

9 al 11 de octubre de 2019

Redforest 2019 Madrid
Arbolado urbano

www.forestaes.net



FORESTALES

Una ingeniería para la vida

JARDINES DE LLUVIA, UNA SOLUCIÓN VERDE PARA LA GESTIÓN DE LAS AGUAS PLUVIALES



M^a Isabel Iglesias Díaz

Área de Producción Vegetal

Escuela Politécnica Superior de Enxeñaría

Campus Universitario - Lugo

COLABORAN

cespa

STIHL

ForestPioneer
www.forestpioneer.com

AON
Empower Results®

distrito
retiro | **MADRID**

ORGANIZAN



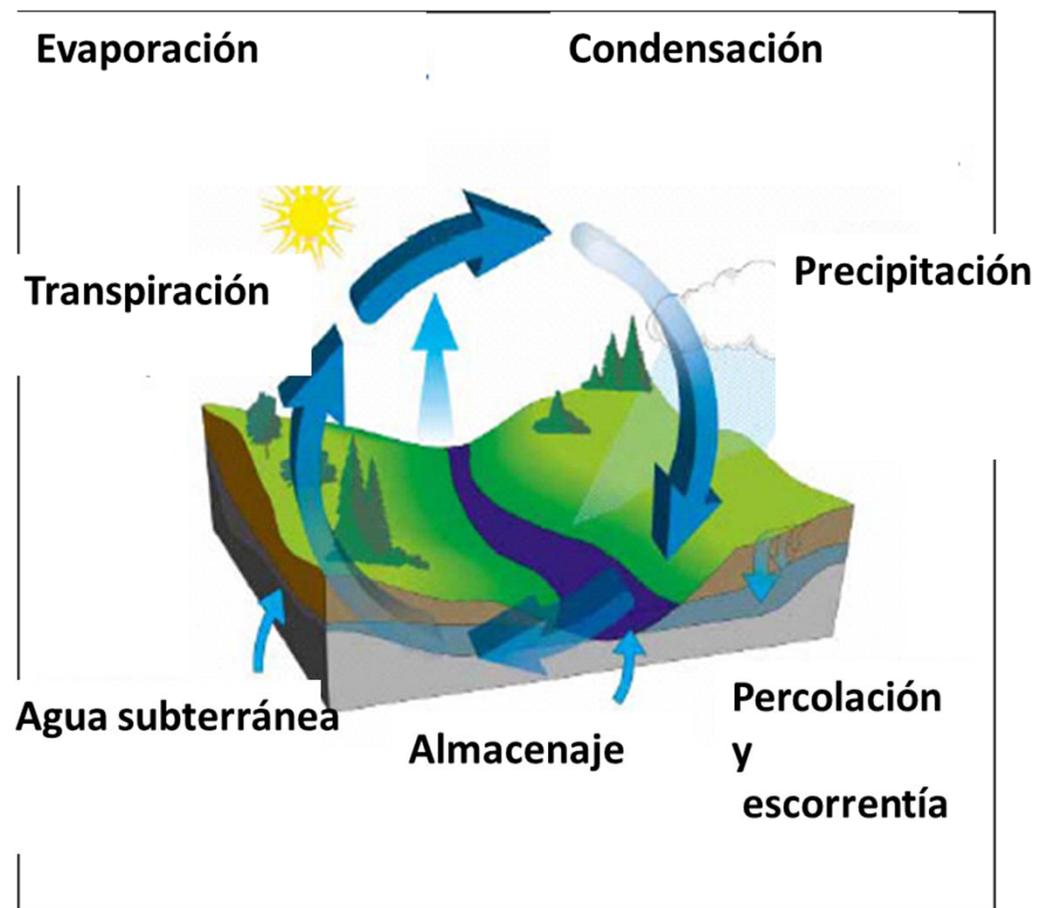
Asociación de Ingenieros
Técnicos Forestales



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Introducción

La reducción y sustitución de los bosques y paisajes naturales por las ciudades en desarrollo **modifica** la dinámica del agua y altera su composición.



Ciclo hidrológico

Introducción



El agua discurre por los pavimentos impermeables de caminos, carreteras, tejados, y otras superficies duras arrastrando petróleo, fertilizantes, pesticidas, sedimentos y contaminando arroyos, humedales y finalmente el mar.



