades o que resultan de la permanencia de campos agrícolas, terrenos forestados o áreas de conservación de la naturaleza (Romero y Vásquez, 2005).

1.2.1.- Relevancia y justificación

La implementación de un jardín diseñado y mantenido con criterios de uso eficiente del agua consume menor cantidad de agua de riego que se utiliza en un jardín convencional.

La arquitectura del paisaje en las zonas áridas, también conocida como xeriscape o jardín xerófito, se enfoca en el diseño sustentable del paisaje, teniendo como objetivo principal aplicar estrategias de diseño aptas para la sequía y adaptado en las condiciones locales. Un jardín diseñado y mantenido con criterios de uso eficiente de agua puede consumir una cuarta parte del agua de riego que se gasta en áreas verdes convencionales. Es bueno saber que para que un jardín de este tipo tenga una efectividad óptima es necesario conocer el suelo de este, siendo este tipo de conocimiento bastante vago en el común de la población. Al añadir material orgánico como paja, hojas o corteza refrescando la superficie del suelo, mejorando el drenaje, la penetración de la humedad y la capacidad del terreno de retener agua, obstaculizando así la evaporación (Terence C., 1998, Paisaje y diseño).

Existen muchos tipos de ornamentación, pudiendo usarse pasto, pero en bajas cantidades, intercambiándolo por piedras, arcilla o caminos, ya que el césped consume cerca de un 60% del agua de nuestros jardines.

No por tratarse de este tipo de jardines se obtiene un paisaje desértico, sino todo lo contrario si se sabe administrar y combinar con delicadeza y cuidado los diferentes tipos de flores, árboles y arbustos (Recursos Hídricos de la Naturaleza, 2007).

Llevar a cabo el diseño, la implementación y demostración de la disminución de las cantidades de agua utilizadas para el riego en jardines xerófitos.

1.3.- OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1- Objetivo General.

- Proponer estrategias de diseño Xeriscape para conjuntos habitacionales en altura en la comuna de Providencia.

1.3.2.- Objetivos Específicos.

- Definir el sistema xeriscape y cómo funciona.
- Comparar una jardinería xeriscape versus un jardín de diseño tradicional utilizado en Santiago.
- Implementación del sistema xeriscape en un edificio en la comuna de Providencia.
- Evaluar técnica y económicamente la implementación del sistema.

2. CLASIFICACIÓN DE LAS VARIABLES DE DISEÑO XERÓFITO

2.1 - PAISAJE XEROFITO

2.1.1.- Definición e historia del paisaje xerófito.

El concepto de xerojardinería se desarrolla en Estados Unidos en 1981, en el estado de Colorado, en un esfuerzo conjunto del Departamento de Aguas de Denver, la Universidad Estatal de Colorado y la Asociación de Paisajistas de Colorado. Un fuerte crecimiento de la población urbana en el Estado de Colorado a finales de los 70 provocó los primeros síntomas.

Los estados del oeste de los Estados Unidos reciben gran parte de la precipitación anual en primavera y otoño, sufriendo sequías periódicas durante el resto del año. Una intensa sequía que tuvo lugar en California en 1977 habría sido la señal de alarma: la jardinería, que siempre constituye el principal afectado por las restricciones de agua, debía adaptarse a las nuevas necesidades o bien resignarse a sufrir un deterioro en la calidad paisajística.

En 1986 se creó el National Xeriscape Council, organización no lucrativa, que estableció la marca comercial Xeriscape TM. Xeriscape viene del griego "xeros" (seco) y del inglés "landscape" (paisaje, jardín). Con el tiempo, el concepto del Xeriscape se extendió a lo largo de los Estados Unidos. Incluso en los estados de elevada pluviosidad, como Georgia, los problemas empezaron a hacerse evidentes durante la década de los 80, cuando la inmigración en los Estados Unidos alcanzó sus máximos; muchos de estos inmigrantes se instalaron en los estados sureños: Georgia, Florida, y la mayoría de ellos lo hicieron en zonas urbanas. La demanda de agua per cápita, además, se ha cuadruplicado en los últimos 25 años. La mayor parte del agua es consumida durante los meses de verano, debido principalmente al riego de los céspedes y de los jardines privados.

El día 31 de Marzo de 1993 dejó de existir el Nacional Xeriscape Council en los Estados Unidos. Los objetivos iniciales de la sociedad se han visto cumplidos con creces: la Xerojardinería ha evolucionado en los Estados Unidos de tal forma que su práctica y filosofía son ya de uso extendido en el ámbito de la jardinería americana. El Servicio Cooperativo de Extensión Agraria de la Universidad de Texas, es actualmente responsable en los Estados Unidos de centralizar la información correspondiente al tema de la Xerojardinería. El término "xeriscape" es ya de dominio público y no se requiere ningún permiso especial para aplicar sus pautas a nivel profesional. La aplicación de las técnicas de Xerojardinería se extiende hoy en día a 40 estados y se prevé que con el tiempo llegará a establecerse como norma en los Estados Unidos. Además, existen más de 100 programas educativos basadas en la Xerojardinería y los servicios municipales de jardinería y los de extensión agraria han adoptado ya los principios de la xerojardinería.

2.2 CRITERIOS DE XERISCAPE

Definición de un jardín

Se entenderá por jardín a todo espacio abierto asociado a un suelo natural, contenido dentro de un lote residencial, cuyo diseño y cuidado recaiga en él o los propietarios de una vivienda o un conjunto habitacional (SEH, 2009).

Todo jardín urbano estará conformado por un límite y una superficie.

El límite define el área que es extendida como jardín, mientras que la superficie corresponde al suelo expuesto a condiciones ambientales exteriores (sol, lluvia, viento y nieve).

La superficie de un jardín urbano, a diferencia de un patio doméstico, necesariamente debe poseer materia vegetal como césped, plantas, arbustos, árboles. Además, debe contar con superficies elaboradas y/o construidas con diversos tipos de pavimentos.

Como elementos complementarios un jardín puede existir mobiliarios asociados a las actividades que se llevan a cabo en él.

Dentro de un jardín urbano residencial existen dos parámetros esenciales para determinar su consumo hídrico:

-El porcentaje de material vegetal que posee en la superficie.

-Las unidades o sistemas que se emplean con fines prácticos como el riego, o, para el goce y la recreación como piletas y piscinas.

Cabe señalar que todo jardín urbano posee un mínimo de requerimientos hídricos, éstos pueden ir desde las lluvias estacionarias hasta complejos sistemas de irrigación.

Criterios de sostenibilidad en la jardinería.

Según una definición ampliamente aceptada, el desarrollo sostenible es aquel que resuelve las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de generaciones futuras. En relación con esta definición, resulta interesante el desarrollo de una jardinería con criterios ecológicos, entre los que se puede citar la disminución en el uso de fertilizantes y plaguicidas, la utilización de técnicas adecuadas de cultivo y el tratamiento y reutilización de los residuos generados, por ejemplo: mediante el compostaje de los residuos vegetales generados.

En el planeamiento urbanístico, es deseable garantizar la conectividad ambiental de las ciudades con el medio, creando una red de corredores entre espacios verdes mediante la utilización de alineaciones de arbolado e infraestructuras de jardinería.

En el diseño de espacios verdes se puede garantizar la adaptación al medio de las plantas como garantía de sostenibilidad, persiguiendo como objetivos el ahorro de

agua y la adaptación en la búsqueda de una naturalización de la jardinería, priorizando la utilización de especies vegetales propias del entorno y la distribución de las mismas formando estructuras o asociaciones semejantes a las naturales. También contribuyen a la naturalización el establecimiento de estructuras o asociaciones semejantes a las naturales. También contribuyen a la naturalización el establecimiento de estructuras que permitan la presencia de avifauna (cajas nidos, comederos y posaderos) y todo tipo de vida animal, así como la diversificación en el diseño, creando distintos ambientes que reflejen ecosistemas naturales (fluvial, matorral, arboleado).

La xerojardinería utiliza especies de plantas autóctonas de la región, las cuales optimizan el agua. Se debe aprender del paisaje natural que nos rodea es la clave.

El diseño del jardín

La jardinería es la conjunción del arte y la técnica para crear o imitar paisajes y ambientes rurales atractivos y vitales en los medios urbanos. El aumento de la población y de la calidad de vida en países desarrollados provee aumentos significativos de los espacios ajardinados y con ello el del consumo del agua. Por las razones expuestas, los diseñadores del paisaje deben ser posibles al problema de la escasez del agua creando espacios que contribuyan eficazmente a evitar usos indebidos de este recurso.

Cuando se crean nuevos espacios ajardinados, el proyectista debe resolver diferentes problemas, tales como la organización del espacio para los diferentes usos, la definición de los elementos duros o de las plantaciones indicando su tipo, tamaño, características y funciones en el contexto del espacio transformado y la implantación de las tecnologías más adecuadas para el sostenimiento del jardín.

Es bastante frecuente que la parte verde del jardín se elija básicamente por criterios ornamentales, considerando las propiedades visuales de las plantas tales como el tamaño, la forma, el color y la textura, utilizados por el diseñador para crear diferentes efectos de contraste o armonía, transiciones, entre otros, olvidando frecuentemente las necesidades medioambientales y abusando del empleo de los céspedes. Esto genera habitualmente jardines de requerimientos hídricos superiores a lo que sería deseable.

La xerojardinería engloba un conjunto de prácticas y técnicas avanzadas para la creación de jardines sin merma alguna en su potencial ornamental, pero que utiliza cantidades de agua muy inferiores a las utilizadas en el diseño libre. Para ello se manejan plantas y sistemas de riego muy eficientes y se adoptan medidas para evitar pérdidas de agua. La xerojardinería no implica la privación total del agua, ni tampoco se basa en el monocultivo, las cactáceas y el uso masivo de pavimentos. Es una jardinería muy tecnificada y adaptada al medio para generar un ahorro importante de agua. Se deben adoptar una serie de medidas que comienzan en el diseño y finalizan con el mantenimiento.

2.3 PRINCIPIOS DEL JARDÍN XERÓFITO

La región Metropolitana posee un clima templado cálido con lluvias invernales y una estación seca prolongada de 7 a 8 meses, en que llueve menos de 40mm. El agua caída en verano inclusive puede ser menor a 1mm.

A continuación los 7 principios del jardín xerófito:

2.3.1 Planificación y diseño adecuado: Tipos de jardines por tamaño y cobertura vegetal.

2.3.1.1 Planificación y diseño

Como cualquier otro diseño de jardín, el paso más importante y previo a todo lo demás es la minuciosa planificación, para lo que se debe reunir el máximo de información posible relativa a la orientación del terreno, dirección de vientos dominantes, clima de la zona, situación de vías de comunicación, disponibilidad de agua, estudio del terreno y características del suelo (textura y estructura), infraestructuras existentes o próximas, vegetación circundante, perspectivas y puntos de vista, alineaciones, usuarios a los que va destinado el jardín y funcionalidad de éste, etc. Es obvio pensar que cuantos más datos se manejan y se tengan en cuenta, menos cosas quedarán al azar o a la improvisación.

Teniendo en cuenta todo y sabiendo que la principal finalidad de un xerojardín es el ahorro de agua, se realiza la selección de especies vegetales que cumplen las diversas funciones (tapizantes, pantallas, alineaciones, borduras, entre otros.), pero siempre eligiendo plantas eficientes en agua, tratando asimismo de agruparlas en zonas con similares necesidades hídricas (hidrozonas).

Para la planeación de un jardín xerófito es necesario conocer el emplazamiento, situación geográfica y el entorno urbano del terreno, además del origen y calidad del origen del agua. En el diseño se definen las pendientes de escurrimiento, las zonas de sol y penumbra, las áreas de actividades (recreación, tránsito, plantación) y microclimas que existirán al interior del jardín.

La ventaja del uso de especies autóctonas es que requieren menos mantenimiento puesto que son más resistentes a la falta de agua, a los suelos, a las plagas, a las enfermedades, entre otros.

- Pendiente: Se recomienda en lugares donde exista una gran pendiente eliminarla y hacerla mínima.
- Para ahorrar agua se protege el sol con sombra: árboles o con una pérgola con trepadoras.
- Se debe proteger del viento ya que es otra secante para las plantas. Setos, masas de árboles, vallas, lámina de brezo¹, cañizos, entre otros.

- No se debe plantar demasiado apretado, dar espacio a las plantas para que se desarrollen bien de acuerdo a su tamaño.
- Crear grupos y macizos similares a los que la Naturaleza forma en el campo. Los grupos tupidos de plantas crean microclimas para retener humedad, dar sombra al suelo, proteger las plantas pequeñas del viento y evitar malas hierbas.
- Arbusto enano y reptante, de tallo ramoso, hojas perennes y aciculares, flores pequeñas blancas, moradas o rosadas y fruto en forma de cápsula rodeado por la flor y separado en cuatro valvas; puede alcanzar hasta 25 centímetros de altura.
- En los bordes del césped que es donde cae más agua, se debe aprovechar para plantar las especies que más agua necesiten.
- Usa Plantas Tapizantes, también llamadas Alfombrantes, para cubrir el suelo (Salvia; vinca).
- Utilizar materiales naturales, baratos y duraderos en la construcción del jardín. Por ejemplo, las ramas gruesas y troncos pueden servir para decorar.
- Colocar farolas y balizas fotovoltaicas que se alimentan de energía solar.

Respecto a la vegetación es de suma importancia definir las hidrozonas, consistentes en la agrupación o zonificación de las especies de acuerdo a sus necesidades de agua. Aquellas plantas que requieren más agua deben plantarse a la sombra, resguardadas del viento y del sol. Los árboles ayudan a reducir la evaporación, bloqueando el viento y otorgando sombra a la tierra.

La figura 2 muestra un ejemplo de jardín indicando las zonas con su consumo hídrico, dependiendo del alto a bajo tránsito de personas.

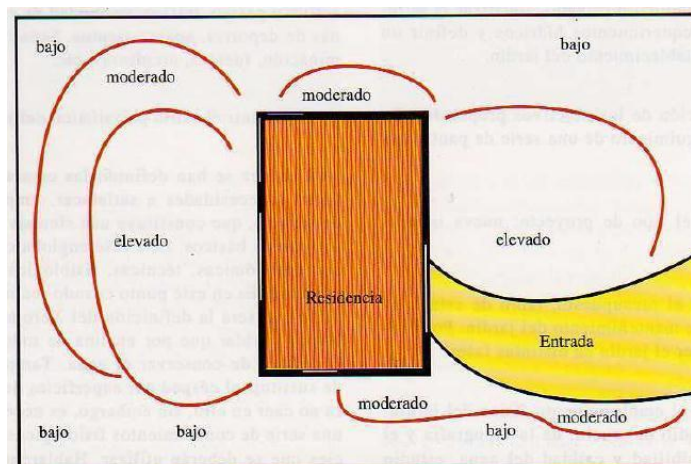


Figura 2.1: Consumo hídrico necesario dependientes del nivel de tránsito peatonal.
[Fuente: Burés, S (1993)]

Existen 4 tipos de hidrozonas:

Hidrozona principal; área de mayor actividad humana e interacción con el espacio verde. Se localiza cerca de las viviendas para dar mayor sensación de frescor.

Hidrozona secundaria; visualmente importante, pero con menor tráfico, son funcionalmente más pasiva y sirven para delimitar espacios y diseños.

Hidrozona mínima; contempla las plantas que requieren una cantidad mínima de agua para sobrevivir, prácticamente estas zonas no tienen contacto con la gente.

Hidrozona elemental; incluye especies capaces de sobrevivir sólo con las precipitaciones naturales, rara vez interactúan con las actividades humanas. Son áreas utilitarias con mulching y plantas autóctonas.

2.3.2 Estudio de suelos: Tipos de suelo y su relación con el buen uso del jardín.

2.3.2.1 Origen de los suelos:

Los suelos provienen de la alteración –tanto física como química- de las rocas más superficiales de la corteza terrestre. Este proceso, llamado meteorización favorece el transporte de los materiales alterados que se depositarán posteriormente formando alterita, a partir de la cual y mediante diversos procesos se consolidará el suelo.

Aunque posteriormente se establecerán diversas clasificaciones específicas, pueden diferenciarse en una primera aproximación, diversos tipos de suelos en función de la naturaleza de la roca madre y del tamaño de las partículas que lo componen.

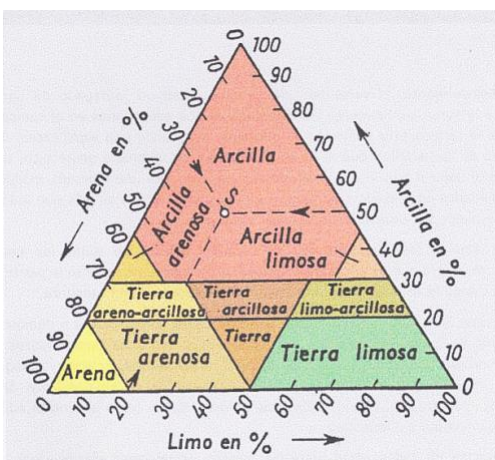


Figura 2.2: Clasificación de un suelo.
[Fuente: Luis Bañón Blázquez].

Se debe realizar un estudio de la textura y estructura del suelo y se hacen enmiendas si son necesarias o factibles económicamente. De igual forma se hace un análisis químico del suelo determinando, entre otras cosas, su pH. Si fuese necesario y

permisible se hacen las enmiendas adecuadas, aunque es mucho más económico seleccionar las plantas adecuadas al pH existente. Se toman muestras del subsuelo y de la capa superior, ya que el desarrollo radicular se realiza en zonas muy diferentes entre las plantas herbáceas y las plantas leñosas.

El conocimiento de todos estos datos permite tomar decisiones de abonados y/o estercoladuras de fondo que mejoren la estructura del suelo, así como la selección de aquellas especies adecuadas a las características del suelo.

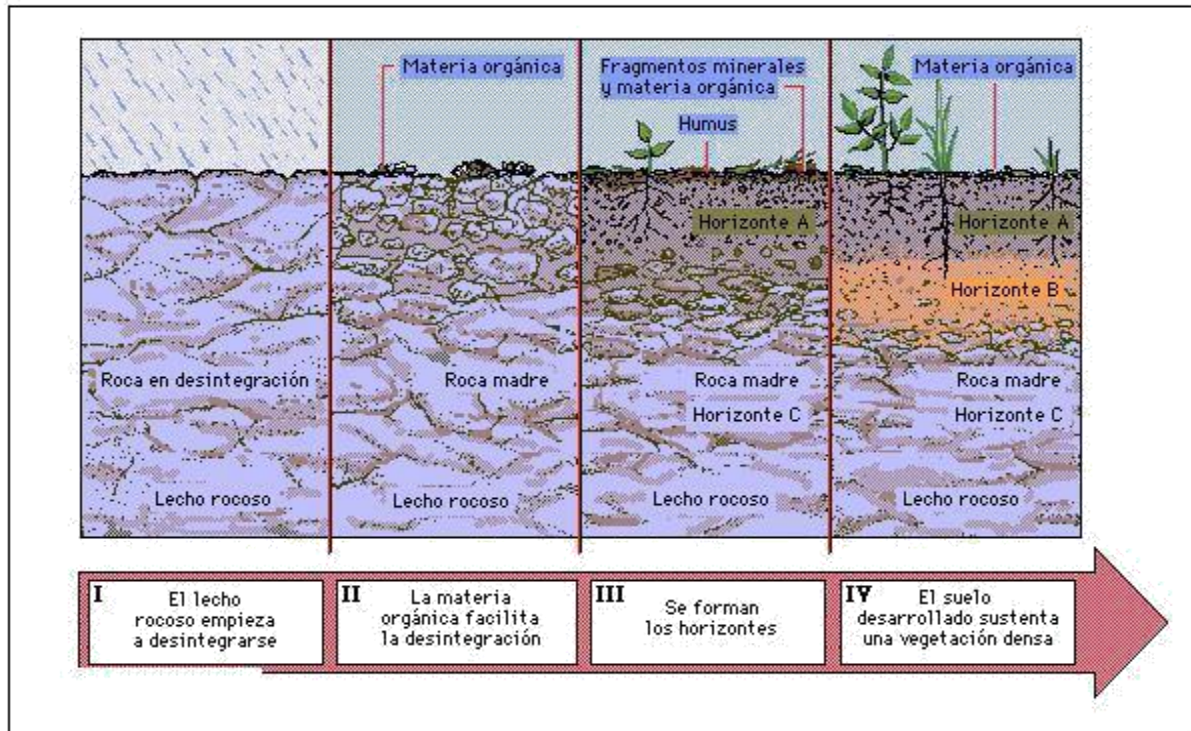


Figura 2.3: Formación del suelo.
[Fuente: <http://www.fortunecity.es>]

Los componentes primarios del suelo son:

1. compuestos inorgánicos, no disueltos, producidos por la meteorización y la descomposición de las rocas superficiales;
2. los nutrientes solubles utilizados por las plantas;
3. distintos tipos de materia orgánica, viva o muerta y
4. gases y agua requeridos por las plantas y por los organismos subterráneos.

2.3.2.2 Clases de suelo:

Los suelos muestran gran variedad de aspectos, fertilidad y características químicas en función de los materiales minerales y orgánicos que lo forman. El color es uno de los criterios más simples para calificar las variedades de suelo. La regla

general, aunque con excepciones, es que los suelos oscuros son más fértiles que los claros. La oscuridad suele ser resultado de la presencia de grandes cantidades de humus. A veces, sin embargo, los suelos oscuros o negros deben su tono a la materia mineral o a humedad excesiva; en estos casos, el color oscuro no es un indicador de fertilidad.

Los suelos rojos o castaño-rojizos suelen contener una gran proporción de óxidos de hierro (derivado de las rocas primigenias) que no han sido sometidos a humedad excesiva. Por tanto, el color rojo es, en general, un indicio de que el suelo está bien drenado, no es húmedo en exceso y es fértil. En muchos lugares del mundo, un color rojizo puede ser debido a minerales formados en épocas recientes, no disponibles químicamente para las plantas. Casi todos los suelos amarillos o amarillentos tienen escasa fertilidad. Deben su color a óxidos de hierro que han reaccionado con agua y son de este modo señal de un terreno mal drenado. Los suelos grisáceos pueden tener deficiencias de hierro u oxígeno, o un exceso de sales alcalinas, como carbonato de calcio.

La textura general de un suelo depende de las proporciones de partículas de distintos tamaños que lo constituyen. Las partículas del suelo se clasifican como arena, limo y arcilla. Las partículas de arena tienen diámetros entre 2 y 0,05 mm, las de limo entre 0,05 y 0,002 mm, y las de arcilla son menores de 0,002 mm. En general, las partículas de arena pueden verse con facilidad y son rugosas al tacto. Las partículas de limo apenas se ven sin la ayuda de un microscopio y parecen harina cuando se tocan. Las partículas de arcilla son invisibles si no se utilizan instrumentos y forman una masa viscosa cuando se mojan.

2.3.2.3 Clasificación de los suelos

Características Organolépticas

Gravas	Partículas visibles y gruesas >2mm
Arenas	Partículas visibles y finas < 2mm
Limos	Partículas no visibles y tacto áspero
Arcillas	Partículas no visibles y tacto suave

2.3.2.3.1 Granulometría

Se refiere a las proporciones relativas en que se encuentran las diferentes partículas minerales del suelo (grava, arena, limo y arcilla) expresada con base al peso seco del suelo (en %) después de la destrucción de los agregados.

La granulometría estudia la distribución de las partículas que conforman un suelo según su tamaño. La variedad de tamaño de las partículas es ilimitada.

Tamaño de las Partículas

El tamaño de las partículas independientemente del lugar de origen varía en un amplio rango. Los suelos se clasifican en grava, arena, limo o arcilla, dependiendo del tamaño predominante de las partículas, estas partículas pueden tener materia orgánica.

El tamaño de las partículas independientemente del lugar de origen varía en un amplio rango. Los suelos se clasifican en grava, arena, limo o arcilla, dependiendo del tamaño predominante de las partículas, estas partículas pueden tener materia orgánica.

La textura y propiedades físicas dependen del tamaño. Mayor tamaño de partículas significa mayor tamaño entre ellas, resultando un suelo más poroso; menor tamaño de partícula significa menor tamaño entre ellas dificultando el paso del agua y de aire, de esta forma este suelo será menos poroso.

Para clasificar los constituyentes del suelo según su tamaño de partículas, se han establecido muchas clasificaciones granulométricas. Los valores de los límites difieren para definir cada clase.

Como se observa en la tabla 2.1 se clasifican los tipos de suelo según su clasificación granulométrica.

Tamiz (ASTM)	Tamiz (Nch) (mm.)	Abertura real (mm.)	Tipo de suelo
3 "	80	76,12	} GRAVA
2 "	50	50,80	
1 1/2 "	40	38,10	
1 "	25	25,40	
3/4 "	20	19,05	
3/8 "	10	9,52	} ARENA GRUESA
N° 4	5	4,76	
N° 10	2	2,00	} ARENA MEDIA
N° 20	0,90	0,84	
N° 40	0,50	0,42	
N° 60	0,30	0,25	} ARENA FINA
N° 140	0,10	0,105	
N° 200	0,08	0,074	

Tabla 2.1: Análisis Granulométrico.
[Fuente: Análisis granulométrico Elaboración propia].

2.3.2.4 Los tipos de suelo y sus propiedades:

Determinación del tamaño de las partículas

Las partículas forman agregados, por esto antes de proceder a separar las diferentes fracciones hay una fase previa de preparación de la muestra.

Después de preparar la muestra se realiza un análisis mecánico, el que consiste en determinar el tamaño de las partículas por tamizado o sedimentación.

Los suelos se dividen en clases según sus características generales. La clasificación se suele basar en la morfología y la composición del suelo, con énfasis en las propiedades que se pueden ver, sentir o medir por ejemplo, la profundidad, el color, la textura, la estructura y la composición química. La mayoría de los suelos tienen capas características, llamadas horizontes; la naturaleza, el número, el grosor y la disposición de éstas también es importante en la identificación y clasificación de los suelos.

Las propiedades de un suelo reflejan la interacción de varios procesos de formación que suceden de forma simultánea tras la acumulación del material primigenio. Algunas sustancias se añaden al terreno y otras desaparecen. La transferencia de materia entre horizontes es muy corriente. Algunos materiales se transforman. Todos estos procesos se producen a velocidades diversas y en direcciones diferentes, por lo que aparecen suelos con distintos tipos de horizontes o con varios aspectos dentro de un mismo tipo de horizonte.

Los suelos que comparten muchas características comunes se agrupan en series y éstas en familias. Del mismo modo, las familias se combinan en grupos, y éstos en subórdenes que se agrupan a su vez en órdenes.

Los nombres dados a los órdenes, subórdenes, grupos principales y subgrupos se basan, sobre todo, en raíces griegas y latinas. Cada nombre se elige tratando de indicar las relaciones entre una clase y las otras categorías y de hacer visibles algunas de las características de los suelos de cada grupo. Los suelos de muchos lugares del mundo se están clasificando según sus características lo cual permite elaborar mapas con su distribución.

Dentro de un jardín existen zonas diferenciadas. Por ejemplo, si está en pendiente, la zona baja es más profunda en cuanto a tierra fértil, ya que recibe suelo erosionado de la zona superior donde crecen mejor las plantas.

2.3.2.4.1 Suelos granulares

Este tipo de suelos está formado por partículas agregadas y sin cohesión entre ellas dado el gran tamaño de las mismas. Su origen obedece fundamentalmente a procesos de meteorización física o fenómenos de hidratación física.

El tipo de transporte condiciona en buena medida sus características granulométricas. Así, un suelo de origen eólico presenta un tamaño uniforme de sus partículas; si el transporte es fluvial, presenta una granulometría progresiva en función de la energía del medio; por el contrario, en medios glaciares no existe un patrón granulométrico definido, dándose un amplio espectro de tamaños de grano.

Las características principales de este tipo de suelos son su buena capacidad portante y su elevada permeabilidad, lo que permite una rápida evacuación del agua en presencia de cargas externas. Esta capacidad de drenaje es proporcional al tamaño de

las partículas, o dicho de otro modo, al volumen de huecos o porosidad del suelo. Es destacable que para un determinado grado de humedad, las partículas más finas presentan una cohesión aparente que desaparece al variar el contenido de agua.

Dentro de esta clase de suelos se distinguen dos grandes grupos: el de las gravas y el de las arenas. El límite entre ambos grupos viene dado por su granulometría, considerándose arena la fracción de tamaño inferior a 2mm. Dentro de esta clasificación pueden establecerse otras subdivisiones.

Las características mecánicas y resistentes de los suelos granulares vienen determinadas por el ángulo de rozamiento interno entre partículas, así como su módulo de compresibilidad.

2.3.2.4.2 Suelos cohesivos

Se caracterizan por un tamaño más fino de sus partículas constituyentes (inferior a 0,08mm), lo que les confiere unas propiedades de superficie ciertamente importantes. Esto se debe a que la superficie específica –relación entre la superficie y el volumen de un cuerpo- de dichas partículas es más que considerable.

La cohesión es la principal propiedad desde el punto de vista mecánico de este tipo de suelos; se define como la fuerza interparticular producida por el agua de constitución del suelo, siempre y cuando este no se encuentre saturado. La cohesión es importante desde el punto de vista de la estabilidad de taludes, ya que aumenta la resistencia de un suelo frente a esfuerzos cortantes de cizalla.

Dentro de los suelos cohesivos también se puede establecer una subdivisión en dos grandes grupos: los limos –de origen físico- formados por partículas de grano fino (entre 0,02 0,002mm), y las arcillas, compuestas por un agregado de partículas microscópicas procedentes de la meteorización química de las rocas.

Lo que realmente diferencia a los limos de las arcillas son sus propiedades plásticas: mientras que los primeros son arcillas finísimas de comportamiento inerte frente al agua, las arcillas –debido a la forma lajosa de sus granos y a su reducido tamaño-acentúan los fenómenos de superficie, causa principal de su comportamiento plástico.

Este tipo de suelos se caracteriza por su baja permeabilidad, al dificultar el paso del agua por el reducido tamaño de sus poros, y su alta compresibilidad; de este modo los suelos arcillosos, limosos e incluso arenosos los que pueden colapsar –comprimirse de forma brusca- simplemente aumentando su grado de humedad hasta un valor crítico (entre el 85% para arcillas y el 40-60% para arenas y limos), al romperse los enlaces que unen unas partículas con otras. Esta importante propiedad se emplea de forma directa en la compactación de suelos.

2.3.2.4.3 Suelos orgánicos

Dentro de esta categoría se engloban aquellos suelos formados por la descomposición de restos de materia orgánica de origen animal o vegetal - predominando esta última- y que generalmente cubren los primeros metros de superficie.

Se caracterizan por su baja capacidad portante, alta compresibilidad y mala tolerancia de agua, a lo que debe unirse la existencia de procesos orgánicos que pueden reducir sus propiedades resistentes. Este tipo de suelo es nefasto para la ubicación de cualquier obra de infraestructura, por lo que deben eliminarse mediante operaciones previas de desbroce.

En el caso de existir formaciones más profundas de materia orgánica, como puede ser el caso de depósitos de turba, es preferible evitar el paso del camino por ellas. Cuando esto no sea posible, deberán tomarse precauciones especiales que garanticen la estabilidad del terreno, estabilizándolo física o químicamente.

2.3.2.5 Rellenos

Se entiende por relleno todo depósito de materiales procedentes de aportes de tierras procedentes de otras obras. También se puede entender por relleno todo depósito de escombros procedentes de demoliciones, vertederos industriales, basureros, entre otros, aunque no pueden ser considerados como terrenos aptos para la ubicación de cualquier tipo de construcción.

La problemática que presentan este tipo de suelos artificiales es su baja fiabilidad, ya que por lo general no suelen compactarse al ser depositados (la compactación de la tierra sobrante supone un costo adicional innecesario desde el punto de vista de un empresario que realice la obra).

El comportamiento mecánico esperable es bajo, ya que al no encontrarse compactados presentarán altos índices de compresibilidad y la aparición de asientos excesivos e impredecibles. Para mitigar este problema, debe mejorarse la compacidad del mismo empleando métodos de precarga del terreno (método muy lento) o inundarlo para provocar su colapso, en el caso que su estructura interna sea inestable. También se puede optar por reemplazarlo por otro tipo de terreno, opción de costo muy elevado.

2.3.2.6 Textura del suelo:

- a. Textura arcillosa: predomina la arcilla.
- b. Textura arenosa: predomina la arena.
- c. Textura franca: predomina el limo.
- d. Textura franco-arcillosa: predomina la arcilla y el limo.
- e. Textura franco-arenosa: predomina el limo y la arena.
 - Arcilla: Son partículas minerales que miden menos de 0,001 milímetros.
 - Limo: Son partículas minerales de entre 0,001 y 0,01 milímetros.

- Arena: Son partículas minerales de entre 0,01 y 0,1 milímetros.

2.3.2.7 Drenaje de suelos

El Drenaje consiste en la remoción del exceso de agua de la superficie del suelo y/o del perfil del suelo de un terreno, tanto por gravedad como por medios artificiales. Existen dos tipos de drenaje, éstos se diferencian en el sitio de donde es removida el agua: cuando el exceso de agua es removido de la porción superficial del suelo, el drenaje se denomina superficial, mientras que cuando el exceso de agua es removido del perfil del suelo, se denomina subsuperficial.

El objetivo general del drenaje es de garantizar una zona radical aireada.

Fuente de los Excesos de Agua:

El exceso de agua en un suelo puede deberse a diversos factores como:

- Precipitación Excesiva.
- Filtraciones subterráneas de áreas adyacentes (por ejemplo Embalses Adyacentes).
- Ascenso Capilar.
- Desbordamientos por canales o cauces naturales (sobre zonas bajas).
- Aplicación de Agua con fines especiales (como el lavado de sales y control de temperatura).

Factores que contribuyen al exceso de agua en el suelo:

Entre los factores que contribuyen al exceso de agua en el suelo están: Textura del Suelo, Estructura del Suelo, Permeabilidad del Suelo, La Topografía, La Formación Geológica, La Compactación y La Precipitación.

Textura del Suelo:

La composición de arenas, limos y arcillas en las partículas sólidas minerales en el suelo se denomina textura. Para una textura arcillosa, por ejemplo, el contenido de mineral podría consistir en un 40% de arcilla, 30% de limos y un 30% de arenas. La textura del suelo puede tener un efecto importante en que tan bien el suelo retiene el agua, y que tan fácil se puede mover dentro del suelo. Los suelos de texturas finas tienen un gran porcentaje de arcillas y limos. Estos suelos generalmente retienen el agua, pero tienen un mal drenaje. Las texturas gruesas tienen un gran porcentaje de arena y grava. Estos suelos son buenos drenantes pero son malos retenedores de agua.

Estructura del Suelo:

La disposición de las partículas minerales de un suelo es lo que se denomina estructura del suelo. Una estructura granular ayuda a mejorar el movimiento de agua en el suelo, pero una estructura masiva (que carece de cualquier arreglo distinto de las partículas de suelo) generalmente disminuye el movimiento del agua.

Permeabilidad:

En términos generales, la facilidad relativa con la que el agua se puede mover a través de un bloque de suelo es denominada permeabilidad del suelo. La permeabilidad del suelo es afectada por su textura, estructura, por actividades humanas y otros factores.

Topografía:

La forma y la pendiente de la superficie del suelo pueden generar condiciones de terreno húmedo, especialmente alrededor de depresiones donde el agua se tiende a acumular. Sin una salida el agua podría drenarse muy lentamente.

Formación Geológica:

La formación geológica subyacente de un suelo, puede impactar el drenaje de agua de un suelo. Por ejemplo, un suelo tiene propiedades de textura y estructura beneficiosas para el movimiento del agua. Sin embargo si la formación geológica subyacente de este suelo consiste en Arcilla Densa o Roca Solida, se podría restringir el movimiento descendente del agua, causando que el suelo encima de la formación permanezca saturado durante ciertas épocas del año.

Compactación:

Las actividades humanas pueden ayudar a crear problemas de exceso de agua. Por ejemplo, los equipos que operan sobre un suelo húmedo pueden compactar el suelo y destruir su estructura. La capa de suelo que esta compactada generalmente no tiene estructura, y la mayoría de vacíos en esta capa habrán sido eliminados. Los vacíos son espacios abiertos entre las partículas de suelo que se pueden llenar con agua, aire o una combinación de ambos. El agua del suelo tiende a acumularse por encima de la capa compactada debido a que el movimiento de agua a través de la capa compactada está severamente restringido. Si la capa compactada se localiza en la superficie del suelo muy poca agua entrara al suelo y se generará escorrentía que crearía un riesgo enorme de erosión y/o inundación.

Precipitación:

Los suelos pueden manejar ciertos niveles de precipitación, sin que se produzca escorrentía y/o inundaciones, sin embargo el exceso de precipitación, frecuentemente produce exceso en las condiciones de agua del suelo. Además, las tormentas frecuentemente resultan en escorrentía debido a que la tasa de precipitación es mayor a la tasa de infiltración de agua en el suelo.

¿Por qué es necesario un Buen Drenaje?

Los excesos de agua en el suelo pueden tener consecuencias severas, entre estas podemos contar lo indicado en la tabla 2.2:

La Salinidad.	La salinidad en los suelos es consecuencia de un drenaje deficiente, en los terrenos mal drenados se acumulan sales disueltas en el agua de riego o de escorrentía, pudiendo salinizar la solución del suelo y sodificar el complejo de cambio. La salinidad tiene efectos negativos en la fisiología de las plantas.
Deficiencia de Oxígeno.	Cuando el oxígeno disponible disminuye, por el exceso de agua, por debajo de unos niveles que son distintos para cada planta, las raíces disminuyen sus actividades fisiológicas, con las siguientes repercusiones.
Alteración de las actividades microbianas y alteración en los aportes de nutrientes.	Con la disminución del contenido de oxígeno la microflora desaparece gradualmente, siendo sustituida por organismos anaeróbicos, que pueden influir en la disponibilidad de ciertos elementos, cuyo equilibrio es importante para la planta.
Problemas con las labores y el control de malezas.	Trabajar en suelos con contenidos de humedad altos, en muchos suelos arcillosos, origina la destrucción de agregados y dispersión de partículas de suelo.
Enfermedades y Plagas.	La humedad del suelo afecta de forma distinta a los agentes de enfermedades de las plantas, generando podredumbre, hongos e incluso enfermedades víricas.
Disminución de la productividad.	Los niveles excesivamente altos de agua en el suelo, incluso de corta duración, pueden ejercer una influencia en la producción, dependiendo de las fases de desarrollo de las plantas en el momento en que se producen.

Tabla 2.2: Consecuencias de un mal drenaje.
[Fuente: Elaboración Propia].

Los suelos arcillosos suelen tener un mal drenaje, es decir, se encharcan, incluso durante días, si te pasas con el riego o llueve mucho. Aunque no todos los suelos arcillosos drenan mal. Este es un gran problema, sobre todo en las zonas bajas, que es donde se acumula más agua. La mayoría de las plantas se pudren en estas condiciones.



Figura 2.4: Suelo arcilloso.
[Fuente: <http://www.ciren.cl>]

Para eliminar un mal drenaje se debe:

Instalar tubos de drenaje:

Se hace colocando tubos corrugados perforados especiales para el drenaje a unos 40-50 centímetros de profundidad, en zanjas de 50 cm. de ancho separadas a 2 ó 3 m. Se dispone de estos tubos en paralelo, conectándolos todos a uno que tenga la función de recolector principal y evacúe el agua. Puede estar éste en el centro o en un lateral.

Se coloca en el fondo de las zanjas una capa de grava (8-10 cm.), después los tubos sobre ella, otra capa de grava sobre dichos tubos (20-25 cm.) y sobre ésta capa una tela geotextil, para que no se mezcle la tierra con la grava pero sí el agua. Finalmente se completa con tierra (25-30 cm.) a poder ser mezclada con arena.

Crear pendientes:

Evitar que se acumule agua de lluvia como de riego en determinadas zonas moldeando el terreno para que el agua escurra hacia fuera de la zona donde haya plantas, en ese lugar se deba recolectar el agua con una canaleta.

Aportar arena:

Aumenta la porosidad del suelo. Lo más frecuente con arena son unos 2 ó 3 metros cúbicos por cada 100 m² de superficie.

Aportar materia orgánica al suelo:

La materia orgánica (estiércol, mantillo, turba, entre otros.) esponja da una buena estructura al suelo y mejora la infiltración de agua. Se recomienda mezclar arena con materia orgánica.

Eliminar las malas hierbas:

Es preciso eliminar las malas hierbas haciendo escarificados (mínimo 1 al año, en primavera). Con el transcurso de los años se va compactando el suelo. Un suelo compactado tiene un mal drenaje. También es muy bueno pinchar el suelo.

Abonado:

Los suelos arcillosos almacenan muchos nutrientes minerales y los retienen mejor después de la lluvia y el riego.

Plantación:

Al momento de plantar, aportar mantillo o turba para esponjar el suelo y airearlo.



Figura 2.5: Suelo arenoso.
[Fuente: <http://www.ciren.cl>]

Estos suelos se secan muy pronto y se deben regar con bastante frecuencia y poca cantidad. El riego por goteo es ideal en un suelo arenoso.

En un suelo arenoso es más difícil para una planta aguantar la sequía que en uno arcilloso.

Este tipo de suelo no retiene los nutrientes, puesto que, la lluvia y el riego lavan la zona de las raíces perdiéndose en profundidad.

Las raíces Tienen de positivo que las raíces disfrutan de una buena aireación por la mayor porosidad existente.

Profundidad

Existen suelos que pueden tener poca profundidad, una roca dura no es atravesable por las raíces.

La figura 2.6 ejemplifica la profundidad de las raíces:

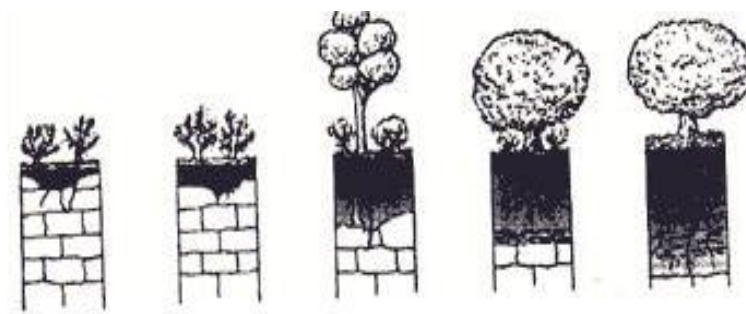


Figura 2.6: Profundidad de las raíces.
[Fuente: <http://www.ciren.cl>].

Una plantación frutal no se debe realizar en un suelo poco profundo (menor de 1,5 m de profundidad), ya que las raíces no pueden desarrollarse en un suelo duro.

Si la capa rocosa está a menos de 80 centímetros de profundidad, se está en presencia de un suelo no profundo. Para solucionar este problema se debe realizar una capa de 30 centímetros de tierra vegetal.

PH

El pH se expresa con un número y en el 95% de los suelos está comprendido entre 5 y 8,5.

- Suelo ácido: tiene un pH menor de 7.
- Suelo neutro: tiene un pH más o menos de 7.
- Suelo básico o alcalino: tiene un pH mayor de 7.

Un terreno ácido tiene el problema de que escasean algunos nutrientes esenciales para las plantas: Calcio, Magnesio, Fósforo, Molibdeno y Boro. Así que si se sospecha de que las plantas están sufriendo carencias de estos elementos se les debe aportar mediante fertilizantes e intentar subir el pH.

Por el contrario, abunda el hierro, incluso puede producir toxicidad por exceso. También hay mucho Manganeso y Zinc.

Si el suelo es muy ácido ($\text{pH} < 5,5$) es desfavorable para la mayoría de las plantas y sería muy conveniente subir ese pH. Se hace incorporando caliza molida. Esto se llama hacer un encalado.

Si existe un pH 7 es ideal para todo tipo de plantas, ya que, se encuentran todos los nutrientes necesarios para que sobrevivan las especies.

En un suelo con un pH menor a 7 las hojas se colocan de un color amarillo y darán pocas flores. Esto se debe a la escasez de hierro, manganeso, zinc, cobre y boro esenciales para las plantas.

La figura 2.7 muestra un ejemplo de hojas con pH inferior a 7:



Figura 2.7: Hojas con cantidad de pH inferior a 7.
[Fuente: <http://www.viveroanasac.cl>].

Usar abonos acidificantes como el sulfato amónico, el nitrato amónico, fosfato amónico, entre otros.

Abonar con bastante materia orgánica, por ejemplo: con estiércol, que también acidifica.

La figura 2.8 muestra un ejemplo de la piedra caliza:



Figura 2.8: Piedra caliza.
[Fuente: <http://www.educarchile.cl>]

La caliza es un tipo de mineral de los muchos que podemos encontrar en cualquier suelo. Ocurre que es especial debido a su abundancia y a su influencia sobre en las propiedades del suelo. La caliza se encuentra en prácticamente todos los suelos, en mayor o en menor cantidad.

La caliza alcaliniza el suelo, es decir, sube el pH. Un suelo con abundante caliza suele tener un pH alto. Si un suelo es calizo es de pH alcalino, aunque no siempre es

así. A nivel práctico se dice: suelo calizo=suelo alcalino=suelo con pH alto. Por tanto, lo mismo que decía antes: en un suelo así no plantar Camelias, Hortensias, Gardenias, y otras muchas plantas acidófilas.

La figura 2.9 muestra un ejemplo de materia orgánica:



Figura 2.9: Materia orgánica
[Fuente: <http://www.madrimasd.org>]

La materia orgánica del suelo se refiere al humus que contiene. En un suelo hay más materia orgánica que no es humus: restos de hojas a medio descomponer, insectos, hongos y bacterias, el compost recientemente incorporado, entre otros.

Cuando cae una hoja al suelo esa hoja es inmediatamente atacada por hongos y bacterias e inician su descomposición. El resultado es:

- Un porcentaje de la hoja se convierte en nutrientes minerales (nitrógeno, fósforo, potasio) que pueden ser tomados directamente por las raíces.
- Y otra parte de esa hoja se transforma en humus. Lo mismo ocurre con cualquier otra materia orgánica que se acondicione al suelo, por ejemplo, el estiércol, un compost. Son atacados por los microorganismos y hay producción de humus por un lado y producción de nutrientes minerales para las plantas por otro.

Con los años, ese humus nuevo formado, también se transformará en minerales, pero mucho más lentamente. Terminará por desaparecer como humus, pero después de más de 3 años.

La figura 2.10 muestra un suelo transformado en humus:



Figura 2.10: Suelo convertido en humus.
[Fuente: <http://www.fao.org>]

El humus es una sustancia muy especial y beneficiosa para el suelo y la planta. Tiene unas cualidades que aporta diversos beneficios:

- Agregar las partículas y esponja el suelo, mejorando por tanto su estructura.
- Retienen agua y minerales y así no se lavan y pierden en profundidad; igual que hace la arcilla.
- Aporta nutrientes minerales lentamente para las plantas a medida que se descompone (nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio).
- El humus tiene otros beneficios menos estudiados pero muy interesantes. Produce activadores del crecimiento que las plantas pueden absorber y favorece la nutrición y resistencia: vitaminas, reguladores de crecimiento y sustancias con propiedades antibióticas.

Las raíces, indudablemente, se encuentran mejor en un suelo rico en humus que en uno pobre en esta sustancia.

2.3.2.8 Contenido de Nutrientes en el Suelo

Todas las plantas necesitan tomar del suelo 13 elementos minerales. Son los nutrientes minerales esenciales. De tal manera que si en un suelo no hubiese nada, cero gramos, de cualquiera de ellos, la planta moriría, puesto todos son imprescindibles.

Afortunadamente, en los suelos siempre hay de todo, por lo menos algo, aunque en unos más que en otros. No obstante, se pueden presentar carencias. Un ejemplo muy típico es el del Hierro (Fe). En suelos de pH alto, es decir alcalinos (calizos) es frecuente que falte el Hierro que se encuentra insolubilizado, es decir, se encuentra como mineral que no puede ser tomado por las raíces. En plantas que son sensibles a la carencia de hierro la consecuencia de esto es que se vuelven las hojas amarillas. Por

ejemplo una Azalea, una Hortensia, un Naranja, un Roble, etc. plantados en estos suelos sufrirán clorosis férrica.

Los 13 elementos esenciales son los siguientes:

Macro nutrientes: las plantas los tomas en grandes cantidades.

- Nitrógeno (N).
- Fósforo (P)
- Potasio (K).
- Calcio (Ca).
- Magnesio (Mg).
- Azufre (S).

Micronutrientes u oligoelementos: las plantas los toman en pequeñas cantidades.

- Hierro (Fe).
- Zinc (Zn).
- Manganeseo (Mn).
- Boro (B).
- Cobre (Cu).
- Molibdeno (Mo).
- Cloro (Cl).

Un suelo debe ser analizado para saber los nutrientes que posee solo cuando se utilizará en la agricultura.

Mediante los abonos o fertilizantes aportamos al suelo nutrientes minerales que las plantas van consumiendo.

Tus plantas las puedes fertilizar con dos tipos de abonos:

- Abonos orgánicos.
- Abonos químicos o minerales.

Los abonos orgánicos como el estiércol, el compost y la turba aportan de todo, pero en poca cantidad y lentamente. Son beneficiosos para la tierra, al formarse humus que como suministrador de nutrientes.

Se puede abonar sólo con los orgánicos, nos encontraríamos con un suelo completo, pero en determinados momentos hacen falta grandes cantidades de nitrógeno y de los demás elementos y los abonos orgánicos no pueden suministrarlo ya que ellos van descomponiéndose lentamente, a su ritmo, según el clima y el tipo de suelo.

2.3.2.8.1 Salinidad

Un suelo es salino si tiene una cantidad excesiva de determinadas sales (Cloruros, Sulfatos).

En climas húmedos, donde llueve mucho, no es normal encontrar suelos salinos, puesto que las sales son lavadas en profundidad y no afectan a la zona de las raíces. En climas secos, se pueden encontrar, ya que no existen lluvias abundantes que arrastren las sales.

El que un suelo sea salino dependerá de la geología de ese lugar. También puede convertirse un suelo que inicialmente no lo es si se riega durante muchos años con agua salitrosas (aguas de pozo).

El exceso de sales sobre las plantas provoca que las raíces no puedan absorber el agua. Es curioso, pero a pesar de que el suelo está regado, la planta da síntomas de pasar sed. Esto se debe a la ósmosis. El caso es que tiene humedad, pero como si no la tuviera. El agua no puede entrar dentro de los pelos radiculares debido a la alta concentración en sales del agua.

El síntoma normal del suelo salino son las puntas quemadas de las hojas.

La figura 2.11 muestra un ejemplo de puntas quemadas por suelo salino.



Figura 2.11: Puntas quemadas por suelo salino.
[Fuente: <http://www.agromaticas.es>]

Si aparecen en la superficie del suelo sales blancas (eflorescencias salinas).