La incorporación de jardines de lluvia puede contribuir de forma importante a la reducción de la cantidad de aguas pluviales y contaminantes procedentes de las superficies impermeables.



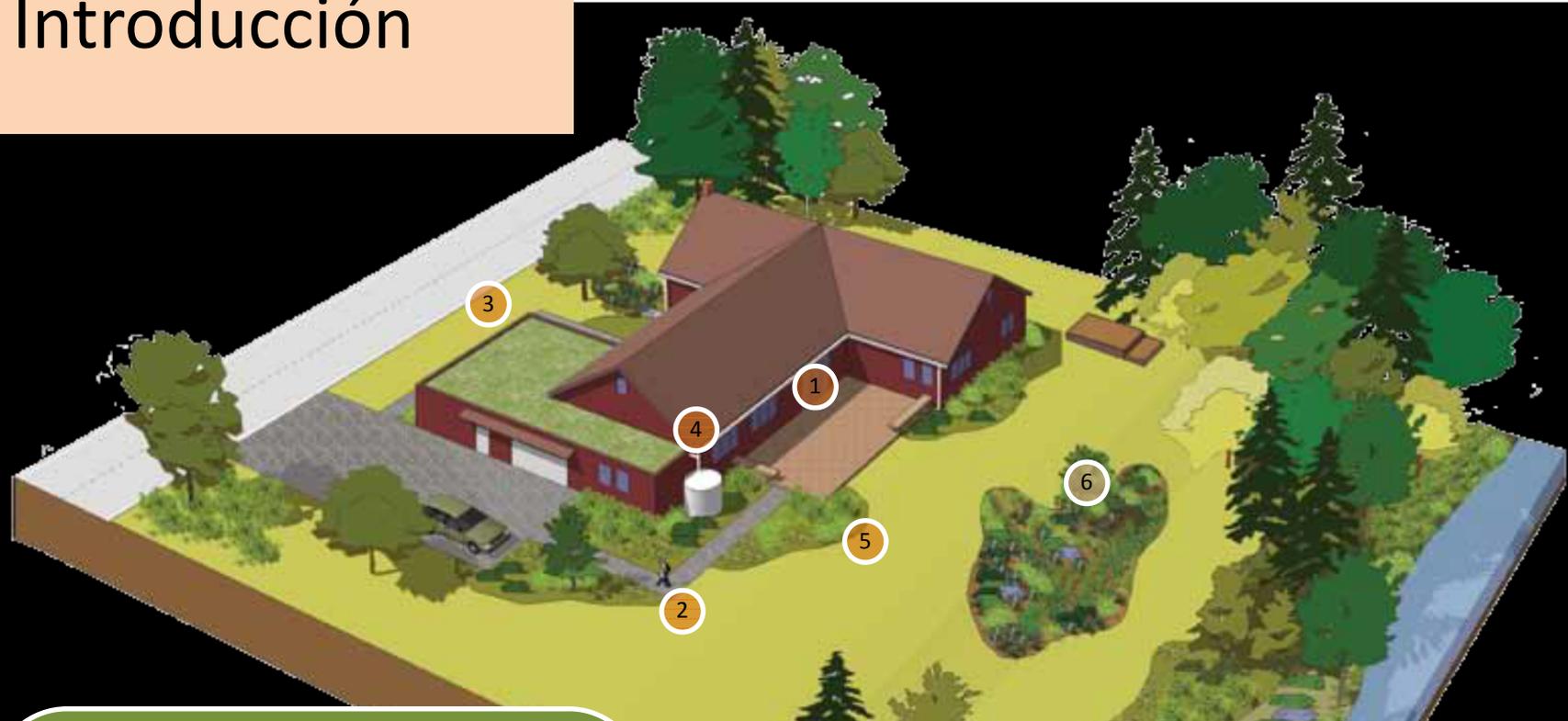
Es una herramienta para reducir la escorrentía y proteger la calidad del agua.

Introducción

Los **jardines de lluvia** constituyen una de las herramientas eficaces y versátiles en un nuevo enfoque para gestionar las aguas pluviales denominado **desarrollo de bajo impacto (LID)**.