La figura 2.12 muestra un ejemplo de suelo con Eflorescencias de sal:



Figura 2.12: Eflorescencia de sal en el suelo.
[Fuente: <http://adolfomendozaleigue.blogspot.cl>]

2.3.3 Selección de las especies: Atributos de las especies nativas y xerófitas.

Los jardines de bajo consumo de agua no están constituidos únicamente por plantas de climas semiáridos, ni se limitan a utilizar sólo especies nativas. Tampoco son jardines de cactus ni sin césped.

Para el diseño de áreas verdes bajo el concepto de jardín xerófito se deben elegir especies adaptadas al clima del lugar. Las nativas son una buena opción, pero no la única. Existen otras plantas ornamentales que aunque no sean autóctonas, son resistentes a la sequía, por lo que se han estado incorporando fuertemente a nuestros paisajes locales.

La ventaja del uso de especies nativas es que están mejor adaptadas, por lo que son más resistentes a todo (sequía, suelo, clima, plagas, enfermedades, etc.). Emplear flora nativa es además económico puesto que las plantas son producidas en un entorno próximo, y su coste de conservación y mantenimiento es mínimo. Inclusive pueden tener un valor social añadido al permitir la creación de puestos de trabajo en un medio rural.

Existe una variedad de especies nativas muy amplia que cubren todas las necesidades de formas, texturas, tamaños, colores, clima y suelo. La falta de tradición en su uso a veces dificulta su adquisición, ya que los centros de distribución no disponen de grandes cantidades limitándose a traer las especies más comerciales.

Al momento de seleccionar las especies, hay que considerar que estas posean requerimientos similares, ya que deberán compartir un espacio con iguales características de luz, agua, entre otras.

2.3.3.1 Flora Xerófitas

El adjetivo xerófito se aplica a las plantas y asociaciones vegetales adaptadas a la vida en ambientes secos (del griego xero: seco y fitos: planta). Es decir, plantas adaptadas a la escasez de agua en las zonas en que habitan.

La escasez de agua se puede deber tanto a precipitaciones escasas como a una elevada evapotranspiración, ocasionada por el viento, el sol, o una estructura del suelo incapaz de retener la humedad.

Algunas áreas donde podemos encontrar vegetación xerófitas son el norte y centro de Chile, el centro de Australia, Arizona y Colorado en Estados Unidos.

Las especies xerófitas presentan los siguientes rasgos adaptados para sobrevivir en ausencia de un suministro regular de agua:

- Raíces largas que constituyen una extensa red superficial para aprovechar las lluvias esporádicas, como ocurre en los cactus, o que profundizan en la tierra hasta alcanzar niveles freáticos o húmedos.

- Tallos u hojas engrosados donde almacenan agua (suculencia).
- Hojas con pocas estomas, reducidas a espinas, o simplemente ausentes, trasladándose la función fotosintética a los tallos.
- Metabolismos fotosintéticos especialmente adaptados al ahorro de agua, como el CAM (Crassulacean Acid Metabolism).

Listado Flora Nativa y Xerófito de valor ornamental

En la tabla 2.3 se muestra un listado de nombres de árboles nativos y exóticos.

Árboles	
Nativos	Exóticos
Algarrobo europeo	Acacia falsa
Algarrobo	Alcornoque
Arbol de las tres espinas	Árbol del cielo
Bachichito	Álamo temblón
Espino Acacia caven	Almez
Jabonero de la China	Catalpa
Laurel de comer	Cerezo
Maitén	Encino negro
Molle	Fresno blanco
Olivo	Fresno europeo
Pimiento	Jacarandá
Quillay	Melia
Roble negro	Nogal negro
Sauce chileno	Olivo de bohemia
Sequoia	Parkinsonia
	Pata de vaca
	Talo

Tabla 2.3: Árboles Nativos y Exóticos.
[Fuente: Clasificación de especies según sus necesidades hídricas].

En la tabla 2.4 se muestra un listado de nombres de arbustos nativos y exóticos.

Arbustos	
Nativos	Exóticos
Acacia redolens	Árbol de Judea
Alcaparra	Algarrobo europeo
Mayo	Verónica
Menta de árbol	Salvia ornamental
Chagualillo	Ceanothus rastrero
Chupalla	Dimorfoteca enana
Colliguay	Granado de flor
Corcolen blanco	Junipero rastrero
Matico	Laurentina
Corontillo	Lavanda
Ñipa	Laurel de flor
Escallonia rastrera	Membrillo de flor
Romerillo	Paquerete
Guayacán	Plumbago
Lucumo silvestre	Retamo
Lucumillo	Romero
Tabaco del Diablo	Ruda

Tabla 2.4: Arbustos Nativos y Exóticos.
[Fuente: Clasificación de especies según sus necesidades hídricas].

En la tabla 2.5 se muestra un listado de nombres de herbáceas nativas y asilvestradas.

Herbáceas	
Nativas	Asilvestradas
Ajicillo	Bulbine amarillo
Alstroemeria	Dedal de oro
Vitadinea	Gaura Lindhimeri
Verbena chilena	Oenothera blanca
Solidago Chilensis	Oenothera rosada
Salvia Californiana	Rudbeckia
Huilmo amarillo	Tulbaghia
Añañuca	Verbena Bonariensis
Añañuca roja	
Azulillo	
Erisimum	
Gazania	
Geum amarillo	
Huilmo	
Nepeta	

Tabla 2.5: Herbáceas Nativas y Asilvestradas.
[Fuente: Clasificación de especies según sus necesidades hídricas]

En la tabla 2.6 se muestra un listado de nombres de gramíneas nativas y asilvestradas.

Gramíneas	
Nativas	Asilvestradas
Cola de Zorro	Carex brunnea
Cortaderia Selloana	Carex Flagellifera
Penisetun Setaceum	Festuca Glauca
	Festuca scabriuscula
	Miscanthus Sinesis Variegada
	Miscanthus Sinesis
	Pennisetum chileno
	Penisetun Setaceum Rubrum
	Stipa caudata

Tabla 2.6: Gramíneas Nativas y Asilvestradas.
[Fuente: Clasificación de especies según sus necesidades hídricas]

En la tabla 2.7 se muestra un listado de nombres de trepadoras nativas y asilvestradas.

Trepadoras	
Nativas	Asilvestradas
Natri	Ampelopsis
Voqui	Bignonia naranja
	Bignonia roja
	Bouganville
	Clematis
	Jazmin de España
	Jazmin Polianta
	Lantana
	Plumbago
	Rosa trepadora

Tabla 2.7: Trepadoras Nativas y Asilvestradas.
[Fuente: Clasificación de especies según sus necesidades hídricas]

En la tabla 2.8 se muestra un listado de nombres de cubresuelos nativos y asilvestrados.

Cubresuelos	
Nativos	Asilvestrados
Dedal de oro	Alisum
Doca	Festuca
Manzanillón amarillo	Gazania
	Hypérico rastrero
	Iberis
	Rayito de sol
	Santolina chamaecyparissus
	Sedum spurium
	Vitadinia

Tabla 2.8: Cubresuelos Nativos y Asilvestrados.
[Fuente: Clasificación de especies según sus necesidades hídricas]

En la tabla 2.9 se muestra un listado de nombres de arbustos leñosos nativos y asilvestrados.

Arbustos leñosos	
Nativos	Asilvestrados
Alstromeria rastrera	Agaparto azul
	Cala
	Hemerocallis
	Hibisco rojo
	Lavanda
	Libertia chilensis
	Paqueret amarillo
	Zephirantes

Tabla 2.9: Arbustos leñosos Nativos y Asilvestrados.
[Fuente: Clasificación de especies según sus necesidades hídricas]

En la tabla 2.10 se muestra un listado de nombres de cactáceas nativas.

Cactáceas
Nativos
Copao
Maihuenia popegii
Opuntia berteri
Quisco

Tabla 2.10: Cactáceas Nativas.
[Fuente: Clasificación de especies según sus necesidades hídricas]

En general, a la hora de seleccionar los elementos vegetales de cualquier diseño se deben tener en cuenta una serie de criterios, que se reflejan en la siguiente tabla 2.11:

Criterios medioambientales	Adaptación al clima
	Requerimientos edafológicos e Hídricos
	Resistencia a plagas y enfermedades y a la polución
	Necesidades de sol o sombra
Criterios paisajísticos	Porte y forma
	Tasa de crecimiento y desarrollo
	Textura
	Color y estacionalidad

Tabla 2.11: Criterios básicos para seleccionar las plantas.
[Fuente: Elaboración Propia].

2.3.3.1.1 Criterios Medioambientales

Estos factores afectan a la salud de las plantas y pueden comprometer seriamente su cultivo si no son tenidos en cuenta, lo que podría traer consigo el fracaso del diseño.

2.3.3.1.2 Adaptación al clima

Las plantas, como seres vivos que son, se comportan ante el clima de formas muy diversas y que dependen de numerosos factores, por lo que su encasillamiento en grupos definidos en cuanto a su resistencia al frío, que es uno de los principales factores limitantes para su cultivo, es una tarea algo complicada. Ahora bien, sin duda es posible hacer grupos en función de su tolerancia a unos mínimos de temperaturas por debajo de los cuales su cultivo comienza a ser problemático, deteniéndose el crecimiento, sufriendo daños, en ocasiones irreversibles, o llegando a la muerte.

Por todo ello, para encasillar a las plantas ornamentales en grupos en relación con su resistencia al frío, se han definido las denominadas zonas de rusticidad, basadas en la media de las temperaturas mínimas absolutas alcanzadas durante un período de años lo suficientemente amplio.

2.3.3.1.3 Requerimientos edafológicos e hídricos

El suelo es un sistema complejo y dinámico con 4 componentes básicos:

- a) Materia inorgánica o mineral, formada por piedras, arena, limo y arcilla. La proporción en que se encuentran cada uno de estos materiales define la textura de un suelo y la forma en que se agregan definen su estructura.
- b) Materia orgánica, formada por materia en descomposición y organismos vivos, que aportan nutrientes, mejoran la estructura del suelo y ayudan a mantener la humedad y la fertilidad.
- c) Aire, que se mueve a través de los poros, proporcionando oxígeno a las raíces. Cuanto más compacto es un suelo peor es su estructura y menor es su porosidad.
- d) Agua y nutrientes en disolución, que también se mueve a través de los poros, afectándole de igual forma negativamente la compactación. Una buena textura y estructura con una porosidad adecuada incide de manera notoria sobre el desarrollo de las plantas.

Un suelo ideal sería aquel que tuviera un 45 % de materia inorgánica, 5 % de materia orgánica, 25 % de agua y 25 % de aire, pero eso rara vez se cumple, y menos en nuestras ciudades, donde los suelos están muy alterados, empobrecidos y compactados.

Otro factor importantísimo que influye en el éxito o fracaso del cultivo de una especie es el pH, que mide la acidez del suelo y afecta a la disponibilidad de nutrientes y actividad microbiana. La mayor parte de las plantas ornamentales vegetan bien en un rango de pH entre 6 y 8.

La presencia de cloruros y carbonatos, principalmente de sodio y calcio, puede ser igualmente un problema pues alteran el pH y la disponibilidad de nutrientes,

causando problemas osmóticos en las raíces, lo que se traduce en un empobrecimiento de la vegetación.

Las características de un suelo pueden ser modificadas mediante labores de fondo, enmiendas, estercolados, instalación de drenajes, etc. Pero como estas modificaciones pueden resultar excesivamente caras cuando se trata de grandes superficies, puede ser más recomendable en ciertos casos utilizar especies que se adapten bien a las condiciones existentes.

En cuanto al agua sabemos que las plantas funcionan como un complejo hidráulico, bombeándola desde las raíces hasta todas las células de su organismo; cuando el agua escasea o falta suele apreciarse una disminución de turgencia en sus tejidos, siendo ello especialmente visible en las hojas, que decaen y languidecen. Pero no todas las plantas tienen las mismas necesidades hídricas, pues las hay tolerantes a circunstancias muy variables; en general podemos decir que las plantas propias de climas mediterráneos, adaptadas a una insolación intensa y a la escasez de precipitaciones, son muy adecuadas para la xerojardinería y la jardinería pública en general debido a su rusticidad.

2.3.3.1.4 Resistencia a plagas y enfermedades

Existen plagas y enfermedades, a veces muy dañinas, que afectan de una manera especial a ciertas especies de plantas. Se debe tener en cuenta esta circunstancia para utilizar estas especies con precaución y, sobre todo, tratar de buscar la mayor diversidad posible. Si se utilizan solo 2 o 3 especies de árboles para las calles de nuestra ciudad se corre el riesgo de que una plaga o enfermedad acabe con gran parte de ellos, lo que nunca ocurriría si se utilizan 15 o 20 especies diferentes. Hay que decir que la resistencia natural de las plantas al ataque de plagas o aparición de enfermedades disminuye si otras necesidades vitales no son satisfechas, como la falta de luz, suelos pobres y compactados, carencia de nutrientes.

2.3.3.1.5 Resistencia a la polución

Normalmente los efectos de la contaminación atmosférica en las plantas incluyen "quemaduras" en las hojas, caída prematura del follaje, amarillamientos y clorosis, detención del crecimiento, aborto de la floración, etc., siendo los síntomas a menudo parecidos a los producidos por deficiencias nutricionales o ciertas enfermedades. Existen dos clases de contaminantes atmosféricos, los primarios, que son emitidos directamente por la fuente emisora, como los aerosoles o partículas en suspensión, óxido de azufre, óxido de nitrógeno, hidrocarburos, monóxido de carbono, entre otros, y los secundarios, que se forman por la reacción de los contaminantes primarios con los componentes naturales de la atmósfera, como el ozono, cetonas, aldehídos, peróxido de hidrógeno, nitrato de peroxiacetilo, sulfatos, nitratos. Todas las plantas no presentan el mismo grado de resistencia frente a la polución atmosférica, debiéndose tener en cuenta este aspecto especialmente cuando se diseñan zonas verdes en zonas industriales o centros urbanos con mucha densidad de tráfico.

2.3.3.1.6 Necesidades de sol o de sombra

La mayoría de las plantas gustan de una exposición soleada o con ligera sombra; muchas toleran la sombra durante ciertas horas al día, y algunas gustan de la sombra total, es decir, no toleran la acción directa de los rayos solares, aunque ello no significa necesariamente ausencia de luz, pues a menudo requieren de buena iluminación, como el caso de muchas de nuestras populares plantas de interior. Este aspecto se debe conocer para ubicar las plantas en las situaciones y exposiciones más convenientes. De una forma general, las exposiciones orientadas al norte son más frescas y reciben menos insolación, justo todo lo contrario de las exposiciones orientadas al sur. Es importante a la hora de realizar un diseño, especialmente cuando la zona a tratar se encuentra entre edificaciones, definir un plano de sombras, pues de esta forma tendremos claro donde ubicar las diferentes especies en función de sus mayores o menores necesidades de luz y sol.

2.3.3.1.7 Criterios paisajísticos

Estos factores afectan al diseño y normalmente no repercuten en la salud de las plantas, pero no tener en cuenta el crecimiento y desarrollo podría influir con el tiempo en la calidad estética de las plantas y, en ciertos casos, en una disminución de su vigor natural, bien por la competencia con otros vegetales o con las edificaciones circundantes.

En la figura 2.13 se muestra un ejemplo de xerojardinería:



Figura 2.13: Paisaje Xerófito.
[Fuente: Parque Quilapilún]

2.3.3.1.8 Porte y forma

Uno de los mayores atractivos de las plantas son sus floraciones, pero raras veces éstas ocurren a través de todo el año, existiendo períodos, más o menos largos, en que la planta carece de ese atractivo. Por ello, la forma y la textura son otros de los aspectos a tener en cuenta a la hora de seleccionar las especies. El porte y la forma de las plantas vienen determinadas normalmente por el tallo y su forma de ramificar.

Existen tallos herbáceos, normalmente verdes y flexibles, y tallos leñosos, lignificados, rígidos y cubiertos de una corteza. Los vegetales herbáceos normalmente no alcanzan mucha altura, como las plantas anuales, bulbosas o gramíneas; las plantas leñosas soportan mayor peso y sus tallos pueden alcanzar considerables alturas, como los árboles, arbustos y plantas trepadoras.

En cuanto a la forma, definida normalmente por la manera de ramificar los tallos, éstas pueden ser columnares, cónicas, rectangulares, aparasoladas, lloronas, redondeadas, postradas, piramidales.

Diversos portes de árboles: aparasolados, ovalados, globosos, piramidales.

La figura 2.14 muestra diversos tipos de árboles con poca necesidad de agua:



Figura 2.14: Tipos de árboles con poca necesidad de agua.
[Fuente: <http://www.viveroanasac.cl>]

Hay plantas leñosas que admiten bien las podas y los recortes, por lo que se les puede dar artificialmente la forma deseada, constituyendo un caso extremo la topiaria⁶.

⁶ El arte de la topiaria es una práctica de la jardinería que consiste en dar formas artísticas a las plantas mediante el recorte con tijeras de podar

Este tipo de plantas y el uso de estas técnicas son propios de los jardines formales, más geométricos y arquitectónicos, mientras que los jardines informales y paisajistas, imitando en cierto modo a la Naturaleza, dejan al vegetal desarrollarse de una forma lo más natural posible.

2.3.3.1.9.- Tasa de crecimiento y desarrollo

Otro aspecto a tener en cuenta a la hora de seleccionar las plantas, especialmente importante en el caso de arbustos y árboles, es la velocidad de crecimiento y el desarrollo que puede alcanzar cada una de las especies. Con frecuencia se ven plantaciones en las que no se han tenido en cuenta estos factores, y lo que en un principio aparentaba cierta armonía, con el paso del tiempo se va convirtiendo en una vegetación caótica en la que los vegetales competían unos con otros por el espacio, estorbándose mutuamente, o en la que se van perdiendo las proporciones al tener las diferentes especies utilizadas velocidades de crecimiento y/o portes muy dispares.

En ocasiones, y de una forma deliberada, se pueden realizar plantaciones con una densidad mayor de la aconsejable, pero con el paso del tiempo, y a medida que se van desarrollando las plantas, deben realizarse entresacas, manteniendo, de esta forma, el espacio vital necesario para cada una de las plantas.

2.3.3.1.10.- Textura

La textura de las plantas viene dada por la forma, tamaño, disposición y características de sus hojas, definiendo la superficie de las zonas ajardinadas y creando contrastes, ya que las superficies lisas y brillantes reflejan la luz, mientras que las rugosas o afieltradas la absorben. El uso de una misma textura, por tanto, produce monotonía, mientras que su diversidad crea un interés visual. La textura normalmente va íntimamente ligada al color, percibiéndose ambos conjuntamente.

En cuanto al tacto, la textura de las hojas puede ser lisa, rugosa, pubescente⁷, tomentosa, escamosa, etc. Además de ello las hojas pueden tener consistencia herbácea, papirácea o coriácea, la lámina puede ser plana u ondulada, y su forma, tamaño y nerviación pueden ser muy variables. Todo ello supone, pues, que contemos con infinidad de posibilidades a la hora de realizar combinaciones de diferentes texturas para lograr contrastes de lo más diverso.

En el caso del arbolado, la textura de las cortezas de sus troncos puede tener igualmente cierto interés ornamental, pues las hay de muchísimas tonalidades, lisas, rugosas, escamosas, fisuradas, fibrosas, reticuladas, que se desprenden en tiras o placas, etc.

⁷ Cubierto de pelos finos y suaves

2.3.3.1.11.- Color y estacionalidad

Menos importante que la forma y textura de las plantas es el color, aunque realmente se perciben formas, texturas y colores al mismo tiempo. Quiere ello decir que es mucho más importante tener en cuenta la perfecta armonía entre formas y texturas que los colores.

El color llena nuestras vidas y excita los sentidos, pudiendo afectar nuestro estado de humor e incluso nuestros sentimientos, tranquilizando o emocionando nuestro espíritu.

El color llena nuestras vidas y excita los sentidos, pudiendo afectar nuestro estado de humor e incluso nuestros sentimientos, tranquilizando o emocionando nuestro espíritu.

La figura 2.15 muestra los diversos coloridos de las hojas de las plantas:



Figura 2.15: Diversidad de colores en hojas de plantas xerófitas.
[Fuente: <http://www.viveroanasac.cl>]

El color puro en el jardín no existe, ya que su percepción depende de las formas y texturas; es algo cambiante, tanto a lo largo del día, con el ángulo de incidencia de los rayos solares, como a través de las diversas estaciones. Por otro lado, los rayos del sol no inciden de igual forma en todas las latitudes y, por tanto, los colores se perciben de diferente manera, siendo más intensos a medida que nos acercamos a los trópicos.

El círculo cromático, compuesto de 12 colores básicos y basados en los colores del arco iris, puede ayudarnos a entender mejor las teorías del color, que nos serán de

suma utilidad en nuestros diseños. Los colores en cuya composición interviene el azul se denominan "fríos", mientras que reciben la denominación de "cálidos" aquellos en cuya composición interviene el rojo o el amarillo. Son colores primarios aquellos que no pueden obtenerse por la mezcla de ningún otro. Son tres, el amarillo, el rojo y el azul. Se denominan colores secundarios los obtenidos por la mezcla de dos colores primarios a partes iguales. Son tres, el verde (amarillo + azul), el violeta (rojo + azul) y el naranja (amarillo + rojo).

El verde es el color más importante en jardinería, pues domina gran parte del paisaje. Es un color que reconforta e inspira tranquilidad. Por sí solo, con su infinidad de matices, unido a diferentes portes y texturas, puede constituir todo un variado jardín, como en el caso de las coníferas. Los verdes oscuros dan sensación de profundidad, mientras que los verdes brillantes dan sensación de luminosidad.

Las figuras 2.16 y 2.17 muestran el diverso colorido de los pétalos.



Figura 2.16: Diversidad de colores en los pétalos.
[Fuente: <http://www.viveroanasac.cl>]



Figura 2.17: Diversidad de colores en los pétalos.
[Fuente: <http://www.viveroanasac.cl>]

Un tercer grupo lo constituyen los colores terciarios, que se obtienen al mezclar en partes iguales un color primario con el secundario más cercano del círculo cromático.

Por ejemplo: violeta + rojo = púrpura o violeta rojizo, amarillo + naranja = dorado o amarillo anaranjado, rojo + naranja = escarlata o rojo anaranjado, etc. Son quizás los colores más abundantes en la naturaleza

Sabido es que las hojas de muchas especies de árboles y arbustos caducifolios toman bellas coloraciones otoñales que desde el punto de vista paisajístico son muy interesantes. Ello se debe a la presencia y acción de ciertas fitohormonas inhibidoras del crecimiento que, en el otoño, cuando los días van siendo más cortos, aumentan su concentración frente a las fitohormonas estimuladoras del crecimiento, produciendo la ralentización y parada del vegetal, que entra en reposo. Estas hormonas vegetales son el etileno y el ácido abscísico⁸. Cuando estas hormonas alcanzan su mayor concentración, la clorofila desaparece y comienzan a resaltar otros pigmentos, como los carotenoides que le dan a la hoja las tonalidades amarillas y anaranjadas, y las antocianinas⁹, que le dan las tonalidades rojizas. Más tarde, estas mismas fitohormonas son las responsables de la abscisión del pecíolo, con lo que la hoja cae. El diseñador debe ser conocedor de estas características y sacarle el máximo partido posible.

⁸ Participa en el proceso del desarrollo y crecimiento de la planta.

⁹ Pigmentos hidrosolubles que se hallan en las vacuolas de las células vegetales y que otorgan el color rojo, púrpura o azul a las hojas, flores y frutos.

2.3.3.2 Selección de plantas recomendadas para xerojardinería

En líneas generales son aptas para las xerojardinería las plantas de climas mediterráneos, es decir, las autóctonas de nuestro entorno Mediterráneo, de la zona de Chile Central, de la región del Cabo en Sudáfrica, del sur y sudoeste de Australia y de gran parte de California, pues son zonas que comparten muchas características climatológicas y sus plantas han sufrido adaptaciones similares. Además de éstas, la mayor parte de las plantas denominadas crasas¹⁰, normalmente originarias de zonas con baja pluviometría, son igualmente interesantes y apropiadas.

Gran parte de la vegetación propia de climas mediterráneos y de otras zonas áridas comparte caracteres tales como abundancia de especies arbustivas de hoja perenne y de plantas anuales; hojas reducidas, cutículas ceras, presencia de tomento o escamas, etc., y en casos extremos presencia de espinas, órganos reservorios de agua, ausencia o transformación de las hojas, sistemas radiculares muy potentes. Todos estos caracteres responden a una finalidad, que no es otra que el aprovechamiento máximo del agua.

2.3.4 Reducción de las zonas de césped: Problemática existente con el uso de grandes zonas de césped

2.3.4.1 Uso eficaz del césped

El césped es el gran consumidor de agua en los jardines, se calcula que consume aproximadamente el 70% del agua que se aporta a un área verde convencional.

El césped no es un elemento imprescindible, se pueden realizar jardines sin césped empleando alternativas como masas arbustivas, plantas cubresuelos, gravillas, áridos, corteza de pino. De ser necesario, se debe emplear césped sólo en pequeñas áreas acotadas como aquellas de mayor visibilidad, de recreación o alrededor de una piscina.

Para el manejo del césped se recomienda no regar con tanta frecuencia para así estimular el crecimiento radicular en profundidad, se debe acostumbrar al césped a poca agua para que sus raíces profundicen más.

En un jardín basado en el ahorro de agua no se deben grandes superficies de césped, sino las justas y necesarias, normalmente en aquellas zonas más vistosas del jardín y que estarán englobadas dentro de la hidrozona principal.

Hay que tener en cuenta que una pradera de césped, además de un alto consumo de agua, lleva consigo un mantenimiento intensivo y costoso, y en la xerojardinería se busca, además de un ahorro de agua, un ahorro de recursos, tanto materiales como humanos.

¹⁰ Son aquellas en que la raíz, el tallo o las hojas se han engrosado para permitir el almacenamiento de agua en cantidades mucho mayores que en el resto de las plantas.

Al margen de ello, en las praderas que se establezcan deberán emplearse especies cespitosas con baja demanda de agua y se deberán utilizar sistemas de riego eficientes y muy controlados.

- Si no se va a renunciar al césped se debe destinar una superficie pequeña, lo imprescindible para las necesidades familiares, quizás la zona central, alrededor de la piscina y algunas zonas más.
- Evitar implantarlo en zonas marginales o con pendientes fuertes (taludes); mejor colocar en esos sitios Plantas tapizantes.
- Escoger una mezcla de césped que sea resistente a la sequía.
- Acostumbra al césped a poca agua para que sus raíces profundicen más. No riegues con tanta frecuencia.
- Menos césped significa menos uso de máquina corta césped y desbrozadora para hacer los filos, de manera que se minimiza el consumo de combustible fósil y también la emisión de ruido y gases.
- Los céspedes también suelen tratarse con insecticidas, fungicidas y herbicidas. Por tanto, mejor evitarlos.

2.3.4.1.1 Mantillos para jardines xeriscape

En los pastizales de las planicies altas, el pasto y plantas secos se acumulan. Estos residuos de plantas son los mantillos naturales y son de gran beneficio para que las plantas crezcan. Esos residuos mantienen la tierra húmeda y suelta, permiten la circulación libre hacia las raíces de aire y agua, y reduce la erosión de la tierra o el crecimiento de malezas.

Siguiendo el ejemplo de la madre naturaleza, usted podrá proveer los mismos beneficios a su jardín. Una capa de mantillo, virutas de corteza por ejemplo, en un jardín xeriscape mantendrá la tierra fresca y reducirá la evaporación de manera que menos agua es necesaria. El uso de mantillo puede reducir el crecimiento de maleza y puede añadir color y textura al jardín.

Básicamente, existen dos tipos de mantillo - orgánico e inorgánico. En Colorado, los mantillos orgánicos más comunes incluyen madera picada, virutas de corteza, cubiertas de troncos, hojas espinadas de pinos, recortes de pastos y pajas. Los mantillos orgánicos se descomponen gradualmente y añaden nutrientes a la tierra. Es necesario renovarlos periódicamente. La descomposición de mantillos frescos de madera puede crear deficiencias en nitrógeno. Esté preparada para suplementar el área con fertilizante.

Los mantillos inorgánicos están basados en rocas e incluyen rocas, adoquín, gravilla, roca volcánica y roca triturada. Ellos duran más que los mantillos orgánicos y les dan a los jardines una imagen más seria. Estos mantillos también retienen e

irradian calor, así que evite poner grandes áreas de rocas expuestas a los rayos solares cerca de la casa.

El colocar una cubierta de plástico debajo de los mantillos no es buena idea. El aire y la humedad no pueden penetrar el plástico, así que las raíces no se desarrollarán, pero las malezas podrían traspasar el plástico. En su lugar, utilice una cubierta permeable al agua y aire para jardín en caso de que una barrera extra sea necesaria.

2.3.4.1.2 Pastos ornamentales para xerojardinería

Los pastizales son áreas dominantes de las planicies nativas de Colorado. Los pastos o zacates nativos y adaptados se han vuelto recientemente en una adición para los jardines. Los pastos ornamentales añaden dos elementos importantes a los jardines que ningún otro grupo de plantas puede dar. Con la más suave brisa, un jardín con pastos se aviva con movimientos y sonidos.

Los pastos son adaptables a nuevas áreas porque crecen muy bien en tierras pobres. Los hay en una variedad de tamaños, colores, texturas y requerimientos de agua. Los pastos son de gran utilidad en diferentes tipos de paisajes y añaden diversidad a varios tipos de jardines, inclusive a los de rocas, naturales y xeriscape.

2.3.5. Instalación de sistemas de riego eficientes: Sistemas de riego utilizados frecuentemente.

Las causas de un alto consumo de agua se deben a menudo al tipo inadecuado de instalación y a un bajo mantenimiento, con pérdidas innecesarias. En xerojardinería se utilizan sistemas de riego eficientes, como son los de micro-aspersión y goteo. Últimamente se está imponiendo el sistema de riego por goteo enterrado y el uso de aguas regeneradas. En xerojardinería, además de un sistema de riego adecuado, es necesario agrupar las plantas por necesidades hídricas similares.

Uno de los principios básicos para un riego eficiente es diferenciar las zonas de riego acorde a las necesidades de los grupos de especies, para que este pueda ser suministrado independientemente en cada área.

Para ello es necesario conocer la cantidad de agua que necesita cada planta en todo momento del año.

En general se riega mucho más de lo necesario, con el consiguiente despilfarro de agua, tanto en jardines privados como áreas verdes públicas. El estado de Colorado en EE.UU. dirigió un estudio que concluyó que más del 50% del consumo de agua potable urbano es destinado al riego de áreas verdes.

Los sistemas de irrigación más empleados son por aspersión, localizado (goteo y micro aspersión) y manual.

Las figuras 2.18 y 2.19 ejemplifican un sistema de riego por aspersión:



Figura 2.18: Sistemas de riego por aspersión.
[Fuente: <http://www.comercialhidraulica.com>].



Figura 2.19: Sistemas de riego por aspersión.
[Fuente: <http://www.comercialhidraulica.com>].

Aunque los tres sistemas tienen sus ventajas e inconvenientes, en general, el riego por goteo es el más apropiado para un jardín xerófito, ya que el agua se entrega a ritmo lento y va directamente a la base de la planta, reduciendo la erosión y pérdida por evaporación.

Las plantas nativas de cada región viven de la lluvia natural. Sin embargo se deben regar desde que se plantan y hasta que pasa el primer o segundo año, luego sobreviven por sí mismas necesitando únicamente riegos de apoyo esporádicos.

2.3.5.1 Sistema de riego por goteo

Es un método de riego localizado donde el agua es aplicada en forma de gotas a través de emisores, comúnmente denominados “goteros”. La descarga de los emisores fluctúa en el rango de 2 a 4 litros por hora por goteo.

El riego por goteo suministra a intervalos frecuentes pequeñas cantidades de humedad a la raíz de cada planta por medio de delgados tubos de plástico. Este método, utilizado con gran éxito en muchos países, garantiza una mínima pérdida de agua por evaporación o filtración, y es válido para casi todo tipo de cultivos.

Componentes del sistema de riego por goteo

- Fuente de presión: Puede ser una bomba, o tal vez un estanque que se encuentre ubicado por lo menos 10 metros sobre el nivel del terreno a regar, o una red comunitaria de agua presurizada.
- Línea de presión: Constituido por una tubería de PVC, cuyo diámetro depende del tamaño del lugar a emplazarse y que permite conducir las aguas desde los pozos existentes o desde la bomba hacia los cabezales, presurizando en su recorrido el agua

Al ganar presión hidrodinámica gracias a la topografía del lugar al tener pendiente a favor.

Cabezal de riego.

Constituido por accesorios de control y filtrado. Los cabezales constan básicamente de:

- Válvula compuerta.
- Válvula de aire.
- Filtro de anillos.
- Arco de riego con válvula de bola.

Porta regantes.

Tubería de PVC que permite conducir el agua hacia cada uno de los laterales donde se instalarán las cintas de goteo.

Emisores.

Constituidos por las cintas de goteo, que permiten emitir caudales de aproximadamente 1 a 2 litros por hora por cada gotero (ubicados cada 20 centímetros o más). Las cintas trabajan con presiones nominales de hasta 10 metros de columna de agua.

Operación del sistema.

- Lavado del sistema: Es recomendable realizar esta operación sin que esté colocado el cartucho de filtrado, ni las cintas de goteo, ni los tapones al final de los porta regantes; para lo cual se abrirá solo una llave de bola a la vez de los arcos de riego, dejando que el agua circule por las salidas (bigotes de manguera de Polietileno y por los extremos de los porta regantes.

- Instalación de filtro: cintas de goteo y tapones: Una vez lavado el sistema, se procede a colocar los tapones en los extremos de los porta regantes, el cartucho de filtrado y a instalar las cintas de goteo, tendiéndolas sobre el terreno previamente preparado y sembrado. Las cintas se cortarán, del rollo, a la medida del terreno a irrigar, colocándolas sobre el terreno con los goteros hacia arriba. Al final de las cintas, se le hará un doblez y se le calzará un pedazo de la misma cinta, de manera que funcione como tapón final. La conexión de la cinta con la manguera cinta. La longitud recomendada será de 80 metros, buscando que el terreno preferentemente no tenga pendientes muy elevadas (recomendable menos de 2%).
- Aplicación del riego: una vez instaladas las cintas de goteo se puede programar el riego, procediendo, para ello, a abrir la válvula general del cabezal de riego y luego la válvula de bola de uno de los arcos de riego, para regar un sector y al terminar se cierra esta válvula y se abre la de otro arco para regar otro sector. Es preferible regar por sectores para tener una mejor presión de riego y de goteo sea uniforme.
- Lavado del filtro durante el riego: el lavado del filtro se realiza cada vez que se aprecie una baja de presión, lo cual se nota en las cintas de goteo, que se van aplanando y el agua ya no llega al final de la cinta. Esto nos indica que el filtro está sucio y que requiere limpieza.

Para ello, se cerrará la llave general, que se encuentra antes del filtro, se desenrosca la tapa de la coraza o cuerpo dentro del cual se encuentra el cartucho de anillos, luego con un simple jalón se retirará el cartucho filtrante de anillos, se desenroscará la mariposa de la parte baja del cartucho para que se separen los anillos y luego se enjuagará con abundante agua a presión (utilizar el pilón que se encuentra antes de la llave general) y si es necesario con la ayuda de una escobilla.

Realizada esta operación, se vuelve a enroscar la mariposa del cartucho para ajustar los anillos, debiendo quedar un cuarto de vuelta sin apretar completamente la rosca y se vuelve a colocar el cartucho en su sitio, presionando un poco hacia adentro hasta que encaje en su lugar, para luego colocar la tapa, enroscando bien para que no escurra agua por la tapa. Cuando el filtro ha sido limpiado y vuelto a instalar, se puede volver a abrir la válvula general del cabezal y continuar con el riego por sectores.

- Tiempo de riego: el tiempo de riego diario o íter diario depende de la Evapotranspiración potencial y del tamaño del cultivo, una práctica recomendada será un riego íter diario por un período de 1.5 horas.
- Mantenimiento preventivo: Controlar permanentemente la calidad del agua durante el riego, haciendo limpieza de las mallas del desarenador y de la arena, limo arcilla, piedras, que pueden haberse acumulado dentro del mismo.
- Una vez por mes es recomendable, dejar remojando el cartucho filtrante en un balde con agua u cloro disuelto y una vez al año con ácido muriático para eliminar las incrustaciones cálcicas en los anillos.

- El taponamiento de emisores es una amenaza que atenta contra el buen rendimiento del equipo, por ello es necesario realizar el lavado frecuente de las cintas, para evitar el taponamiento de emisores. El lavado de las cintas consiste en retirar el tapón de las cintas (doble), dejando que el agua fluya por un intervalo de minutos. Esta operación es recomendable que se realice mensualmente.
- Si por algún motivo la cinta se rompiera o tuviera un pequeño agujero, es recomendable repararlo lo más rápido posible con cinta aislante, de lo contrario se afecta el riego uniforme del sistema.
- Las cintas se retiran al final de la cosecha, y se enrollan de forma adecuada (recomendable en pedazo de tubo de PVC), para su posterior uso.
- Se recomienda levantar las cintas de goteo en forma cuidadosa para realizar labores culturales como podar o control de malezas.
- Se recomienda pintar toda la tubería de PVC expuesta a la luz con esmalte blanco para evitar la absorción del calor y así prolongar su vida útil.

Ventajas de tipo agronómico.

- Permite un ahorro considerable de agua, de acuerdo a la reducción de la evapotranspiración y de las pérdidas de agua en las conducciones y durante la aplicación. Debido también a la alta uniformidad del riego, todas las plantas crecen uniformemente, ya que reciben volúmenes iguales de agua, siempre que el sistema esté bien diseñado y mantenido. Nos da también la posibilidad de medir y controlar la cantidad de agua aportada, incluso de automatizar el riego.
- Es posible mantener el nivel de humedad en el suelo más o menos constante y elevado, sin que lleguen a producirse encharcamientos que provoquen la asfixia de la raíz o faciliten el desarrollo de enfermedades.
- Posibilita la utilización de aguas ligeramente salinas. La alta frecuencia de riego, hace que las sales estén más diluidas, lavando de forma continua el área húmeda que se forma alrededor del gotero.
- Facilita el control de malas hierbas, ya que estas se encuentran tan sólo en el área húmeda.
- Una gran ventaja, del riego por goteo, es que reduce la salinización. Es más, como este método no permite que el agua entre en contacto con el follaje, se puede utilizar para aplicar agua salina a cultivos que no sean demasiado sensibles a las sales.

Ventajas de Tipo Económico

- Los agricultores que pasan del riego tradicional por gravedad al sistema de riego por goteo han resumido su consumo de agua en un 60 por ciento.
- Se deduce la mano de obra necesaria para el manejo del riego y la aplicación de los fertilizantes, ya que, este sistema permite la aplicación de fertilizantes a través del riego, es decir disueltos en agua, pudiendo de esta manera realizar dos operaciones al mismo tiempo (riego y fertilización).
- Como se dosifica con eficacia la aplicación de agua, y la de fertilizante, se consigue una mejor calidad del producto y aumentar las cosechas hasta en un 40 por ciento.
- Si se impulsa el agua mediante el bombeo, el gasto energético es menor, debido a la reducción de los consumos de agua y a las menores necesidades de presión.

Ventajas de tipo Ambiental

- No ocasiona mayores costos ambientales ya que, no produce anegamientos por saturación y evita la salinización del suelo, condiciones que afectan al 30 por ciento de las tierras de riego.
- Facilita el control de inminentes deslizamientos o derrumbes.
- Evita el deterioro de las carreteras y caminos ya que con este sistema de riego no se producen desbordes ni escurrimientos del agua de riego por falta de control.

Desventajas

- Los goteros se tapan y hay que destaparlos frecuentemente.

Las figuras 2.20 y 2.21 ejemplifican un sistema de riego por goteo:



Figura 2.20: Sistemas de riego por goteo.
[Fuente: <http://tecnicainternational.com>].



Figura 2.21: Sistemas de riego por goteo.
Fuente: <http://tecnicainternational.com>].

2.3.6.- Protección del suelo mediante mulching: Clasificación de los mulching existentes y utilizados en la jardinería.

El mulch es una técnica que utiliza materiales orgánicos e inorgánicos para mejorar el crecimiento y desarrollo de las plantas, facilitando las labores de mantenimiento en el jardín. Tiene por objetivo reducir la evaporación del suelo, la erosión, limitar el crecimiento de malas hierbas y la competencia por aguas y nutrientes.

El uso de mulching o de plantas cobertoras ofrece ciertas ventajas: disminución de la erosión, conservación de la humedad, reducción de la compactación, aumento de la temperatura del suelo y disminución de malas hierbas, además de un buen aspecto estético. En el caso de mulching de la naturaleza orgánica, en su descomposición aporta mejoras al suelo. Existen numerosos materiales que pueden utilizarse con este fin, siendo los más empleados y conocidos la corteza de pino entre los de la naturaleza orgánica y los áridos y gravas de diversos colores y calibres y las láminas de plástico entre los inorgánicos.

El mulch consiste en una cubierta o mantillo sobre el suelo de materiales orgánicos como hojas, astillas, corteza, coníferas de pino, cáscaras de nuez y compost grueso, e inorgánicos como minerales, grava, granito, piedras de río y volcánicas.

Los productos de mulch para jardinería varían en qué tan apropiados son para variados usos. Los mulches orgánicos mantienen húmedo el suelo y reflejan menos calor, otorgando buenos resultados con plantas adaptadas a microclimas más frescos.

El mulch de corteza no se debe usar en áreas con mucha pendiente o en zonas de desagüe porque las lluvias fuertes lo arrastran.

Algunas plantas nativas de suelos muy bien drenados crecen mejor en mulches de grava, no obstante esto, deben recibir sombra ya que su empleo puede generar un efecto de calentamiento en el jardín.

Existe mulch de plástico impermeable que se puede usar en áreas donde el suelo se mantenga seco, sino es preferible usar mulches porosos como barreras permeables ya que permiten que el agua y oxígeno lleguen a las raíces de las plantas.

La figura 2.22 muestra un ejemplo de mulch orgánico:



Figura 2.22: Ejemplo de mulch orgánico.
[Fuente: <http://www.arbolesornamentales.es>].

Un xerojardín, además de ahorrar agua debe ser respetuoso con el medio ambiente, por lo que la aplicación de productos químicos debe ser la justa y necesaria, tanto en lo concerniente a los abonados como a la lucha contra plagas y enfermedades. Las podas exigen un mayor consumo de agua a las plantas, por lo que habrán de ajustarse a las mínimas necesarias.

Una plantación en la que se han respetado las distancias acordes con los portes que alcanzan las plantas exige menos podas.

El acolchado ahorra trabajo porque hay que regar menos al conservarse la humedad de la tierra, salen menos hierbas y no hay que labrar el suelo.

La figura 2.23 muestra un ejemplo de mulch orgánico:



Figura 2.23: Ejemplo de mulch orgánico.
[Fuente: <http://www.arbolesornamentales.es>].

La figura 2.24 muestra un ejemplo de mulch inorgánico:



Figura 2.24: Ejemplo de mulch inorgánico.
[Fuente: <http://www.fotosdedecoracion.com>].

2.3.7.- Mantenimiento adecuado: Identificación de los problemas que producen un mal manejo de un paisaje en la construcción.

Todo jardín requiere de mantenimiento, es por ello que al momento de diseñarlo es esencial ser conscientes de la cantidad de tiempo que se dispondrá para tareas como: poda, quitar la basura que cae, deshierbe de vez en cuando y manejo de las plagas.

Revisar que el sistema de riego esté funcionando bien y ajustar el sistema de riego con el cambio de las estaciones.

Reducir el estrés de las plantas con siegas y podas adecuadas, también debe disminuirse los aportes de fertilizantes nitrogenados pues producen nuevos brotes en las plantas los cuales requieren más agua, además de esta manera reducimos el lavado de nitrógeno, por lo tanto, es más adecuado la utilización de abonos de liberación lenta. Manejo de plagas, controlándolas antes de que debiliten las plantas.

3. CLASIFICACIÓN Y TIPOS DE EFICIENCIA HÍDRICA.

3.1 ESTIMACIÓN DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS DE LAS PLANTAS DE JARDÍN

Organización de riego: determinar la cantidad de agua de riego necesaria y tener en cuenta el agua que las plantas pierden por evapotranspiración.

Determinar las necesidades hídricas de las plantas de un jardín resulta básico en la organización del riego: la cantidad necesaria de agua de riego dependerá de la cantidad de agua que pierden por evapotranspiración (ET). Conociendo Las características de humedad del suelo, la eficiencia del riego y la ET estimada, se puede efectuar un plan efectivo de riego.

Los jardines con elevada densidad de plantación suelen tener mayores pérdidas hídricas por transpiración que las zonas con baja densidad de plantación. Un jardín con árboles, arbustos y plantas tapizantes necesita más agua que un jardín similar con solo plantas tapizantes.

Las estructuras o pavimentación típicas de los jardines urbanos pueden influir considerablemente en las temperaturas foliares y del aire, el viento y la humedad. Los microclimas existen en cualquier tipo de jardín y se debe tener en cuenta para estimar las necesidades de agua.

3.1.1 Evapotranspiración

La evapotranspiración (ET) es la combinación de dos procesos: Evaporación y transpiración. La evaporación es el proceso físico mediante el cual el agua se convierte a su forma gaseosa. La evaporación del agua a la atmósfera ocurre en la superficie de ríos, lagos, suelos y vegetación. La transpiración es el proceso mediante el cual el agua fluye desde el suelo hacia la atmósfera a través del tejido de la planta.

La transpiración es básicamente un proceso de evaporación. El agua se evapora dentro de las hojas y el vapor resultante se difunde hacia el exterior a través de las estomas. En esta evaporación del agua se produce un gradiente de energía el cual causa el movimiento del agua dentro y a través de las estomas de la planta (Estudio FAO Riego Y Drenaje, 2006).

La evapotranspiración está determinada por:

- Factores meteorológicos
- Factor suelo
- Factor planta

3.1.1.1 Factores que influyen en la Evapotranspiración:

La evapotranspiración depende del poder evaporante de la atmósfera, que a su vez depende de los siguientes factores:

- Radiación solar
- Temperatura
- Humedad (menos humedad=más evaporación)
- Presión atmosférica (menor presión=mayor evaporación)
- Viento (mayor viento=mayor evaporación)

3.1.1.2 Evapotranspiración potencial (ETP):

Es la máxima evapotranspiración posible bajo las condiciones existentes, cuando el suelo está abundantemente provisto de agua (saturada) y cubierto con una cobertura vegetal completa. Este parámetro se calcula.

3.1.1.3 Evapotranspiración real (ETR):

Es la evapotranspiración que ocurre en condiciones reales, teniendo en cuenta que no siempre la cobertura vegetal es completa ni el suelo se encuentra en estado de saturación.

La figura 3.1 indica el proceso de evaporación, transpiración y evapotranspiración:

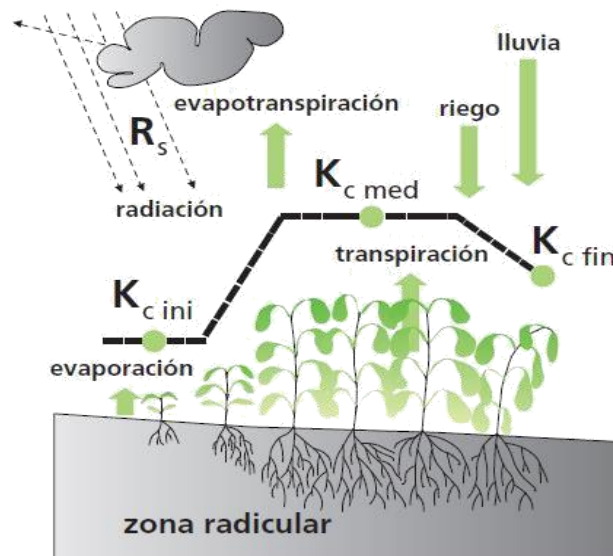


Figura 3.1: Proceso de Evapotranspiración.
[Fuente: Estudio FAO de riego y drenaje (2006)]

3.1.1.4 Evapotranspiración de referencia (ET₀)

La tasa de evapotranspiración de una superficie de referencia, que ocurre sin restricciones de agua, se conoce como evapotranspiración del cultivo de referencia, y se denomina ET₀. La superficie de referencia corresponde a un cultivo hipotético de pasto con características específicas. No se recomienda el uso de otras denominaciones como ET potencial, debido a las ambigüedades que se encuentran en su definición.

El concepto de evapotranspiración de referencia se introdujo para estudiar la demanda de evapotranspiración de la atmósfera, independientemente del tipo y desarrollo del cultivo, y de las prácticas de manejo. Debido a que hay una abundante disponibilidad de agua en la superficie de evapotranspiración de referencia, los factores del suelo no tienen ningún efecto sobre ET. El relacionar la ET a una superficie específica permite contar con una referencia a la cual se puede relacionar la ET de otras superficies. Además, se elimina la necesidad de definir un nivel de ET para cada cultivo y periodo de crecimiento. Se pueden comparar valores medidos o estimados de ET₀ en diferentes localidades o en diferentes épocas del año, debido a que se hace referencia a ET bajo la misma superficie de referencia.

Los únicos factores que afectan ET₀ son los parámetros climáticos. Por lo tanto, ET₀ es también un parámetro climático que puede ser calculado a partir de datos meteorológicos. ET₀ expresa el poder evaporante de la atmósfera en una localidad y época del año específicas, y no considera ni las características del cultivo, ni los factores del suelo.

3.1.1.4.1 Método de Jensen-Haise

A través del método de Jensen-Haise (Rosenberg, 1983), se determina la evapotranspiración de referencia. Este método se calcula mediante la radiación solar y la temperatura del aire:

$$ET_0 = R_s (0,025T_m + 0,08) \text{ [mm/día]}$$

Dónde:

ET₀: Evapotranspiración de referencia, expresado en [mm/día].

R_s: Radiación solar, expresado en [mm/día].

T_m: Temperatura media diaria, expresado en [°C].

3.1.1.5 El método de coeficiente de jardín (KL)

La cantidad perdida por un jardín a causa de la ET varía en función de la especie plantada, la densidad de la vegetación y las condiciones micro climáticas. Evaluando cada factor y asignándole un valor numérico, se estima cuánta agua se puede perder en cuanto a la evaporación de referencia. La relación es la siguiente:

Siendo KL el coeficiente de jardín.

$$KL = K_s \times K_d \times K_{mc}$$

Dónde:

Ks: Factor de especie

Kd: Factor de densidad

Kmc: Factor de microclima

En la a tabla 3.1 se indican los valores estimados para determinar el coeficiente de jardín (KL):

Valores estimados para los factores especie, densidad y microclima, utilizados para determinar el coeficiente de jardín (KL) para algunos tipos de vegetación:

Tipo de Vegetación	Factor especie (Ks)			Factor densidad (Kd)			Factor microclima (Kmc)		
	alto	medio	bajo	alto	medio	bajo	alto	medio	bajo
Arboles	0,9	0,5	0,2	1,3	1,0	0,5	1,4	1,0	0,5
Arbustos	0,7	0,5	0,2	1,3	1,0	0,5	1,3	1,0	0,5
Tapizantes	0,7	0,5	0,2	1,3	1,0	0,5	1,2	1,0	0,5
Plantación mixta	0,9	0,5	0,2	1,1	1,1	0,6	1,4	1,0	0,5
Césped	0,8	0,7	0,6	1,0	1,0	0,6	1,2	1,0	0,8

Tabla 3.1: Valores para determinar el Coeficiente de Jardín (KL).
[Fuente: Horticultura, 1995]

La figura 3.2 representa ejemplos de plantaciones mixtas de elevada y baja densidad. Los jardines con árboles, arbustos y plantas tapizantes próximos entre ellos se consideran de elevada densidad. Los árboles y arbustos espaciados representan un jardín de baja densidad.