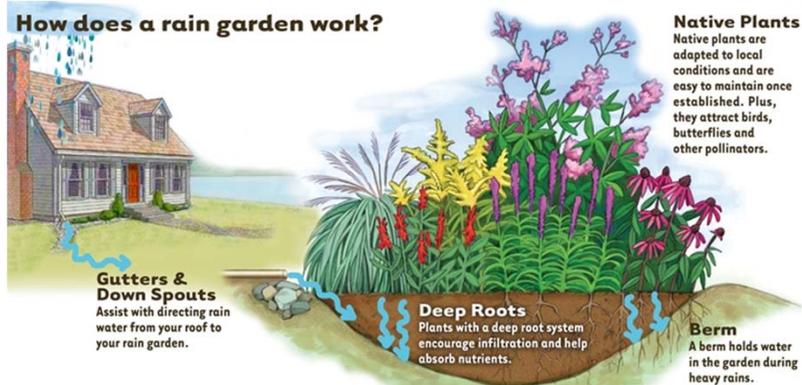
Introducción



Un proyecto LID puede incorporar varias herramientas para absorber el agua de lluvia, reducir la escorrentía de aguas pluviales, y filtrar los contaminantes. Algunos ejemplos de estas herramientas incluyen:

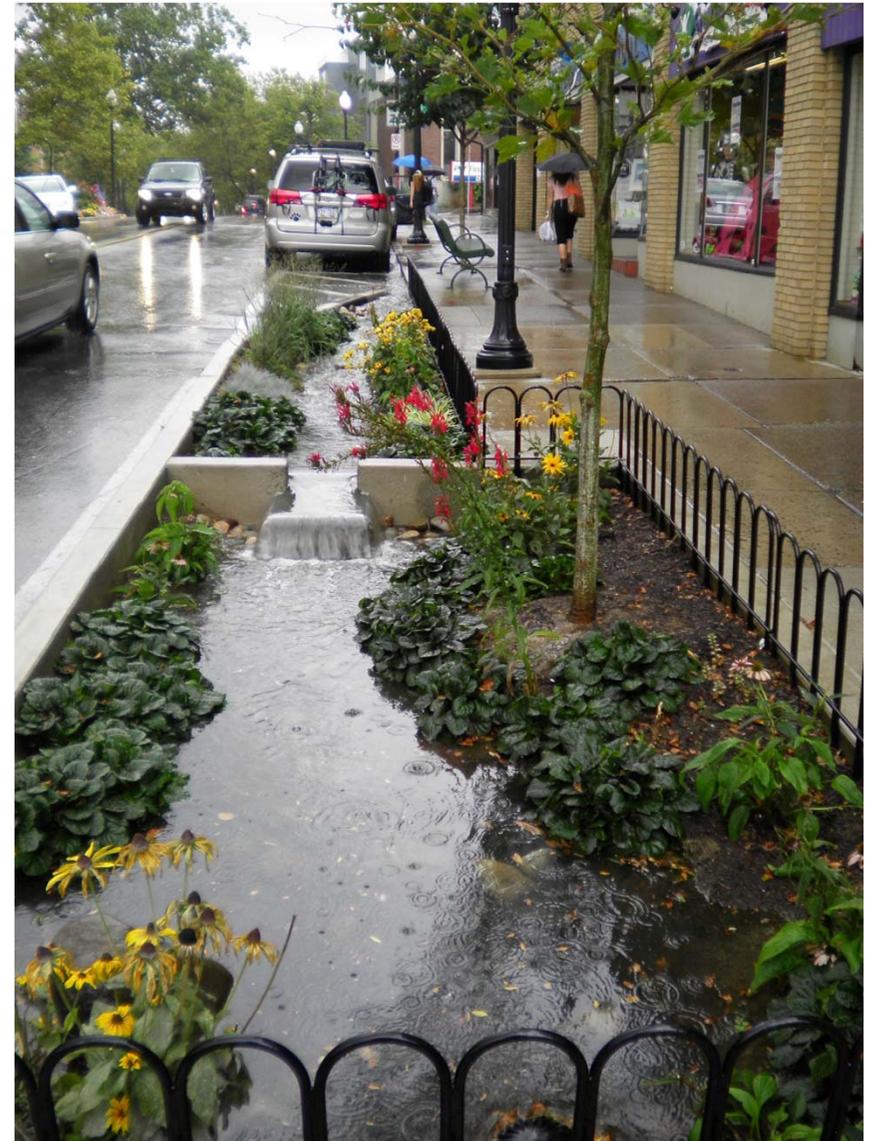
- 1. Pavimentos permeables
- 2. Modificación del suelo con compost
- 3. Techados con vegetación (techados verdes o cubiertas ecológicas)
- 4. Sistemas de recogida de aguas pluviales
- 5. Manejo natural del césped (ni pesticidas, ni fertilizantes)
- 6. Jardines de lluvia (rain gardens) (Hinman, 2013)