Jardín de elevada densidad con capas de vegetación, Kd= 1,3



Jardín mixto de baja densidad, Kd=0.6



Figura 3.2: Tipos de jardín: Jardín de elevada densidad y jardín mixto de baja densidad.
[Fuente: Horticultura, 1995]

3.1.2 Precipitación

La precipitación en forma de lluvia es una de las partes más importantes del ciclo hidrológico. Es generada por la saturación de las nubes que contienen gotas de agua que aumentan considerablemente de tamaño, las cuales, gracias a al efecto de gravedad, caen o se precipitan hacia la superficie terrestre.

3.1.2.1 Precipitación efectiva:

La precipitación efectiva es aquella fracción de la precipitación total que es aprovechada por las plantas. Depende de múltiples factores como pueden ser la intensidad de la precipitación o la aridez del clima, y también de otros como la inclinación del terreno, contenido de humedad del suelo o velocidad de infiltración.

Como primera aproximación Brouwer y Heibloem, proponen las siguientes fórmulas para su aplicación en áreas con pendientes inferiores al 5%. Así en función a la precipitación caída durante el mes tenemos:

$$Pe = 0.8 P - 25 \text{ Si: } P > 75 \text{ mm/mes}$$

$$Pe = 0.6 P - 10 \text{ Si: } P < 75 \text{ mm/mes}$$

Dónde:

P = Precipitación mensual (mm/mes)

Pe = Precipitación efectiva (mm/mes)

En climas secos:

En climas secos, las lluvias inferiores a 5 mm no añaden humedad a la reserva del suelo. Así, si la precipitación es inferior a 5 mm se considera una precipitación efectiva nula. Por otra parte, sólo un 75% de la lluvia sobre los 5 mm se pueden considerar como efectiva. Se puede utilizar la expresión:

$$Pe = 0.75 * (\text{lluvia caída} - 5\text{mm})$$

En climas húmedos:

En climas húmedos o en situaciones, o periodos del año en los que llueva de continuo durante varios días, la precipitación efectiva se obtiene sumando todos los volúmenes de precipitación, salvo cuando en un día llueva menos de 3 mm.

3.1.3 Necesidad de riego

La cantidad de agua, excluidas las precipitaciones, es decir, la cantidad de agua de riego que necesita el jardín. Incluye la evaporación del suelo y algunas pérdidas inevitables en condiciones determinadas.

3.1.3.1 Necesidades netas de riego

La necesidad de riego es el agua que se debe suministrar por el sistema de riego para asegurar que el jardín reciba toda el agua que necesita. La necesidad neta de riego (Nnr) no incluye las pérdidas que se producen en el proceso de aplicación del agua.

Considerando la Precipitación efectiva en (Pe), las necesidades netas de riego (Nnr) de agua en el jardín serán:

$$Nnr = ET - Pe \text{ [mm/mes]}$$

Dónde:

Nnr: Necesidades netas de riego, expresado en [mm/mes]

ET: Evapotranspiración, expresado en [mm/mes]

Pe: Precipitación efectiva., expresado en [mm/mes]

3.1.3.2 Necesidades brutas de riego

Es el agua que se debe suministrar por el sistema de riego para asegurar que el jardín reciba toda el agua que necesita. La necesidad bruta de riego (Nbr) asume las pérdidas por escorrentía y/o filtración profunda incluidas de la necesidad neta de riego.

Considerando la Eficiencia de aplicación (Ea), las necesidades brutas de riego (Nnr) de agua en el jardín serán:

$$Nb = Nnr / Ea \text{ [mm/mes]}$$

Dónde:

Nbr = Necesidades brutas de riego [mm/mes]

Nnr = Necesidades netas de riego [mm/mes]

Ea = Eficiencia de aplicación [mm/mes].

La tabla 3.2 indica la eficiencia de aplicación según el tipo de riego.

Tipo de riego	Eficiencia de aplicación (Ea)
Superficie	0,5 - 0,65
Aspensores	0,7 - 0,8
Difusores y micro-aspensores	0,8
Riego localizado en superficie	0,9
Riego localizado subterráneo	0,95

[Fuente: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2009].

3.1.4 Necesidades brutas de riego localizado

Para calcular las necesidades brutas de riego localizado se utiliza la siguiente ecuación:

$$Nbr = Nnr / Ea \text{ [mm/mes]}$$

Dónde:

Nbr = Necesidades brutas de riego [mm/mes]

Nnr = Necesidades netas de riego [mm/mes]

Ea = Eficiencia de aplicación [mm/mes].

3.1.5 Necesidades brutas de riego por aspersion

Para calcular necesidades brutas de riego por aspersion asumiendo la fracción de lavado inferior al 10%, se utiliza la siguiente ecuación:

$$Nbr = Nnr / Ea$$

Dónde:

Nbr: Necesidades brutas de riego [mm/mes]

Nnr: Necesidades netas de riego [mm/mes]

Ea: Eficiencia en la aplicación [mm/mes]

3.2 Captación de Aguas Lluvia:

La captación de aguas lluvia es la recolección, transporte y almacenamiento del agua de lluvia que cae sobre una superficie de manera natural o hecha por el hombre. Las superficies que captan el agua en las ciudades pueden ser techos de casas y

edificios, techumbre de almacenes y de tiendas, estructuras superficiales, entre otros. El agua almacenada puede ser usada para cualquier finalidad utilizando los filtros apropiados, en este caso se necesita de un filtro sencillo por tratarse de un sistema de riego.

3.2.1 Beneficios de la captación de aguas lluvia:

- El agua de lluvia es gratis, la única inversión que se debe realizar es la captación y el tratamiento, pero su amortización se realiza en un corto tiempo.
- El costo de agua disminuye anualmente.
- El agua de lluvia es superior para el riego de las plantas de los hogares.
- Los sistemas son de fácil mantenimiento.
- El agua de lluvia se recolecta y almacena cerca del edificio o casa que la consume, lo cual elimina la necesidad de sistemas de distribución costoso y complejo.
- Se logra un gran ahorro de energía, ya que se evita todo el proceso de extracción o entubamiento y el de distribución y bombeo del agua para su transportación, los cuales demandan una gran cantidad de energéticos.
- Tiene un costo menor, que el de las redes hidráulicas públicas, tanto en la inversión primaria como en el costo de mantenimiento, reparación y ampliación del sistema de redes.

3.2.2 Desventajas de la captación de aguas lluvia:

- La disponibilidad del agua es limitada; por la cantidad de la precipitación pluvial en cada ciudad, por el tamaño de la superficie de captación y por el tamaño de la cisterna.

3.2.3 Estructura superficial de captación de aguas lluvia:

Se construye una estructura sobre el suelo o alguna otra superficie, de esta forma se evita el gasto de excavación y facilidad de mantenimiento o reparación.

La desventaja es que este tipo de estructura ocupa más espacio en el terreno.

Existen diferentes tipos de materiales que se utilizan en la fabricación de cisternas, estos pueden ser:

- Acero: Acero y acero galvanizado (ambos se corroen y oxidan).
- Hormigón: Ferrocemento (se fractura), piedra (difícil de mantener) y bloque de hormigón (se agrieta).

- Madera: Roja, abeto, ciprés (es eficiente pero caro).
- Plásticos: Fibra de vidrio, polietileno y PVC.

3.2.3.1 Coeficiente de escorrentía:

El coeficiente de escorrentía depende de factores tales como el tipo de precipitación (lluvia, nieve o granizo); la cantidad, intensidad y distribución de la misma en el tiempo; la humedad inicial del suelo; del tipo de terreno (granulometría, textura, estructura, materia orgánica, grado de compactación, pendiente y rugosidad) y el tipo de vegetación existente, entre otras.

Valores de eficiencia del escurrimiento del agua en base a distintos materiales y coberturas de suelo.

Tabla 3.3: Tipos de superficie y su coeficiente de escorrentía.

Tipo de superficie	Coeficiente de escorrentía
Pavimentos de hormigón y bituminosos.	0,70 a 0,95
Para superficies lisas, impermeables como techos en metal, en teja asfáltica, de concreto entre otros.	0,9
Pavimentos de macadam.	0,25 a 0,60
Adoquinados.	0,50 a 0,70
Superficies de grava.	0,15 a 0,30
Zonas arboladas y bosque.	0,10 a 0,20
Zonas con vegetación densa:	
Terrenos granulares.	0,05 a 0,35
Terrenos arcillosos.	0,15 a 0,50
Zonas con vegetación media:	
Terrenos granulares.	0,10 a 0,50
Terrenos arcillosos.	0,30 a 0,75
Tierra sin vegetación.	0,20 a 0,80
Zonas cultivadas.	0,20 a 0,40

[Fuente: Elaboración propia. Salina, A., 2010].

3.2.4 Captación de aguas lluvia en techumbre

El sistema de captación de agua de lluvia en techos está compuesto de los siguientes elementos:

- Captación: está conformado por el techo de la edificación, el mismo que debe tener la superficie y pendiente adecuadas para que facilite el escurrimiento del

agua de lluvia hacia el sistema de recolección. En el cálculo se debe considerar solamente la proyección horizontal del techo.

- b) **Recolección y conducción:** este componente es una parte esencial del sistema, ya que conduce el agua recolectada por el techo directamente hasta el tanque de almacenamiento. Está conformado por las canaletas que van adosadas en los bordes más bajos del techo, en donde el agua tiende a acumularse antes de caer al suelo.

El material El material de las canaletas debe ser liviano, resistente al agua y fácil de unir entre sí, a fin de reducir las fugas de agua. Al efecto se puede emplear materiales, como el bambú, madera, metal o PVC.

Las canaletas de metal son las que más duran y menos mantenimiento necesita, sin embargo, son costosas. Las canaletas confeccionadas a base de bambú y madera son fáciles de construir, pero se deterioran rápidamente. Las canaletas de PVC son más fáciles de obtener, durables y no son muy costosas.

En el caso de que la canaleta llegue a captar materiales indeseables, tales como hojas, excremento de aves, entre otros, el sistema debe tener mallas que retengan estos objetos para evitar que obturen la tubería montante o el dispositivo de descarga de las primeras aguas.

- c) **Interceptor:** también denominado como dispositivo de descarga de las primeras aguas provenientes del lavado del techo y que contiene todos los materiales que en él se encuentren en el momento del inicio de la lluvia. Este dispositivo impide que el material indeseable ingrese al tanque de almacenamiento y de este modo minimizar la contaminación del agua almacenada y de la que se vaya a almacenar de forma posterior.
- d) **Almacenamiento:** la unidad de almacenamiento debe ser duradera y al efecto debe cumplir con las siguientes especificaciones:
- ✓ Impermeable para evitar pérdida de agua por goteo o transpiración.
 - ✓ No debe ser de más de dos metros de altura para minimizar las sobre presiones.
 - ✓ Debe tener tapa para impedir el ingreso de polvo, insectos y de la luz solar.
 - ✓ Disponer de una escotilla con tapa sanitaria lo suficientemente amplia para permitir el ingreso de una persona para la limpieza y reparaciones necesarias.
 - ✓ La entrada y el rebose deben contar con mallas para evitar el ingreso de insectos y animales.

En caso de tanques enterrados, deberán ser dotados de bombas de mano.

3.2.4.1 Fórmula de captación de aguas lluvias en techumbre

Por lo regular el dato de la cantidad de lluvia o precipitación pluvial anual es presentado en milímetros de lluvia por metro cuadrado, es decir si llueve 300 milímetros por metro cuadrado, quiere decir que llueve por cada metro unos 300 litros al año. Es necesario tener en cuenta que no toda el agua es susceptible de captarse, ya que, al caer la lluvia a una superficie normal, va a existir filtración, evaporación y otros fenómenos que dan una pérdida de aproximadamente el 20% del agua que cae y que no es posible captar.

Con los datos de precipitación media anual, se puede calcular la cantidad de agua (promedio) que se puede recolectar en un año con la siguiente fórmula:

$$Va \text{ (l/año)} = 0.80 \times \text{área efectiva de captación (m}^2\text{)} \times \text{cantidad de lluvia (l/año/m}^2\text{)}$$

Dónde:

Va: Volumen de agua (litros/año)

El valor 0.80 es un coeficiente de escurrimiento aproximado, y representa la cantidad de agua que se pierde (aproximadamente un 20%) antes de llegar al estanque (por evaporación, infiltración, etc.). Evidentemente, este valor dependerá de factores como la temperatura promedio, vientos, tipo de superficie y de impermeabilizante. Sin embargo, 20% es un buen criterio de diseño que funciona para la mayoría de los casos. Cabe recordar que la captación de agua pluvial no es precisa, y se obtienen datos aproximados.

4. DISEÑOS DE XEROJARDINERÍA EN PROYECTOS

4.1 Edificios en condiciones similares

Existen construcciones en similares condiciones, utilizan la xerojardinería o jardinería autóctona para reducir consumo y costo de agua.

A continuación, algunos ejemplos de construcciones.

4.1.1 Plan de Compensación de PM10

Valle Grande

500 hectáreas

Año 2008

Diseño de filtro arbóreo con especies nativas e introducidas, se crea un filtro natural que disminuye el material particulado en suspensión. El logro de proyecto fue incorporar 48 hectáreas de compensación dentro de la misma urbanización, con las densidades requeridas por las autoridades ambientales.



Figura 4.1: Diseño Valle Grande.
[Fuente: Panorama sustentabilidad visible].

4.1.2 Master plan Izarra de Lo Aguirre

LRK+URBANA ED+Pablo Allard

Inmobiliaria Baiona

500 hectáreas año 2010

Desarrollo territorial a gran escala, para proyectos inmobiliarios e industriales entre 50 y 1.000 hectáreas. Las labores de masterplanning incluyen análisis línea base abiótica, infraestructura de transportes, análisis de contexto urbano, normativo y social. Integración de ideas fuerza mediante el desarrollo de una visión consensuada, que se materializa en un master plan. El plan se trabaja incorporando etapas, actores y montos de inversión.



Figura 4.2: Master plan Izarra de Lo Aguirre
[Fuente: Panorama sustentabilidad visible].

4.1.3 Lineamientos de Paisaje Sustentable

Transoceánica

30 hectáreas Año 2013

Análisis de Impactos Ambientales para el desarrollo de una comunidad LEED de 30 hectáreas en Santa María de Manquehue. Evaluación de Infraestructura, mitigación y reciclaje de impactos tendientes a un desarrollo emisión 0.



Figura 4.3: Lineamientos de paisaje sustentable.
[Fuente: Panorama sustentabilidad visible].

4.1.4 Ciudad Empresarial

Patio

400 hectáreas Año 2014

Diseño pre-costeo construcción y pre-costeo operación espacios públicos y equipamiento desarrollo industrial. Definición atmósfera y elementos del espacio público como ciclovías, materiales de cruces, rotondas, señalética, paraderos, plazas, estacionamientos y portal de acceso.



Figura 4.4: Ciudad empresarial.
[Fuente: Panorama sustentabilidad visible].

4.1.5 Master plan Paisaje-Los Bravos

Inmobiliaria Manquehue

80 hectáreas Año 2005

Plan maestro estudia condiciones bióticas y abióticas, gustos del mercado al que va dirigido el proyecto, escenarios de desarrollo, programas de usos y m², propuesta de plan maestro, presupuesto de mantención y construcción.



Figura 4.5: Masterplan de paisaje Los Bravos.
[Fuente: Panorama sustentabilidad visible].

4.1.6 Parques Inundables Valle Grande

Inmobiliaria Novaterra

4 hectáreas Año 2006

Infraestructura de apoyo para la evaluación de aguas lluvias. Los parques inundables retienen las aguas lluvias disminuyendo las dimensiones de las infraestructuras y obras civiles asociadas a la evacuación de aguas lluvias. Adicionalmente, su uso como espacio recreacional y área verde permiten responder a requerimientos de urbanización y sociales.



Figura 4.6: Parques inundables Valle Grande.
[Fuente: Panorama sustentabilidad visible].

4.1.7 Sala de Ventas Los Bravos

Manquehue SOCOVESA

Año 2007

Diseños predefinidos según estilos: nativos, herbáceo y sustentable. Valor de construcción y mantención UF/m² establecido para proyectos inmobiliarios e industriales.



Figura 4.7: Sala de ventas Los Bravos.
[Fuente: Panorama sustentabilidad visible].

4.1.8 Coca Cola- Santiago

Embotelladora Andina

9 hectáreas Año 2012

Diseño urbano y de exteriores según estándares LEED. Diseño de bajos requerimientos hídricos, incorporando todos los puntos para la certificación ambiental.



Figura 4.8: Coca Cola Santiago. [Fuente: Panorama sustentabilidad visible].

4.1.9 LEED GOLD

Anglo American

450 m²- Año 2012

Arquitectura Sustentable

Diseño y construcción de Arquitectura según estándares LEED. El edificio cuenta con sala de exhibiciones, baños, café y gift shop para atención de público. El edificio retiene las aguas lluvias mediante un techo verde y muro vegetal.



Figura 4.9: Leed Gold Quilapilún.
[Fuente: Panorama sustentabilidad visible].

4.1.10 Plaza Xerófita Comunitaria Quilapilún

Anglo American

1 hectárea Año 2012

Plaza de bajo requerimiento hídrico.

Desarrollo de plazas y parques en áreas de escasez de agua. Diseño contempla uso de especies desérticas o semi desérticas, uso estratégico de áreas de césped, usos de coberturas para conservación de agua y riego tecnificado.



Figura 4.10: Plaza Xerófita comunitaria Quilapilún.
[Fuente: Panorama sustentabilidad visible]

4.1.11 Parque Quilapilún

Es el primer jardín botánico dedicado a la representación de los paisajes de la Región Metropolitana.

El parque, ubicado en Camino a Quilapilún sin número, Colina, es un espacio de 4,5 hectáreas dedicadas a la preservación de la flora en la zona central del país con un claro objetivo familiar, educativo y turístico.

El parque fue el resultado de una nueva propuesta de compensación que Anglo American hizo a las autoridades medioambientales y que considera diversas mitigaciones en un espacio sustentable, de alto nivel y único en Santiago. La iniciativa surge como una nueva forma de que Anglo American realice las mitigaciones ambientales producto del Proyecto de Desarrollo de Los Bronces, los que se acordaron con la Conaf Metropolitana.

La inversión ascendió a 4 millones de dólares y se trabajó con la arquitecta Consuelo Bravo de Panorama Consultores y con Javier Durán, gerente de B-Green Certificaciones LEED, pues el edificio del parque está postulando a la certificación LEED categoría oro.



Figura 4.11: Parque Quilapilún.
[Fuente: Panorama sustentabilidad visible].

El Parque Explorador Quilapilún tiene alrededor de 30 mil plantas y árboles de 500 especies de flora autóctona. Entre sus senderos se podrán conocer los bosques y matorrales espinoso y esclerófilo. Así también jardines temáticos como el etnobotánico en donde se encuentran plantas nativas comestibles, como la papa originaria.

Contempla también una zona de juegos infantiles y de picnic para que las familias y visitantes puedan pasar el día, y un Centro Interpretativo Arqueológico en el que se exhiben diversas piezas arqueológicas encontradas en la zona, tales como puntas de flechas y piedra tacita. El edificio principal, de 400 metros cuadrados, usa materiales nobles como el adobe, promueve la eficiencia energética con paneles fotovoltaicos y la reutilización de agua.

4.1.11.1 Un proyecto dedicado a la flora nativa

La base consta en tres áreas para desarrollar el proyecto y elaboraron un concepto que integrara requisitos medioambientales, tales como arqueología y temas forestales.

Como una necesidad de respuesta a la falta de áreas verdes en Santiago debido a la escasez de recursos para su adecuada mantención y el rol educativo que juegan en la sociedad.



Figura 4.12: Parque Quilapilún.
[Fuente: Panorama sustentabilidad visible].

Otra razón tuvo relación con los jardines botánicos que hay alrededor del mundo. El Parque Quilapilún representa los paisajes y ecosistemas espinosos, y esclerófilos de la Región Metropolitana con el objetivo de promover las áreas verdes más sustentables.

El parque está dedicado a la educación de nuestra flora nativa formado por una serie de jardines temáticos de especies amenazadas, inspirado en el Libro Rojo de la Conaf, como un cactario, geófitos y un jardín etnobotánico.

4.- Diseño de Xerojardinería en Proyectos

Cuenta con áreas de conservación donde se reforestan 278 hectáreas con una variedad de especies nativas y una zona de conectividad que mejorará el camino entre los poblados cercanos y el área de acceso público.

Además, el lugar cuenta con un centro de informaciones que actualmente está en proceso de certificación ambiental. Éste fue elaborado con techo y muro verde plantados exclusivamente con flora nativa. Adicionalmente, se utilizaron materiales para el ahorro energético, el reciclaje de aguas lluvias y la disminución de desechos durante el proceso de construcción



Figura 4.13: Parque Quilapilún.
[Fuente: Panorama sustentabilidad visible].



Figura 4.14: Parque Quilapilún.
[Fuente: Panorama sustentabilidad visible].

En este espacio, se exponen las rutas de recorrido del parque, la ciencia de las plantas, la antropología de nuestro paisaje, así como también Chile Hot Spot de biodiversidad, que expone lo superlativo del paisaje nacional y de Chile país minero, representando la relación entre paisaje, geología y minería.

La arquitecta cuenta que el criterio de diseño utilizado estuvo basado en servir a la comunidad adyacente, a los escolares de la Región Metropolitana y visitantes en general.

El proyecto inspirado en experiencias internacionales, como la de Alemania en el Valle del Ruhro el proyecto Edén en Cornwall, Inglaterra, comenzó su conceptualización en 2005, el diseño fue desarrollado en 2008 y la construcción comenzó en mayo de 2011.



Figura 4.15: Parque Quilapilún.
[Fuente: Panorama sustentabilidad visible]

Existe una tienda en la que se exhiben productos de emprendedores locales que Anglo American apoya a través de su programa Emerge.

Entre las principales especies con que cuenta el parque se destacan el chagual, el algarrobo, lucumillos, toromiros, boldos, quillayes y distintos tipos de cactus.

4.1.12 Certificación LEED

Es un sistema de certificación multi-criterio, lo que significa que cubre distintos aspectos de sustentabilidad y por lo tanto aborda los diferentes impactos potenciales de

un proyecto durante su vida útil, enfocándose también en los beneficios sociales y económicos y en el uso eficiente de recursos.

4.1.12.1 Para que certificar LEED un proyecto de edificación

La certificación LEED, establece altos niveles de exigencia tanto en la etapa de diseño como durante el proceso de construcción, puesta en marcha y durante la operación y mantención para distintos tipos de proyectos.

Siguiendo los diferentes parámetros y requerimientos de la Certificación se logra:

- Disminuir los costos asociados a operación y Mantenimiento e incrementar el valor de un inmueble.
- Reducir la cantidad de residuos que se envían a vertederos y botaderos.
- Mejorar el desempeño medioambiental de un edificio, ahorrando energía y agua y optimizando el uso de materiales.
- Proveer ambientes interiores saludables y confortables para los ocupantes.
- Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Otorga un reconocimiento, tanto en el mercado nacional como internacional, en la construcción de edificaciones y comunidades, que alcanzan altos estándares de sostenibilidad y generan un menor impacto ambiental, reducen los costos de operación y mantenimiento, y garantizan una alta calidad de los ambientes construidos.
- Permite el desarrollo de un proyecto comercializable con un valor agregado que supera las exigencias de las regulaciones locales.
- Permite promover y demostrar, de una manera visible en el mercado, los beneficios ambientales, sociales y económicos de los proyectos, tanto en el sector de la construcción como en el de los potenciales compradores y/o arrendatarios.

4.1.12.2 Proceso de la certificación

Los siguientes son los pasos del proceso de certificación para Proyectos Nuevos:

4.1.12.2.1 Registro del proyecto

El registro del proyecto le otorga un número de identificación, acceso a recursos y herramientas específicas dependiendo del sistema de evaluación (Rating System) con el cual se trabajará. Se requiere el pago de la tarifa correspondiente a su registro, lo que permite tener acceso a LEED® Online.

4.1.12.2.2 Preparación de aplicación

Para el desarrollo de esta etapa es indispensable hacer una selección de los créditos objetivo a cumplir en el proyecto, y se debe asignar las responsabilidades a los diferentes miembros del equipo del proyecto, con el propósito de dar cumplimiento a los créditos anteriormente elegidos. Es en esta fase en que se da inicio del proceso de documentación (recolección de información y desarrollo de cálculos), tanto de prerequisites como de créditos, para posteriormente subir la respectiva información a LEED® Online.

4.1.12.2.3 Envío de la aplicación

El sistema de certificación LEED® Diseño & Construcción plantea dos opciones de revisión preliminar y final de la etapa de diseño y de construcción de un proyecto: individual o simultánea. Es indispensable tener en cuenta que los requerimientos para una aplicación completa varían de acuerdo a la modalidad de revisión elegida. Independiente al tipo de revisión que se elija, se debe cancelar la tarifa correspondiente, enviar los formularios de información general del proyecto y la documentación de soporte requerida completa, tanto de los prerequisites como de los créditos mínimos indispensables para obtener la certificación.

4.1.12.2.4 Revisión de la aplicación

Una vez se recibe la aplicación completa con la información de soporte requerida, se inicia el proceso formal de revisión el cual varía ligeramente entre las diferentes opciones. Independiente al tipo de revisión que se elija, toda la documentación enviada es revisada por completo en base a los requerimientos LEED®. Como resultado de cualquiera de los procesos de revisión preliminar, se obtiene una retroalimentación soportada por recomendaciones a nivel técnico, según lo que se considere apropiado para el proyecto, donde los créditos y prerequisites revisados son designados como "anticipado", "pendiente", o "rechazado". Adicionalmente, los formularios de la información del proyecto son clasificados como "aprobado" y "no aprobado", y cuentan igualmente con recomendaciones técnicas. A diferencia de la revisión preliminar, en la revisión final de la etapa de construcción, tanto individual como simultánea, los créditos y prerequisites son denominados como "alcanzado" y "rechazado".

4.1.12.2.5 Certificación

La certificación es la etapa final del proceso de revisión LEED®. Una vez la revisión final de la aplicación es terminada, el equipo de proyecto puede aceptar o apelar la decisión final. Los proyectos certificados LEED®:

- Reciben un certificado formal de reconocimiento.
- Reciben información acerca de cómo ordenar la placa y los certificados; fotografías, presentaciones y mercadeo, pueden ser incluidos, si el propietario lo requiere, en el directorio en línea de proyectos LEED® y en el US Department of Energy High Performance Buildings Database.

**5. CONDICIONES
PARTICULARES DEL CASO
DE ESTUDIO**

5.1 Ubicación caso de Estudio Edificio en altura en la comuna de Providencia.

El edificio se ubica en la Región Metropolitana, comuna de Providencia, en la calle Guarda Vieja N° 441 esquina Juana de Arco N° 2.091.

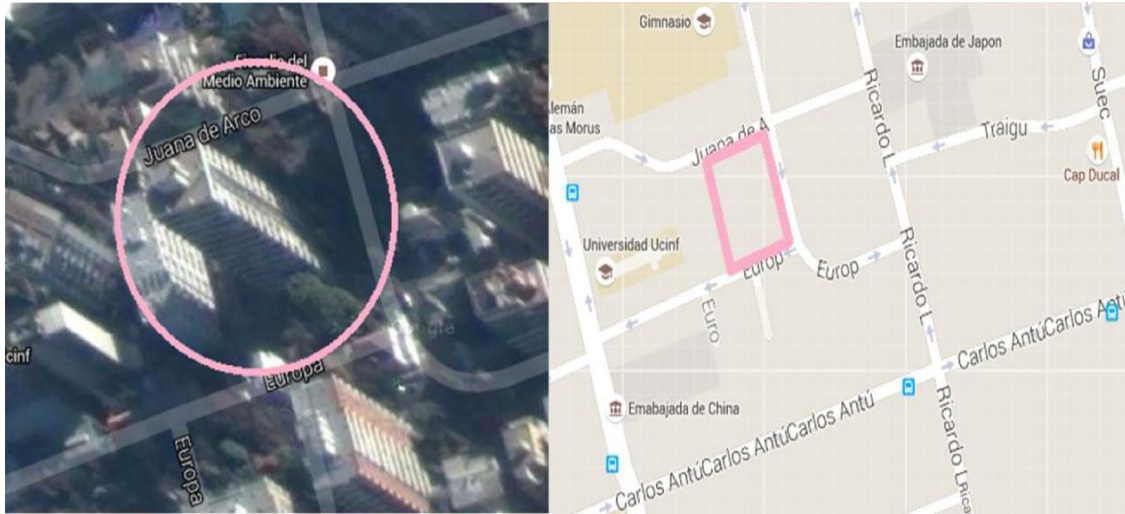


Figura 5.1: Plano de ubicación del edificio.
[Fuente: Google Earth].

La imagen 5.2 muestra la Municipalidad de Providencia, denominada también palacio Falabella, construido en 1930, declarado como Monumento Nacional:



Figura 5.2: Palacio Falabella. Municipalidad de Providencia.
[Fuente: Elaboración Propia].

5.- Condiciones Particulares del caso de estudio

En Avenida Pedro de Valdivia se encuentra la municipalidad de Providencia centro de grandes eventos de la comuna; se encuentran Universidades tales como Ucnf, Universidad Autónoma de Chile, Embajadas, Hoteles, Centros Médicos, Centros de Estética femenina, Apart Hoteles, Correos de Chile, gimnasios, farmacias, supermercados, galería comercial, Mall Vivo Panorámico, Mall Panorámico, centros de recreación restaurantes y el acceso al Metro Los Leones.



Figura 5.3: Gimnasio, farmacia y metro de Los Leones.
[Fuente: Elaboración Propia].



Figura 5.4: Mall Vivo Panorámico y Tiendas Comerciales
[Fuente: Elaboración Propia].

5.2 Descripción del edificio

El edificio Guardia Vieja cuenta con 16 pisos y 90 departamentos

El jardín del edificio Guardia Vieja consta de 2 entradas peatonales y una amplia densidad de césped. El área del jardín se compone en 3 zonas; la primera zona es el área de vegetación. El área de vegetación presenta una gran densidad de césped, arboles de gran tamaño y jardines de flores con una superficie total de 1.272,84 m². La segunda zona corresponde a pavimentos con una superficie total de 93,04 m². La tercera zona es del edificio con una superficie total que corresponde a 461,76 m². En la tabla 16 se dan a conocer las zonas descritas detalladamente y el total de superficie asociada a cada una de ellas.

Tabla 5.1: Zona de pavimento, vegetación y edificación.

Área	Zonas	Superficies (m ²)
E	Zona Edificación	461,76
P1	Zonas de Pavimentos	33,1
P2	Zonas de Pavimentos	21,69
P3	Zonas de Pavimentos	23,1
P4	Zonas de Pavimentos	15,15
	Zonas de Pavimentos	93,04
V1	Zona vegetación	336,69
V2	Zona vegetación	437,5
V3	Zona vegetación	331,78
V4	Zona vegetación	166,87
	Zonas de Vegetación	1272,84

Tabla 5.1: Zonas de pavimento, vegetación y edificación.
[Fuente: Elaboración Propia].

La indumentaria corresponde a:

- ✓ Faroles bajos de alumbrado tipo callampa.



Figura 5.5: Faroles de alumbrado tipo callampa.
[Fuente: Elaboración Propia].

- ✓ Bancas de madera.



Figura 5.6: Bancas de Madera.
[Fuente: Elaboración Propia].

- ✓ Tipo de piso utilizado.



Figura 5.7: Pastelones de hormigón 50x50cm.
[Fuente: Elaboración Propia].

5.- Condiciones Particulares del caso de estudio

La vegetación del Edificio Guardia Vieja N° 441 consta de Castaños, Higueras, Álamos, Nogales, Ceibos, Paltos y enredaderas, además de flores de temporada. Esta información fue recopilada mediante la solicitud de planos en la Municipalidad de Providencia. Los árboles plantados tienen tolerancia y resistencia a la sequía.



Figura 5.8: Árboles y jardín edificio.
[Fuente: Elaboración Propia].



Figura 5.9: Árboles y jardín edificio.
[Fuente: Elaboración Propia].

Levantamiento Hídrico:

Para considerar el levantamiento hídrico del edificio en estudio se analiza la cantidad de agua utilizada en el edificio durante el año 2015 y la cantidad de áreas verdes en m².

El consumo hídrico utilizado en el jardín en estudio fue recopilado mediante datos entregados por personal del condominio.

El dato entregado se resume en un gasto que varía entre \$ 100.311 y 200.622 en meses de escasas lluvias.

Se debe obtener el consumo hídrico total en riego anual, y este se determina de la siguiente forma:

La figura 5.10 indica los datos hídricos necesarios para determinar el consumo total anual de agua en el jardín proyecto.

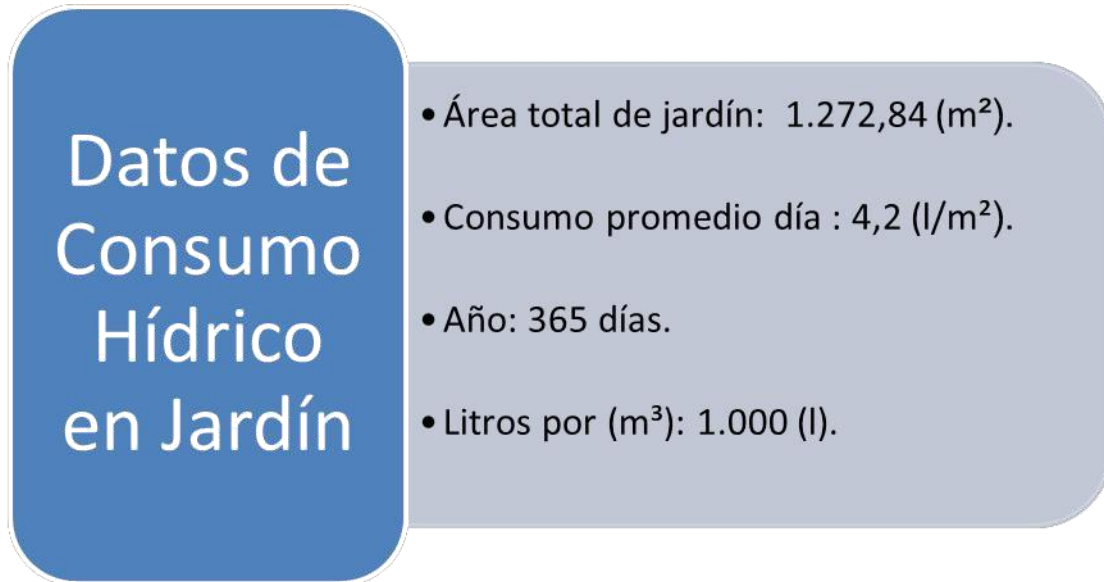


Figura 5.10: Datos de consumo hídrico para determinar el consumo anual de agua utilizada en riego de jardín. [Fuente: Elaboración Propia].

Por medio de los datos anteriores se determina el consumo total hídrico anual expresado en la figura 5.11:

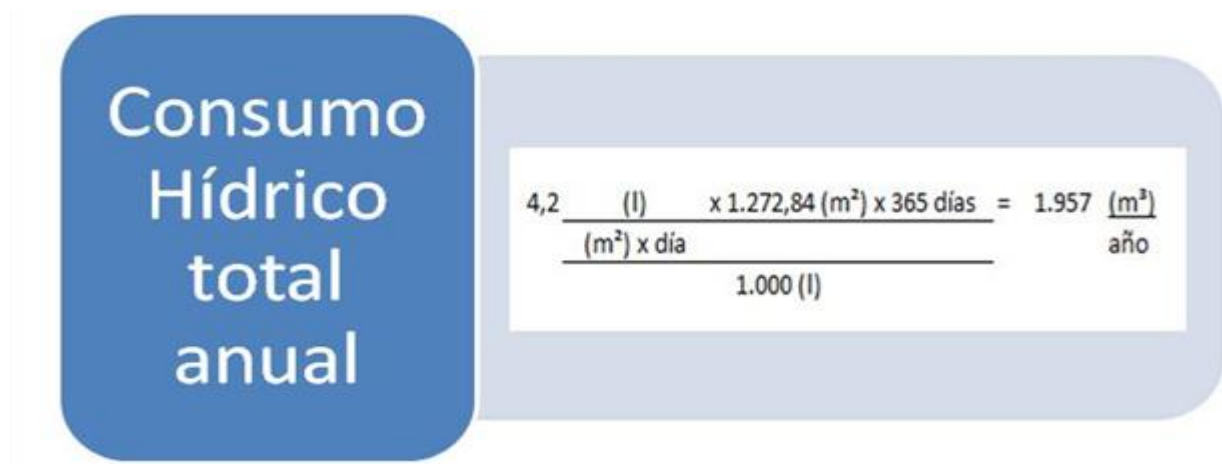


Figura 5.11: Consumo hídrico total anual utilizado en el jardín proyecto. [Fuente: Elaboración Propia].

Con los datos obtenidos se obtiene el consumo hídrico promedio utilizado en el jardín proyecto 1.957 (m³/año), el consumo hídrico anual utilizado puede no ser el que realmente necesite el jardín, pues existen factores que disminuyen el riego eficiente, como pueden ser la poda, el mal manejo de las especies, el mantenimiento del jardín, entre otros factores, es por esto que se debe calcular el consumo hídrico real que necesita el jardín a través de lo expuesto en el punto 3.

5.3 Levantamiento Climático

La comuna de Providencia posee las mismas características climáticas definidas para la ciudad de Santiago, es decir, predomina un clima mediterráneo, con una temperatura media anual de 16°C, una larga estación seca y lluvias invernales. En enero, el mes más cálido se alcanza un promedio de 31°C, y precipitaciones superiores a los 300 mm anuales.

5.3.1 Radiación

La información de Radiación fue recopilada del Departamento de Meteorología de la Universidad de Santiago correspondiente al año 2015.

La figura 5.12 indica la radiación solar (mm/mes).

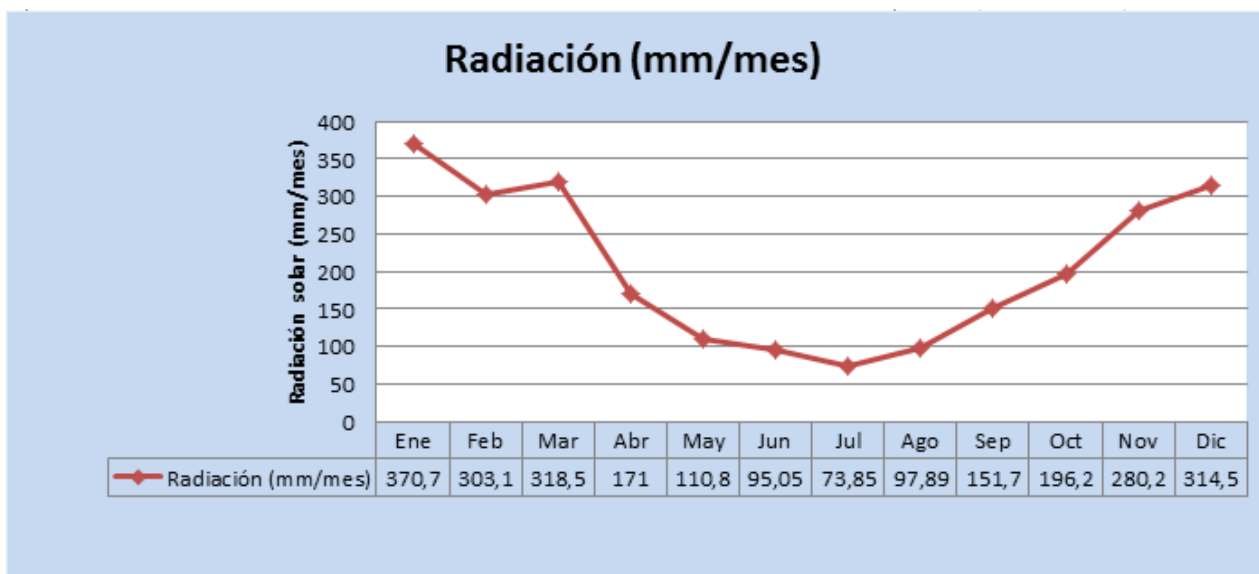


Figura 5.12: Radiación Solar mensual.
[Fuente: Elaboración Propia].

5.3.2 Temperatura

La Región Metropolitana en el año 2015 tuvo una temperatura máxima de 37°C en el mes de marzo y una temperatura mínima de -4°C en el mes de junio.

La información de la temperatura fue recopilada del Departamento de Meteorología de la Universidad de Santiago de Chile y corresponden a los meses desde Enero a Diciembre del año 2015.

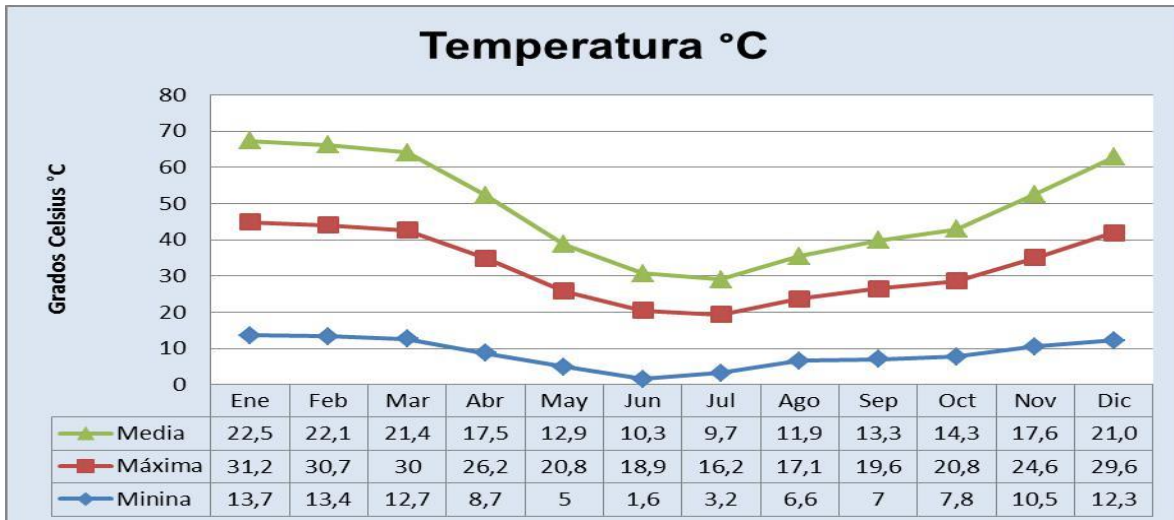


Figura 5.13: Temperaturas mínima, media y máxima promedio mensual.
[Fuente: Elaboración Propia].

5.3.3 Humedad

El porcentaje de humedad fue recopilado del Departamento de Meteorología de la Universidad de Santiago de Chile y corresponden al año 2015.

Los % fluctúan desde un 45% en el mes de Diciembre hasta un 69% en el mes de Agosto.

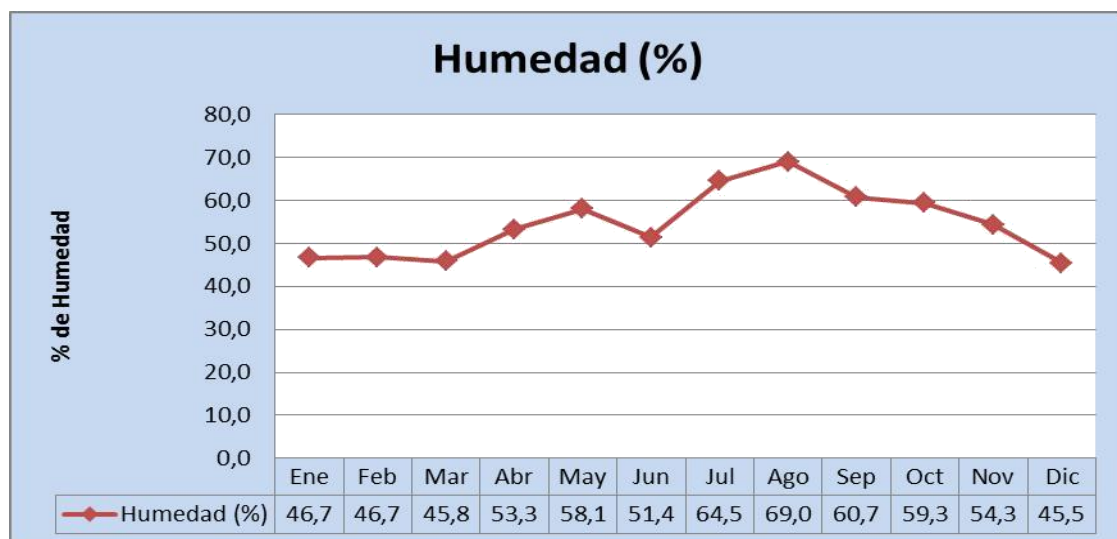


Figura 5.14: % Humedad mensual.
[Fuente: Elaboración Propia].

5.3.4 Precipitación Normal Mensual

La Región Metropolitana para el año 2015 presenta una precipitación acumulada mensual de 288,4 [mm] en el mes de diciembre y una precipitación mínima de 0,0 [mm] el mes de enero y febrero, según el siguiente gráfico el déficit es de 56 [mm].

La figura 5.15 indica la precipitación caída mensualmente en el año 2015 según datos recopilados de la Dirección Meteorológica de Chile.

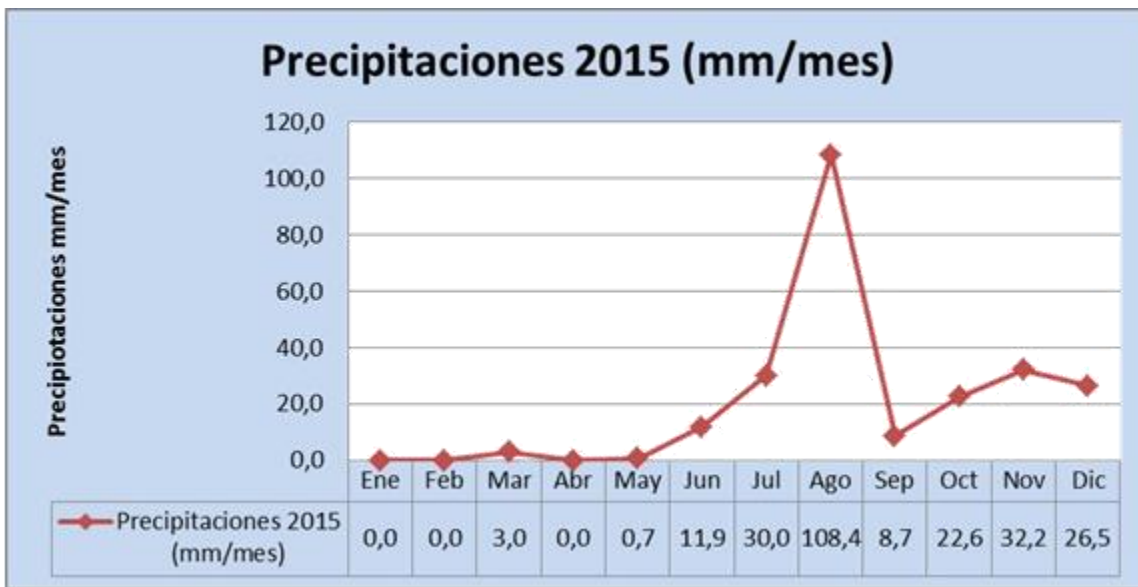


Figura 5.15: Precipitación mensual año 2015.
[Fuente: Elaboración Propia].

5.4 Evapotranspiración

5.4.1 Evapotranspiración Referencial

Para calcular la evapotranspiración referencial se debe utilizar la fórmula de cálculo por el método de Jensen-Haise, la cual utiliza datos de Radiación mensual (mm) y la temperatura promedio del aire (°C).

En la figura 5.16 se obtiene la evapotranspiración referencial (mm/mes).

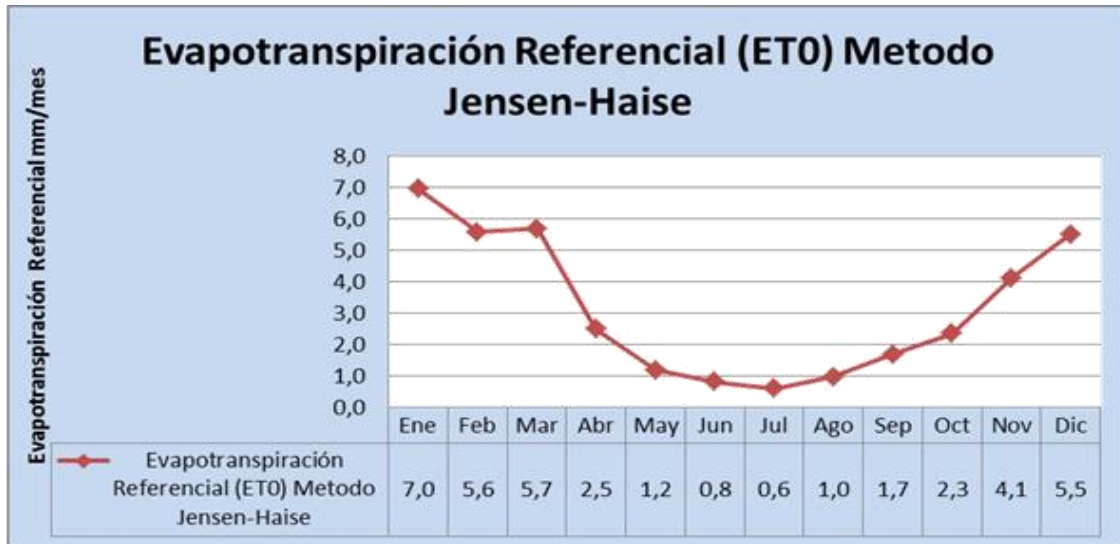


Figura 5.16: Evapotranspiración referencial mensual.
[Fuente: Elaboración Propia].

5.4.2 Evapotranspiración Calculada

Para determinar la evapotranspiración calculada se utiliza el coeficiente 0,9, coeficiente que justifica un terreno con césped en toda su extensión, teniendo un gran consumo hídrico. Se debe calcular la Evapotranspiración referencial para obtener la evapotranspiración calculada. Se considera cada mes con 30 días para realizar el cálculo.

La tabla 5.2 indica la evapotranspiración mensual (mm/mes).

Método Jensen-Haise			
Mes	Evaporación Referencial (ET0) (mm/mensual)	Coficiente de jardín (KJ)	Evapotranspiración MENSUAL (ET) (mm/mensual)
Enero	208,6	0,9	187,7
Febrero	167,5	0,9	150,8
Marzo	170,5	0,9	153,4
Abril	74,9	0,9	67,4
Mayo	35,8	0,9	32,2
Junio	24,6	0,9	22,1
Julio	18,0	0,9	16,2
Agosto	29,2	0,9	26,3
Septiembre	50,5	0,9	45,5
Octubre	70,2	0,9	63,2
Noviembre	123,3	0,9	111,0
Diciembre	165,2	0,9	148,7

Tabla 5.2: Evapotranspiración Mensual (mm/mes).
[Fuente: Elaboración Propia].

5.5 Precipitaciones

5.5.1 Precipitación Efectiva

La precipitación efectiva se obtiene con los datos obtenidos de precipitación mensual (Dirección Meteorológica de Chile) y con datos de ecuaciones planteadas en el capítulo anterior, con el análisis de ambos datos se obtienen los resultados de la tabla 5.3:

Mes	Precipitación mensual (mm)	Precipitación efectiva (mm)	Precipitación efectiva corregida (mm)
Enero	0,0	-10	0,0
Febrero	0,0	-10	0,0
Marzo	3,0	-8,2	0,0
Abril	0,0	-10	0,0
Mayo	0,7	-9,58	0,0
Junio	11,9	-2,86	0,0
Julio	30,0	8	8,0
Agosto	108,4	61,72	61,7
Septiembre	8,7	-4,78	0,0
Octubre	22,6	3,56	3,6
Noviembre	32,2	9,32	9,3
Diciembre	26,5	5,9	5,9

Tabla 5.3: Precipitación Efectiva (mm/mes)
 . [Fuente: Elaboración propia].

5.6 Necesidades de Riego

A través de los m² del jardín en estudio se deducen los m³ de agua que utiliza para su mantención y riego. Con las fórmulas expuestas anteriormente se deducen las necesidades brutas de riego que necesita el jardín (mm).

La tabla 5.4 indica las necesidades de riego netas, necesidades de riego brutas y el agua requerida mensualmente para el jardín en estudio en el año 2015.

Mes	Necesidades Netas de riego (mm)/mes	Necesidades Brutas de riego (mm)/mes	m ² de Jardín	Agua requerida mensual (m ³)
Enero	187,7	312,8	1272,84	398,0
Febrero	150,8	251,3	1272,8	320,0
Marzo	153,4	255,7	1272,8	325,0
Abril	67,4	112,3	1272,8	143,0
Mayo	32,2	53,7	1272,8	68,0
Junio	22,1	36,8	1272,8	47,0
Julio	8,2	13,7	1272,8	17,0
Agosto	-35,4	-59,0	1272,8	0,0
Septiembre	45,5	75,8	1272,8	96,0
Octubre	59,6	99,3	1272,8	126,0
Noviembre	101,7	169,5	1272,8	216,0
Diciembre	142,8	238,0	1272,84	303,0
Total agua requerida al año (m³)				2059,0

Tabla 5.4: Necesidades de riego (m³/año) en Jardín.
[Fuente: Elaboración Propia].

6. PROPUESTA DE DISEÑO DE PAISAJE XERÓFITO

6.1 Propuesta de Eficiencia Hídrica en el Caso de Estudio

Con la información recaudada en base al jardín se plantea la captación de aguas lluvia en techumbre además del almacenamiento de dicha recolección en un estanque para posteriormente ser reutilizadas en riego.

6.1.1 Recolección de aguas lluvia en techumbre

La recolección de aguas lluvia en techumbre es un método efectivo para captar agua, el proyecto propone reinstalar las canaletas para la recolección instalando una nueva conexión de tuberías de recolección hasta el estanque de almacenamiento.

<p>Captación de aguas lluvia en techumbre</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza general de techumbre 461,76 (m²). • Instalación de canaletas: 48 (m). • Instalación de tuberías de recolección : 260 (m).
---	---

Tabla 6.1: Análisis de captación de aguas lluvia en techumbre.
[Fuente: Elaboración Propia].

6.1.2 Rediseño del área de vegetación

A través de la xerojardinería se modifica el diseño del jardín, se instalan zonas con mulch y se utilizan especies que necesitan mínima cantidad de agua para su supervivencia.

<p>Rediseño del área de vegetación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Paisajista encargado de rediseñar el jardín acatando la xerojardinería (Panorama Sustentabilidad Visible) • Mejora de suelo: 135 (m³) de suelo orgánico. • Utilización de 450 (m²) de especies nativas: cubresuelos, plantas rastreras y enredaderas. • Utilización de 186,42 (m²) de mulch orgánico e inorgánico.
--	--

Tabla 6.2: Análisis de rediseño del área de vegetación.
[Fuente: Elaboración Propia].

6.1.3 Estanque de recolección

El estanque de recolección de agua lluvia será de forma cuadrada para la recolección de 133 (m³). A continuación la tabla 6.3 detalla los materiales e insumos.

<p>Estanque de Recolección</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El estanque a diseñar será de de forma cuadrada con 7,3 (m) de largo, 7,3 (m) de ancho y 2,5 (m) de profundidad. • Volumen de hormigón Losa : 11,73 (m³). • Volumen de hormigón Estanque : 15 (m³). • Volumen de hormigón Fundación : 11,25 (m³). • Enfierradura: Se considera 132 (Kg/m³) de hormigón; con un total de 5000 (Kg).
---	--

Tabla 6.3: Análisis de estanque de Recolección
[Fuente: Elaboración Propia].

6.1.4 Riego tecnificado

Se proyecta el uso de riego por aspersión para zonas de césped (zonas ya cubiertas por este tipo de riego), y sistema de riego por goteo para las zonas donde se instalarán especies nativas. El riego por goteo será conectado al estanque recolector de aguas lluvias.

<p>Riego tecnificado</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se diseña un sistema de riego por goteo (con un especialista en este tipo de sistema) en zonas con vegetación nativa. • Se utiliza una bomba para que realice el trabajo de impulsión de agua al sistema de riego. • Un sistema programador de riego con estaciones. • Se utilizara una camara decantadora para eliminar algún tipo de sólido antes del ingreso del agua al estanque.
---------------------------------	--

Tabla 6.4: Análisis de riego tecnificado
[Fuente: Elaboración Propia].

6.1.4.1 Fórmula de captación de aguas lluvias en techumbre

Por lo regular el dato de la cantidad de lluvia o precipitación pluvial anual es presentado en milímetros de lluvia por metro cuadrado, es decir si llueve 300 milímetros por metro cuadrado, quiere decir que llueve por cada metro unos 300 litros al año. Es necesario tener en cuenta que no toda el agua es susceptible de captarse, ya que, al caer la lluvia a una superficie normal, va a existir filtración, evaporación y otros

fenómenos que dan una pérdida de aproximadamente el 20% del agua que cae y que no es posible captar.

Con los datos de precipitación media anual, se puede calcular la cantidad de agua (promedio) que se puede recolectar en un año con la siguiente fórmula:

$$Va \text{ (l/año)} = 0.80 \times \text{área efectiva de captación (m}^2\text{)} \times \text{cantidad de lluvia (l/año/m}^2\text{)}$$

Dónde:

Va: Volumen de agua (litros/año)

El valor 0.80 es un coeficiente de escurrimiento aproximado.

<p>Captación de aguas lluvia en techumbre</p>	<p>• $\frac{300000(l) \times 0,8 \times 461,76(m^2)}{1.000} = 110.822 (l)$</p>
---	---

Tabla 6.5: Captación total de aguas lluvia en techumbre.
[Fuente: Elaboración Propia].

Por lo tanto, el total captado es de 111 (m³).

**7. EVALUACIÓN
ECONÓMICA DEL DISEÑO
PROPUESTO/ COSTO
INVERSIÓN CONSUMO
PROYECTADO**

7.1 Costos de Construcción Proyecto

Los costos asociados a la construcción del proyecto son medidos con respecto a los cambios que se proponen en el edificio: construcción de estanque para captación de aguas lluvias en techumbre, rediseño de jardín mediante principios de xerojardinería y sistema de riego por medio de goteo.

A continuación, se presenta tabla 7.1 con los costos de construcción en obras preliminares.

Ítem	Descripción	Monto Total (UF)
1	Obras Preliminares	229,06
1.1	Instalación de Faenas	92,43
1.2	Empalmes Provisorios	38,25
1.3	Cierres Provisorios	62,42
1.4	Excavaciones	23,72
1.5	Retiro de Escombros	12,24

Tabla 7.1: Costos de Construcción. Obras Preliminares.
[Fuente: Elaboración Propia].

A continuación, se presenta tabla 7.2 con los costos de construcción en estanque.

Ítem	Descripción	Monto Total (UF)
2	Estanque	554,94
2.1	Excavaciones	68,31
2.2	Emplantillado	19,35
2.3	Enfierradura	191,27
2.4	Hormigón Fundación	35,92
2.5	Moldaje Estanque	21,84
2.6	Hormigón Estanque	46,68
2.7	Moldaje Losa	37,60
2.8	Hormigón Losa	47,30
2.9	Retiro de Escombros	86,67

Tabla 7.2: Costos de Construcción. Estanque.
[Fuente: Elaboración Propia].

7.- Evaluación Económica del Diseño Propuesto/Costo Inversión Consumo Proyectado

A continuación, se presenta tabla 7.3 con los costos de construcción en rediseño de vegetación.

Ítem	Descripción	Monto Total (UF)
3	Rediseño de Vegetación	232,81
3.1	Diseño Jardín	57,38
3.2	Especies Nativas	34,44
3.3	Césped Cubresuelo	43,00
3.4	Mulching Orgánico	29,31
3.5	Mulching Inorgánico	68,68

Tabla 7.3: Costos de Construcción. Rediseño de Vegetación.
[Fuente: Elaboración Propia].

A continuación, se presenta tabla 7.4 con los costos de construcción en captación de aguas lluvia.

Ítem	Descripción	Monto Total (UF)
4	Captación de Agua Lluvia	180,35
4.1	Limpieza general de techumbre	57,38
4.2	Instalación Canaletas	19,79
4.3	Instalación Tuberías de Recolección	103,18

Tabla 7.4: Costos de Construcción. Captación de aguas lluvia.
[Fuente: Elaboración Propia].

A continuación, se presenta tabla 7.5 con los costos de construcción en instalación sistema de riego por goteo.

Ítem	Descripción	Monto Total (UF)
5	Sistema de riego por goteo	298,97
5.1	Diseño e instalación de sistema	57,38
5.2	Excavaciones	136,56
5.3	Bomba Pedrollo	15,99
5.4	Decantadora	19,13
5.5	Programador riego	8,37
5.6	Emisores y cintas de goteo	61,54

Tabla 7.5: Costos de Construcción. Instalación sistema de riego por goteo.
[Fuente: Elaboración Propia].

Para el cálculo de los precios se utiliza valor UF al día 05 de Abril de 2017 \$26.480,47.

7.- Evaluación Económica del Diseño Propuesto/Costo Inversión Consumo Projectado

En la tabla 7.6 se indica la inversión que se debe realizar en las obras: Con Proyecto Completo, Sin Proyecto y el costo

Descripción	Monto UF	Costo sin proyecto	Costo Xerojardineria y riego	Costo Proyecto Completo
Obras Preliminares	229,06	-	229,06	229,06
Estanque	554,94	-	-	554,94
Rediseño de vegetación	232,81	-	232,81	232,81
Captación de aguas lluvia	180,35	-	-	180,35
Sistema de riego	298,97	-	298,97	298,97
Costo Total Inversión (UF)	-	-	761	1496
Costo Total Inversión (\$)	-	-	\$ 20.151.637,67	\$ 39.618.225,58

Tabla 7.6: Inversión total de proyecto.
[Fuente: Elaboración Propia].

En la tabla 7.7 se presentan los valores IPC desde el año 2006 hasta el año 2015. Se determina el valor de IPC de acuerdo a un valor promedio calculado.

MES	IPC 2006	IPC 2007	IPC 2008	IPC 2009	IPC 2010	IPC 2011	IPC 2012	IPC 2013	IPC 2014	IPC 2015
ENERO	0,1	0,3	0	-0,8	0,5	0,3	0,1	0,2	0,2	0,1
FEBRERO	-0,1	-0,2	0,4	-0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,5	0,4
MARZO	0,6	0,4	0,8	0,4	0,1	0,8	0,4	0,4	0,8	0,6
ABRIL	0,6	0,6	0,4	-0,2	0,5	0,3	0,1	-0,5	0,6	0,6
MAYO	0,2	0,6	1,2	-0,3	0,4	0,4	0	0	0,3	0,2
JUNIO	0,6	0,9	1,5	0,3	0	0,2	-0,3	0,6	0,1	0,5
JULIO	0,5	1,1	1,1	-0,4	0,6	0,1	0	0,2	0,2	0,4
AGOSTO	0,3	1,1	0,9	-0,4	-0,1	0,2	0,2	0,5	0,3	0,7
SEPTIEMBRE	0	1,1	1,1	1	0,4	0,5	0,8	0,8	0,8	0,5
OCTUBRE	-0,3	0,3	0,9	0	0,1	0,5	0,6	0,6	1	0,4
NOVIEMBRE	-0,2	0,8	-0,1	-0,5	0,1	0,3	-0,5	0,3	0	0
DICIEMBRE	0,1	0,5	-1,2	-0,3	0,1	0,6	0	0,1	-0,4	0
ACUMULADO	2,4	7,5	7	-1,6	3	4,4	1,6	3,3	4,4	4,4

Tabla 7.7: valores IPC desde el año 2006 hasta el año 2015.
[Fuente: Elaboración Propia].

7.- Evaluación Económica del Diseño Propuesto/Costo Inversión Consumo Proyectado

La tabla 7.8 entrega el valor IPC promedio anual en los últimos 10 años.

AÑO	PROMEDIO IPC
2006	2,4
2007	7,5
2008	7
2009	-1,6
2010	3
2011	4,4
2012	1,6
2013	3,3
2014	4,4
2015	4,4
PROMEDIO	3,64

Tabla 7.8: Valor IPC Promedio anual.
[Fuente: Elaboración Propia].

7.- Evaluación Económica del Diseño Propuesto/Costo Inversión Consumo Proyectado

En la siguiente tabla se muestra el valor comercial del agua proyectado para los próximos 30 años (2017 – 2047). El valor del agua se proyecta de acuerdo a la tabla 7.9 variación del IPC proyectado.

AÑO	COSTO (Precio Comercial) \$/m3
2017	\$ 639
2018	\$ 663
2019	\$ 687
2020	\$ 712
2021	\$ 738
2022	\$ 765
2023	\$ 792
2024	\$ 821
2025	\$ 851
2026	\$ 882
2027	\$ 914
2028	\$ 948
2029	\$ 982
2030	\$ 1.018
2031	\$ 1.055
2032	\$ 1.093
2033	\$ 1.133
2034	\$ 1.174
2035	\$ 1.217
2036	\$ 1.261
2037	\$ 1.307
2038	\$ 1.355
2039	\$ 1.404
2040	\$ 1.455
2041	\$ 1.508
2042	\$ 1.563
2043	\$ 1.620
2044	\$ 1.679
2045	\$ 1.740
2047	\$ 1.869

Tabla 7.9: Valor comercial del agua proyectado para los próximos 30 años (2017 – 2047).
[Fuente: SISS, Elaboración Propia].

7.2 Costos de agua utilizada en el jardín proyecto

7.2.1 Costos de agua sin proyecto

La tabla 7.10 indica los costos de agua anual utilizada en el jardín sin proyecto. El consumo de agua calculado en capítulo anterior es actualmente de 1957 (m³/año).

Año	Consumo hídrico anual (m ³)	Precio anual agua (UF)	Costo Total Agua Anual (UF)
2017	1957	0,024	47,224
2018	1957	0,025	48,998
2019	1957	0,026	50,772
2020	1957	0,027	52,619
2021	1957	0,028	54,541
2022	1957	0,029	56,536
2023	1957	0,030	58,532
2024	1957	0,031	60,675
2025	1957	0,032	62,892
2026	1957	0,033	65,183
2027	1957	0,035	67,548
2028	1957	0,036	70,061
2029	1957	0,037	72,573
2030	1957	0,038	75,234
2031	1957	0,040	77,968
2032	1957	0,041	80,777
2033	1957	0,043	83,733
2034	1957	0,044	86,763
2035	1957	0,046	89,941
2036	1957	0,048	93,192
2037	1957	0,049	96,592

Tabla 7.10: Costos de agua anual utilizada en el jardín sin proyecto.
[Fuente: Elaboración Propia].

7.2.2 Costo de agua con xerojardinería y riego

La tabla 7.11 indica los costos de agua anual utilizada en el jardín con proyecto de xerojardinería y riego eficiente. El consumo de agua calculado en capítulo anterior es actualmente de 1101 (m³/año).

Año	Consumo hídrico anual (m ³)	Precio anual agua (UF)	Costo Total Agua Anual (UF)
2017	1101	0,024	26,568
2018	1101	0,025	27,566
2019	1101	0,026	28,564
2020	1101	0,027	29,603
2021	1101	0,028	30,684
2022	1101	0,029	31,807
2023	1101	0,030	32,930
2024	1101	0,031	34,135
2025	1101	0,032	35,383
2026	1101	0,033	36,672
2027	1101	0,035	38,002
2028	1101	0,036	39,416
2029	1101	0,037	40,829
2030	1101	0,038	42,326
2031	1101	0,040	43,865
2032	1101	0,041	45,445
2033	1101	0,043	47,108
2034	1101	0,044	48,812
2035	1101	0,046	50,600
2036	1101	0,048	52,430
2037	1101	0,049	54,342

Tabla 7.11: Costo total de agua anual con proyecto de xerojardinería y riego.
[Fuente: Elaboración Propia].

7.2.3 Costo de agua con proyecto completo

La tabla 7.12 indica los costos de agua anual utilizada en el jardín con proyecto. El consumo de agua calculado en capítulo anterior es actualmente de 1101 (m³/año). Se considera la implementación de jardín xerófito y riego eficiente como proyecto completo, además de la captación de aguas lluvia en estanque.

Se determina según estudios científicos que debido al cambio climático se proyecta una disminución en un 1% de aguas lluvias caídas anualmente.

Año	Necesidad hídrica (m ³)	Captación hídrica (m ³)	Agua requerida efectiva (m ³)	Precio Comercial agua (UF)	Costo anual agua (UF)
2016	1101	113			
2017	1101	112	989	0,024	23,866
2018	1101	111	990	0,025	24,787
2019	1101	110	991	0,026	25,710
2020	1101	109	992	0,027	26,673
2021	1101	108	993	0,028	27,675
2022	1101	107	994	0,029	28,716
2023	1101	106	995	0,030	29,759
2024	1101	105	996	0,031	30,880
2025	1101	104	997	0,032	32,040
2026	1101	103	998	0,033	33,241
2027	1101	102	999	0,035	34,481
2028	1101	101	1000	0,036	35,800
2029	1101	100	1001	0,037	37,121
2030	1101	99	1002	0,038	38,520
2031	1101	98	1003	0,040	39,960
2032	1101	97	1004	0,041	41,441
2033	1101	96	1005	0,043	43,000
2034	1101	95	1006	0,044	44,601
2035	1101	94	1007	0,046	46,280
2036	1101	93	1008	0,048	48,001
2037	1101	92	1009	0,049	49,801

Tabla 7.12: Costo total de agua anual con proyecto.
[Fuente: Elaboración Propia].

7.3 Costos de Mantenición

El costo de mantención del jardín proyecto se calcula mediante datos entregados por personal del edificio, estos datos indican que los costos por mantención son de \$ 400.000 mensuales, esto equivale a \$4.800.000 anuales. La tabla 7.13 indica los costos asociados a mantención con proyecto, sin proyecto y con xerojardinería y riego.

Sin Proyecto: Costo de mantención inicial.

Con Proyecto de xerojardinería y riego: Costo de mantención con utilización de la xerojardinería y sistema de riego por goteo.

Con proyecto completo: Costo de mantención con utilización de xerojardinería, riego eficiente, mantención de estanque y limpieza de techumbre.

Tabla 7.13 Costos de Mantención de Proyectos.

Proyecto	Costos de mantención con aumento proyecto (UF)	Costo de mantención actual con proyecto (UF)
Sin Proyecto	0	181,266
Con xerojardinería y riego	15,105	196,371
Proyecto completo	30,211	211,477

Tabla 7.13: Costos de Mantención Proyectos.
Fuente: Elaboración Propia].

Como factor de corrección se utiliza valor de IPC promedio determinado anteriormente en este capítulo indicado en tabla 7.9 Valor IPC promedio anual.

Tabla 7.14: Costos anuales de Mantenición Proyectos.

Año	Factor de Corrección	Costos de mantención sin proyecto	Costos de mantención xerojardineria y riego	Costos de mantención con proyecto
2017	1	181,266	196,371	211,48
2018	1,0364 ¹	187,864	203,519	219,174
2019	1,0364 ²	194,702	210,927	227,152
2020	1,0364 ³	201,789	218,605	235,421
2021	1,0364	209,134	226,562	243,990
2022	1,0364	216,747	234,809	252,871
2023	1,0364	224,636	243,356	262,076
2024	1,0364	232,813	252,214	271,615
2025	1,0364	241,287	261,395	281,502
2026	1,0364	250,070	270,910	291,749
2027	1,0364	259,173	280,771	302,368
2028	1,0364 ¹¹	268,607	290,991	313,375
2029	1,0364 ¹²	278,384	301,583	324,781
2030	1,0364 ¹³	288,517	312,560	336,603
2031	1,0364 ¹	299,019	323,938	348,856
2032	1,0364 ¹	309,904	335,729	361,554
2033	1,0364	321,184	347,949	374,715
2034	1,0364	332,875	360,615	388,354
2035	1,0364	344,992	373,741	402,490
2036	1,0364	357,550	387,345	417,141
2037	1,0364 ²⁹	370,564	401,445	432,325

Tabla 7.14: Costos anuales de Mantenición Proyectos.
[Fuente: Elaboración Propia].

Tabla 7.15: Costo anual de agua utilizada en mantención después del tiempo de evaluación. Proyecto Completo.

Post Evaluación	Año	Necesidad hídrica (m ³)	Captación hídrica (m ³)	Agua requerida efectiva (m ³)	Precio comercial (UF)	Costo anual de agua (UF)
0	2036					
1	2037	1101	96	1005	0,049	49,604
2	2038	1101	95	1006	0,0512	51,477
3	2039	1101	94	1007	0,0530	53,391
4	2040	1101	93	1008	0,0549	55,386
5	2041	1101	92	1009	0,0569	57,460

Tabla 7.15: Costo anual de agua utilizada en mantención después del tiempo de evaluación. Proyecto Completo.
[Fuente: Elaboración Propia].

Para determinar el valor de costo de mantención se utiliza el valor de IPC.

Tabla 7.16: Costos de Mantención después del tiempo de evaluación. Proyecto Completo.

	Año	Factor de corrección (UF)	Costos Mantención (UF)
21	2037	1,0364	432,325
22	2038	1,0364	448,062
23	2039	1,0364	464,371
24	2040	1,0364	481,274
25	2041	1,0364	498,793

Tabla 7.16: Costos de Mantención después del tiempo de evaluación. Proyecto Completo.
[Fuente: Elaboración Propia].

Tabla 7.17: Costos de Mantenición ocupada en áreas verdes después del tiempo de evaluación. Proyecto xerojardinería y riego.

Post Eval.	Años posteriores	Año	Necesidad hídrica (m ³)	Precio comercial agua (UF)	Costo total agua anual (UF)
20	0	2036			
21	1	2037	1101	0,049	54,342
22	2	2038	1101	0,0512	56,338
23	3	2039	1101	0,0530	58,375
24	4	2040	1101	0,0549	60,496
25	5	2041	1101	0,0569	62,699

Tabla 7.17: Costos de Mantenición ocupada en áreas verdes después del tiempo de evaluación. Proyecto xerojardinería y riego.

[Fuente: Elaboración Propia].

Tabla 7.18: Costos de Mantenición después del tiempo de evaluación. Proyecto xerojardinería y riego.

	Año	Factor de corrección	Costos Mantenición xerojardineria y riego (UF)
21	2037	1,0364	401,445
22	2038	1,0364	416,057
23	2039	1,0364	431,202
24	2040	1,0364	446,898
25	2041	1,0364	463,165

Tabla 7.18: Costos de Mantenición después del tiempo de evaluación. Proyecto xerojardinería y riego.

[Fuente: Elaboración Propia].

7.4 VAN Jardín sin Proyecto

Se analiza el proyecto por medio de flujo de caja VAN calculando el valor presente a 20 años, este análisis se realiza para determinar si nuestro proyecto es viable o en qué momento se vuelve viable.

En la tabla 7.19 se refleja el flujo VAN en el último período de evaluación en miles de pesos. Sin proyecto.

SIN PROYECTO					
FLUJO	2037	2038	2039	2040	2041
TIEMPO	21	22	23	24	25
INVERSION	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
AHORROS X	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
COSTO	\$ -12.189	\$ -12.633	\$ -13.093	\$ -13.569	\$ -14.063
MANTENCION AREAS VERDES	\$ 9.813	\$ 10.170	\$ 10.540	\$ 10.924	\$ 11.321
MANTENCION SISTEMA HIDRICO					
COSTO HIDRICO	\$ 2.376	\$ 2.463	\$ 2.552	\$ 2.645	\$ 2.742
TOTAL	\$ -12.189	\$ -12.633	\$ -13.093	\$ -13.569	\$ -14.063
TOTAL ACUMULADO	\$ -183.252	\$ -195.885	\$ -208.978	\$ -222.547	\$ -236.610

Tabla 7.19: Flujo VAN en el último período de evaluación en miles de pesos. Sin proyecto.
[Fuente: Elaboración Propia].

En la tabla 7.20 se refleja el flujo VAN en el último período de evaluación en miles de pesos. Con proyecto de xerojardinería y riego.

XEROJARDINERIA Y RIEGO					
FLUJO	2037	2038	2039	2040	2041
TIEMPO	21	22	23	24	25
INVERSION	\$ -				
AHORROS X	\$ 1.119	\$ 1.160	\$ 1.202	\$ 1.245	\$ 1.291
Ahorro por Captacion					
Ahorro por riego	\$ 1.119	\$ 1.160	\$ 1.202	\$ 1.245	\$ 1.291
COSTO	\$ -12.069	\$ -12.509	\$ -12.964	\$ -13.436	\$ -13.925
MANTENCION AREAS VERDES	\$ 10.630	\$ 11.017	\$ 11.418	\$ 11.834	\$ 12.265
MANTENCION SISTEMA HIDRICO					
COSTO HIDRICO	\$ 1.439	\$ 1.492	\$ 1.546	\$ 1.602	\$ 1.660
TOTAL	\$ -10.951	\$ -11.349	\$ -11.762	\$ -12.191	\$ -12.634
TOTAL ACUMULADO	\$ -184.523	\$ -195.872	\$ -207.635	\$ -219.825	\$ -232.459

Tabla 7.20: Flujo VAN en último período de evaluación en miles de pesos. Con proyecto xerojardinería y riego. [Fuente: Elaboración Propia].

7.- Evaluación Económica del Diseño Propuesto/Costo Inversión Consumo Proyectado

En la tabla 7.21 se refleja el flujo VAN en el último período de evaluación en miles de pesos. Con proyecto completo.

CON PROYECTO TOTAL					
FLUJO	2037	2038	2039	2040	2041
TIEMPO	21	22	23	24	25
INVERSION	\$ -				
AHORROS X	\$ 1.239	\$ 1.283	\$ 1.328	\$ 1.375	\$ 1.424
AHORRO POR CAPTACIÓN	\$ 120	\$ 123	\$ 126	\$ 129	\$ 133
AHORRO POR RIEGO	\$ 1.119	\$ 1.160	\$ 1.202	\$ 1.245	\$ 1.291
COSTO	\$ -12.767	\$ -13.233	\$ -13.716	\$ -14.217	\$ -14.736
MANTENCION AREAS VERDES	\$ 11.448	\$ 11.865	\$ 12.297	\$ 12.744	\$ 13.208
MANTENCION SISTEMA HIDRICO					
COSTO HIDRICO	\$ 1.319	\$ 1.369	\$ 1.419	\$ 1.472	\$ 1.528
TOTAL	\$ -11.528	\$ -11.950	\$ -12.388	\$ -12.842	\$ -13.312
TOTAL ACUMULADO	\$ -212.080	\$ -224.031	\$ -236.419	\$ -249.260	\$ -262.573

Tabla 7.21: Flujo VAN en último período de evaluación en miles de pesos. Con proyecto completo.

[Fuente: Elaboración Propia].

7.5 Flujos de Proyecto

Los flujos de proyecto son realizados para las tres opciones revisadas: Sin proyecto, con proyecto y xerojardinería y riego.

Tabla 7.22 Flujo VAN a 20 años de evaluación, en miles de pesos. Sin Proyecto (primera parte).

SIN PROYECTO												
FLUJO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	
TIEMPO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INVERSION		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
AHORROS X		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
COSTO		\$ -5.962	\$ -6.180	\$ -6.405	\$ -6.638	\$ -6.880	\$ -7.130	\$ -7.388	\$ -7.658	\$ -7.937	\$ -8.225	
MANTENCION AREAS VERDES		\$ 4.800	\$ 4.975	\$ 5.156	\$ 5.343	\$ 5.538	\$ 5.740	\$ 5.948	\$ 6.165	\$ 6.389	\$ 6.622	
MANTENCION SISTEMA HIDRICO												
COSTO HIDRICO		\$ 1.162	\$ 1.205	\$ 1.249	\$ 1.294	\$ 1.342	\$ 1.391	\$ 1.440	\$ 1.493	\$ 1.547	\$ 1.603	
TOTAL		\$ -5.962	\$ -6.180	\$ -6.405	\$ -6.638	\$ -6.880	\$ -7.130	\$ -7.388	\$ -7.658	\$ -7.937	\$ -8.225	
TOTAL ACUMULADO		\$ -5.962	\$ -12.142	\$ -18.547	\$ -25.184	\$ -32.064	\$ -39.194	\$ -46.583	\$ -54.240	\$ -62.177	\$ -70.402	

Tabla 7.22: Flujo VAN a 20 años de evaluación, en miles de pesos. Sin Proyecto (primera parte).
[Fuente: Elaboración Propia].

7.- Evaluación Económica del Diseño Propuesto/Costo Inversión Consumo Proyectado

Tabla 7.23 Flujo VAN a 20 años de evaluación, en miles de pesos. Sin Proyecto (segunda parte).

SIN PROYECTO										
FLUJO	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
TIEMPO	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
INVERSION	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
AHORROS X	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
COSTO	\$ -8.525	\$ -8.836	\$ -9.157	\$ -9.491	\$ -9.836	\$ -10.193	\$ -10.565	\$ -10.949	\$ -11.348	\$ -11.761
MANTENCION AREAS VERDES	\$ 6.863	\$ 7.113	\$ 7.372	\$ 7.640	\$ 7.918	\$ 8.206	\$ 8.505	\$ 8.815	\$ 9.136	\$ 9.468
MANTENCION SISTEMA HIDRICO										
COSTO HIDRICO	\$ 1.662	\$ 1.723	\$ 1.785	\$ 1.851	\$ 1.918	\$ 1.987	\$ 2.060	\$ 2.134	\$ 2.213	\$ 2.292
TOTAL	\$ -8.525	\$ -8.836	\$ -9.157	\$ -9.491	\$ -9.836	\$ -10.193	\$ -10.565	\$ -10.949	\$ -11.348	\$ -11.761
TOTAL ACUMULADO	\$ -78.927	\$ -87.763	\$ -96.920	\$ -106.411	\$ -116.247	\$ -126.441	\$ -137.006	\$ -147.955	\$ -159.303	\$ -171.063

Tabla 7.23: Flujo VAN a 20 años de evaluación, en miles de pesos. Sin Proyecto (segunda parte).

[Fuente: Elaboración Propia].

7.- Evaluación Económica del Diseño Propuesto/Costo Inversión Consumo Projectado

Tabla 7.24 Flujo VAN a 20 años de evaluación, en miles de pesos. Con Proyecto Xerojardinería y riego (primera parte)

XEROJARDINERIA Y RIEGO											
FLUJO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
TIEMPO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSION	\$ -19.890	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
AHORROS X		\$ 547	\$ 568	\$ 588	\$ 609	\$ 632	\$ 655	\$ 678	\$ 703	\$ 728	\$ 755
Ahorro por Captacion											
Ahorro por riego		\$ 547	\$ 568	\$ 588	\$ 609	\$ 632	\$ 655	\$ 678	\$ 703	\$ 728	\$ 755
COSTO		\$ -5.904	\$ -6.119	\$ -6.342	\$ -6.573	\$ -6.812	\$ -7.060	\$ -7.316	\$ -7.583	\$ -7.859	\$ -8.145
MANTENCIONAREAS VERDES		\$ 5.200	\$ 5.389	\$ 5.585	\$ 5.789	\$ 5.999	\$ 6.218	\$ 6.444	\$ 6.679	\$ 6.922	\$ 7.174
MANTENCION SISTEMA HIDRICO											
COSTO HIDRICO		\$ 704	\$ 730	\$ 756	\$ 784	\$ 813	\$ 842	\$ 872	\$ 904	\$ 937	\$ 971
TOTAL	\$ -19.890	\$ -5.357	\$ -5.552	\$ -5.754	\$ -5.963	\$ -6.180	\$ -6.405	\$ -6.638	\$ -6.880	\$ -7.130	\$ -7.390
TOTAL ACUMULADO	\$ -19.890	\$ -25.246	\$ -30.798	\$ -36.552	\$ -42.515	\$ -48.695	\$ -55.100	\$ -61.739	\$ -68.619	\$ -75.749	\$ -83.139

Tabla 7.24: Flujo VAN a 20 años de evaluación, en miles de pesos. Con Proyecto Xerojardinería y riego (primera parte).

[Fuente: Elaboración Propia].

7.- Evaluación Económica del Diseño Propuesto/Costo Inversión Consumo Proyectado

Tabla 7.25 Flujo VAN a 20 años de evaluación, en miles de pesos. Con Proyecto Xerojardinería y riego (segunda parte).

XEROJARDINERIA Y RIEGO										
FLUJO	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
TIEMPO	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
INVERSION	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
AHORROS X	\$ 782	\$ 811	\$ 841	\$ 871	\$ 903	\$ 936	\$ 970	\$ 1.005	\$ 1.042	\$ 1.079
Ahorro por Captacion										
Ahorro por riego	\$ 782	\$ 811	\$ 841	\$ 871	\$ 903	\$ 936	\$ 970	\$ 1.005	\$ 1.042	\$ 1.079
COSTO	\$ -8.441	\$ -8.749	\$ -9.067	\$ -9.398	\$ -9.740	\$ -10.094	\$ -10.461	\$ -10.842	\$ -11.237	\$ -11.645
MANTENCION AREAS VERDES	\$ 7.435	\$ 7.706	\$ 7.986	\$ 8.277	\$ 8.578	\$ 8.890	\$ 9.214	\$ 9.549	\$ 9.897	\$ 10.257
MANTENCION SISTEMA HIDRICO										
COSTO HIDRICO	\$ 1.006	\$ 1.044	\$ 1.081	\$ 1.121	\$ 1.162	\$ 1.203	\$ 1.247	\$ 1.293	\$ 1.340	\$ 1.388
TOTAL	\$ -7.659	\$ -7.938	\$ -8.227	\$ -8.526	\$ -8.836	\$ -9.158	\$ -9.491	\$ -9.837	\$ -10.195	\$ -10.566
TOTAL ACUMULADO	\$ -90.798	\$ -98.735	\$ -106.962	\$ -115.488	\$ -124.325	\$ -133.483	\$ -142.974	\$ -152.811	\$ -163.006	\$ -173.572

Tabla 7.25: Flujo VAN a 20 años de evaluación, en miles de pesos. Con Proyecto Xerojardinería y riego (segunda parte).

[Fuente: Elaboración Propia].

7.- Evaluación Económica del Diseño Propuesto/Costo Inversión Consumo Projectado

Tabla 7.26: Flujo VAN a 20 años de evaluación, en miles de pesos. Con Proyecto completo (primera parte).

CON PROYECTO TOTAL												
FLUJO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	
TIEMPO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INVERSION	\$ -39.111	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
AHORROS X		\$ 619	\$ 641	\$ 664	\$ 687	\$ 711	\$ 737	\$ 762	\$ 789	\$ 817	\$ 846	
AHORRO POR CAPTACIÓN		\$ 72	\$ 74	\$ 76	\$ 78	\$ 80	\$ 82	\$ 84	\$ 86	\$ 89	\$ 91	
AHORRO POR RIEGO		\$ 547	\$ 568	\$ 588	\$ 609	\$ 632	\$ 655	\$ 678	\$ 703	\$ 728	\$ 755	
COSTO		\$ -6.232	\$ -6.460	\$ -6.696	\$ -6.940	\$ -7.194	\$ -7.457	\$ -7.728	\$ -8.010	\$ -8.303	\$ -8.606	
MANTENCION AREAS VERDES		\$ 5.600	\$ 5.804	\$ 6.015	\$ 6.234	\$ 6.461	\$ 6.696	\$ 6.940	\$ 7.192	\$ 7.454	\$ 7.726	
MANTENCION SISTEMA HIDRICO												
COSTO HIDRICO		\$ 632	\$ 656	\$ 681	\$ 706	\$ 733	\$ 760	\$ 788	\$ 818	\$ 848	\$ 880	
TOTAL	\$ -39.111	\$ -5.613	\$ -5.819	\$ -6.032	\$ -6.253	\$ -6.482	\$ -6.720	\$ -6.966	\$ -7.221	\$ -7.486	\$ -7.760	
TOTAL ACUMULADO	\$ -39.111	\$ -44.725	\$ -50.544	\$ -56.576	\$ -62.829	\$ -69.312	\$ -76.032	\$ -82.998	\$ -90.219	\$ -97.705	\$ -105.465	

Tabla 7.26: Flujo VAN a 20 años de evaluación, en miles de pesos. Con Proyecto completo (primera parte).
[Fuente: Elaboración Propia].

7.- Evaluación Económica del Diseño Propuesto/Costo Inversión Consumo Projectado

Tabla 7.27: Flujo VAN a 20 años de evaluación, en miles de pesos. Con Proyecto completo (segunda parte).

CON PROYECTO TOTAL											
FLUJO	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
TIEMPO	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
INVERSION	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
AHORROS X	\$ 876	\$ 907	\$ 939	\$ 972	\$ 1.006	\$ 1.042	\$ 1.079	\$ 1.116	\$ 1.156	\$ 1.197	\$ 1.239
AHORRO POR CAPTACIÓN	\$ 93	\$ 96	\$ 98	\$ 101	\$ 103	\$ 106	\$ 109	\$ 112	\$ 114	\$ 117	\$ 120
AHORRO POR RIEGO	\$ 782	\$ 811	\$ 841	\$ 871	\$ 903	\$ 936	\$ 970	\$ 1.005	\$ 1.042	\$ 1.079	\$ 1.119
COSTO	\$ -8.920	\$ -9.246	\$ -9.583	\$ -9.933	\$ -10.296	\$ -10.671	\$ -11.061	\$ -11.465	\$ -11.884	\$ -12.317	\$ -12.767
MANTENCION AREAS VERDES	\$ 8.007	\$ 8.298	\$ 8.600	\$ 8.913	\$ 9.238	\$ 9.574	\$ 9.923	\$ 10.284	\$ 10.658	\$ 11.046	\$ 11.448
MANTENCION SISTEMA HIDRICO											
COSTO HIDRICO	\$ 913	\$ 948	\$ 983	\$ 1.020	\$ 1.058	\$ 1.097	\$ 1.139	\$ 1.181	\$ 1.226	\$ 1.271	\$ 1.319
TOTAL	\$ -8.044	\$ -8.339	\$ -8.645	\$ -8.961	\$ -9.290	\$ -9.630	\$ -9.983	\$ -10.348	\$ -10.728	\$ -11.120	\$ -11.528
TOTAL ACUMULADO	\$ -113.509	\$ -121.848	\$ -130.493	\$ -139.454	\$ -148.743	\$ -158.373	\$ -168.356	\$ -178.704	\$ -189.432	\$ -200.552	\$ -212.080

Tabla 7.27: Flujo VAN a 20 años de evaluación, en miles de pesos. Con Proyecto completo (segunda parte).
[Fuente: Elaboración Propia].

Los beneficios del proyecto de xerojardinería y riego corresponden a 0,41 UF (\$ 13.000) los cuales se recuperan a partir del año 2038, es decir el año 22 de la inversión.

8. CONCLUSIONES

Como primer objetivo se establece “Definir el sistema xeriscape y cómo funciona”. En el punto 2 de la presente tesis se define el sistema xeriscape y su origen, de él se desprenden siete principios, ellos son: utilización de mulching (orgánica e inorgánica); planificación y diseño adecuado; selección adecuada de especies xerófitas; mejoramiento de suelo; mantenimiento adecuado; riego eficiente y uso eficaz del césped. También se dan a conocer los criterios que se deben evaluar para lograr el ahorro hídrico y analizar estos principios; tales como: la humedad, la temperatura, la precipitación, la radiación y la evapotranspiración; de esto se obtienen valores para utilizar y optimizar de manera correcta los principios. También se dan a conocer los sistemas de captación de aguas lluvia, el método de captación utilizado en este proyecto es el de captación de aguas lluvia en techumbre, se utiliza este sistema por ser el óptimo en un edificio en altura, además se obtienen su coeficiente de escorrentía y la forma de calcular la capacidad que debe tener el estanque proyectado.

Como segundo objetivo se establece “Implementar el sistema xeriscape en un edificio en altura en la comuna de Providencia”. Se implementa un sistema de xerojardinería en un edificio en altura en la comuna de Providencia, se analizan las necesidades hídricas del edificio sin proyecto, estas son 2.059 (m³/año) de esto se concluye que las necesidades hídricas son mayores a las aportadas en riego, ya que, el consumo hídrico total anual es de 1.957 (m³). En cuanto al sistema de captación se determina que la captación real es de 113 (m³) y se almacena en estanque diseñado para el proyecto. De acuerdo a este análisis se decide comparar tres sistemas: un proyecto completo, un proyecto con xerojardinería y riego y el sistema sin proyecto.

Como tercer objetivo se establece “Comparar una xerojardinería versus un jardín tradicional utilizado en Santiago”. De este objetivo se deducen los gastos hídricos: en el jardín tradicional se utilizan 1.957 (m³) de agua al año, mientras que en un jardín eficiente con xerojardinería solo se utilizan 1.101 (m³) de agua anuales. Existe una diferencia de 856 (m³) esto quiere decir existe un beneficio de 856.000 litros de agua anual utilizando xerojardinería.

El proyecto completo no es viable económicamente, ya que, al analizar el flujo de caja al año 25 aún no se obtiene recuperación de inversión, por lo tanto el estanque para la recolección de aguas lluvia por medio de captación en techumbre no es recomendable pero trae un beneficio ambiental.

Como cuarto objetivo se establece “Evaluar técnica y económicamente la implementación del sistema”. El sistema se evalúa, y de esto se concluye, existe un proyecto viable, este es xerojardinería y riego. Con la xerojardinería y el riego se comienza a recuperar la inversión en el año 2038 este corresponde al año 22 de la inversión. El ahorro en este año corresponde a 0,491 UF (\$13.000) y en el año 23 de la inversión se traduce a un ahorro de 50,717 UF (\$ 1.343.000).

9. BIBLIOGRAFÍA

- Burés, S. (1993). *Xerojardinería*. Ediciones de Horticultura.
- Contreras, F. (2005). Optimización del uso de Recursos Hídricos en la jardinería de la región de Murcia.
- Burés. (2000). *Avances en la Xerojardinería*. Ediciones de Horticultura.
- Caja España. (2001). *Los hábitos saludables sostenibles en la xerojardinería*.
- Guildemeister, H. (1998). *Su jardín Mediterráneo*.
- Kunkel, G. (1998). *Jardinería en zonas áridas*.
- Latimer, H. (1995). *Diseño y planificación de jardines en la región Mediterránea*.
- Demver, H. (2005). <http://www.water.demver.co.gov/>
- Sovocool, K. Y, Morgan, M. (2005). *Xeriscape conversión study*.
- Costello, L.R. Matheny, N.P. Y. Clark, J.R. (2000). *Landscape plants for dry regions*.
- Conder, S. (1995). *Variegated Plants*.
- Hillier, M. (1996). *Guía práctica para combinar el color en el jardín*.
- Bañón Blasquez, L. *Orígenes de los suelos*.
- Curtis, W. (2005). *Conservación de agua en los jardines: Principios de la xerojardinería*.
- Contreras, F. (2006). *Clasificación de especies de jardín según sus necesidades hídricas para la región de Murcia*.
- Krzyzaniak, A. (2000). *El árbol en el paisaje mediterráneo*. V Congreso de la AEA. *Ciudades arboladas para el siglo XXI: 95-103*.
- Scott, N. (1995). *Dry climate gardening with succulents*. The Huntington Botanical Garden. Pantheon Books. Knopf Publishing Group.
- Terradas, J. (2001). *Ecología de la vegetación*. Ediciones Omega.
- Rossignol, J.P. (2004). *Los suelos en el medio urbano: recomendaciones para las plantaciones de árboles y para las reconstituciones de suelos*. VIII Congreso de la AEA. *Los árboles en el paisaje urbano: 89-102*.
- Hendy, J. (2005). *Los colores del jardín*. Edilupa Ediciones.

- Kaplanski, M. (2004). *Cortezas. Glosario de identificación y descripción. La cultura del árbol 40: 17-21.*
- NTJ 07F. *Suministro de material vegetal. Arbustos. Colegio Oficial de ITA de Cataluña.*
- Riedemann, P. & Aldunate, G. (2004). *Flora nativa de valor ornamental. Chile zona centro. Corporación Jardín Botánico Chagual.*
- Houtman, R. (2004). *Variegated trees & shrubs. Timber Press. Portland. Oregon.*
- Burés, S. (2000). *Avances en Xerojardinería. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.*
- Argimon, X. (1999). *Elección de especies arbóreas para las zonas verdes. I Encuentro de Arboricultura Urbana en Andalucía. 183-199.*
- Contreras, F. (2002). *Formulación Sello de Eficiencia Hídrica en Paisaje.*
- Heras, F. (2011). *Jardinería con menos agua.*
- Muncharaz, M. (2008). *Uso eficiente del agua en la jardinería.*
- INE. (2014). *Estadísticas e indicadores del agua.*
- Estudio FAO riego y drenaje. (2009). *Materiales para sistemas de drenaje subterráneo.*
- Ortega, L. (2001). *Drenaje en suelos agrícolas.*
- <http://www.solucionesespeciales.net/MedioAmbiente/Drenaje/Drenaje.aspx>
- Coras, M. (2000). *Drenaje Superficial. Chapingo, México. Departamento de Irrigación.*
- MINVU. (2005). *Guía de diseño y especificaciones de elementos urbanos de infraestructura de aguas lluvias.*
- Sistema de captación y filtrado de aguas lluvias.*
- Boletín Minero. (2012). *Parque Quilapilun.*
- Sánchez, J. (2001). *Evapotranspiración.*
- FAO. (2006). *Evapotranspiración de un cultivo.*
- Sánchez, N. (2005). *Granulometría.*

Pérez, J. Introducción a la Mecánica de Suelos. Departamento de la Tecnología del Hormigón.

Carmona, G. (2008). *Manual de Captación de aguas lluvia para centros urbanos.*

Estrategia Nacional de Recursos Hídricos (2012 – 2025).

Guía de jardinería sustentable con el ahorro hídrico. (2013).

León, E. (2008). *Guía de agua y construcción sustentable.*

CENEAM. *Jardinería con menos agua.*

Liotta, M. (2010). *Los sistemas de riego por goteo y microaspersión.*

Manual de riego por goteo. (2005)

García, P. (2002). *Sistema de riego por goteo.* CENTA.

Sánchez, J. (2008). *Selección de plantas ornamentales con bajas necesidades hídricas.*

INIA. *Sistema de captación y acumulación de aguas lluvia.*

Gobierno Regional de la Región Metropolitana de Santiago. (2012). *Actualización carta de uso de suelo en la región Metropolitana de Santiago.*

ATISBA. (2011). *Distribución Espacial de las Áreas Verdes en el Gran Santiago.*

Espinoza, F. (2013). *Cactáceas nativas de Chile.*

Disponibilidad de áreas verdes. Capítulo 6.

Truffello, R. *Eficiencia Hídrica AMS.*

Observatorio de ciudades UC. (Junio 2009). *Formulación Sello de Eficiencia Hídrica en el paisaje.*

UNESCO (2016). *Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los Recursos Hídricos en el mundo 2016.*

10. ANEXOS

Anexo 1: Total necesidad hídrica requerida anual con proyecto.

Mes	Necesidades netas de riego	Necesidades brutas de riego	m² plaza	de Agua requerida mensual	Total mes (m³)
Enero	187,70	268,14	636,42	170,65	229,78
	118,25	131,4	450,00	59,13	
Febrero	150,80	215,43	636,42	137,10	175,58
	95,00	85,50	450,00	38,48	
Marzo	153,40	219,14	636,42	139,47	178,61
	96,64	86,98	450,00	39,14	
Abril	67,40	96,29	636,42	61,28	78,48
	42,46	38,22	450,00	17,20	
Mayo	32,20	46,00	636,42	29,28	37,49
	20,29	18,26	450,00	8,22	
Junio	22,10	31,57	636,42	20,09	25,73
	13,92	12,53	450,00	5,64	
Julio	8,20	11,71	636,42	7,46	9,55
	5,17	4,65	450,00	2,09	
Agosto	-35,40	-50,57	636,42	-32,18	-41,22
	-22,30	-20,07	450,00	-9,03	
Septiembre	45,50	65,00	636,42	41,37	52,98
	28,67	25,80	450,00	11,61	
Octubre	59,60	85,14	636,42	54,19	69,39
	37,55	33,79	450,00	15,21	
Noviembre	101,70	145,29	636,42	92,46	118,41
	64,07	57,66	450,00	25,95	
Diciembre	142,80	204,00	636,42	129,83	166,27
	89,96	80,97	450,00	36,44	
Total Necesidad Hídrica Anual (m³)					1101

[Fuente: Elaboración Propia].

Anexo 2: Total agua almacenada (m³) por captación de aguas lluvia.

Mes	Precipitaciones 2015 (mm)	Área captación techumbre (m ²)	Agua almacenada (m ³)
Enero	0,0	461,76	0,00
Febrero	0,0	461,76	0,00
Marzo	3,0	461,76	1,39
Abril	0,0	461,76	0,00
Mayo	0,7	461,76	0,32
Junio	11,9	461,76	5,49
Julio	30,0	461,76	13,85
Agosto	108,4	461,76	50,05
Septiembre	8,7	461,76	4,02
Octubre	22,6	461,76	10,44
Noviembre	32,2	461,76	14,87
Diciembre	26,5	461,76	12,24
Total almacenado			112,67 m³

[Fuente: Elaboración Propia].