Introducción



<http://www.laurensgardenservice.com/rain-gardens-and-rain-barrels/> (condado de Howard, estado de Maryland)

Los jardines de lluvia se desarrollaron por primera vez en Estados Unidos en los años noventa, donde se han vuelto cada vez más populares. En el Reino Unido, la imitación del drenaje natural en las zonas urbanas se denomina oficialmente **Sistema de Drenaje Sostenible (SuDS)**.



<http://www.statecollegepa.us/2502/Allen-Street-Rain-Gardens> (rain garden en Allen-Street, condado de Centre, Pennsylvania)

Introducción

- Un jardín de lluvia (**rain garden**) actúa como un **bosque nativo** recogiendo, absorbiendo, y filtrando las aguas pluviales de los tejados, calzadas, patios y otras áreas impermeables.
- Los jardines de lluvia (Hinman, 2007) son simplemente **depresiones poco profundas** que:
 - Varían de forma y tamaño para adaptarse a la parcela
 - Se construyen con mezclas de suelos que permiten **una rápida absorción del agua** y el **crecimiento saludable de las plantas**
 - Puede diseñarse con variedad de plantas para adaptarse a su entorno



Anatomía de un Rain Garden



El agua de escorrentía (tejados, pavimentos) se conduce al jardín de lluvia a través de una tubería, una entrada con rocas o plantas decorativas, o atravesando la zona verde

Se seleccionan plantas nativas o cultivares resistentes

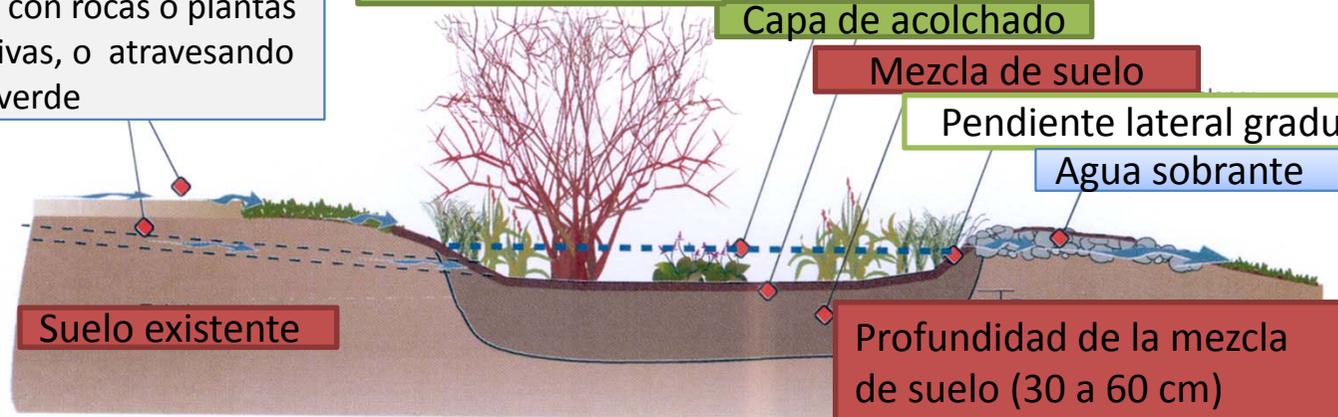
Profundidad para almacenaje (15-30 cm)

Capa de acolchado

Mezcla de suelo

Pendiente lateral gradual

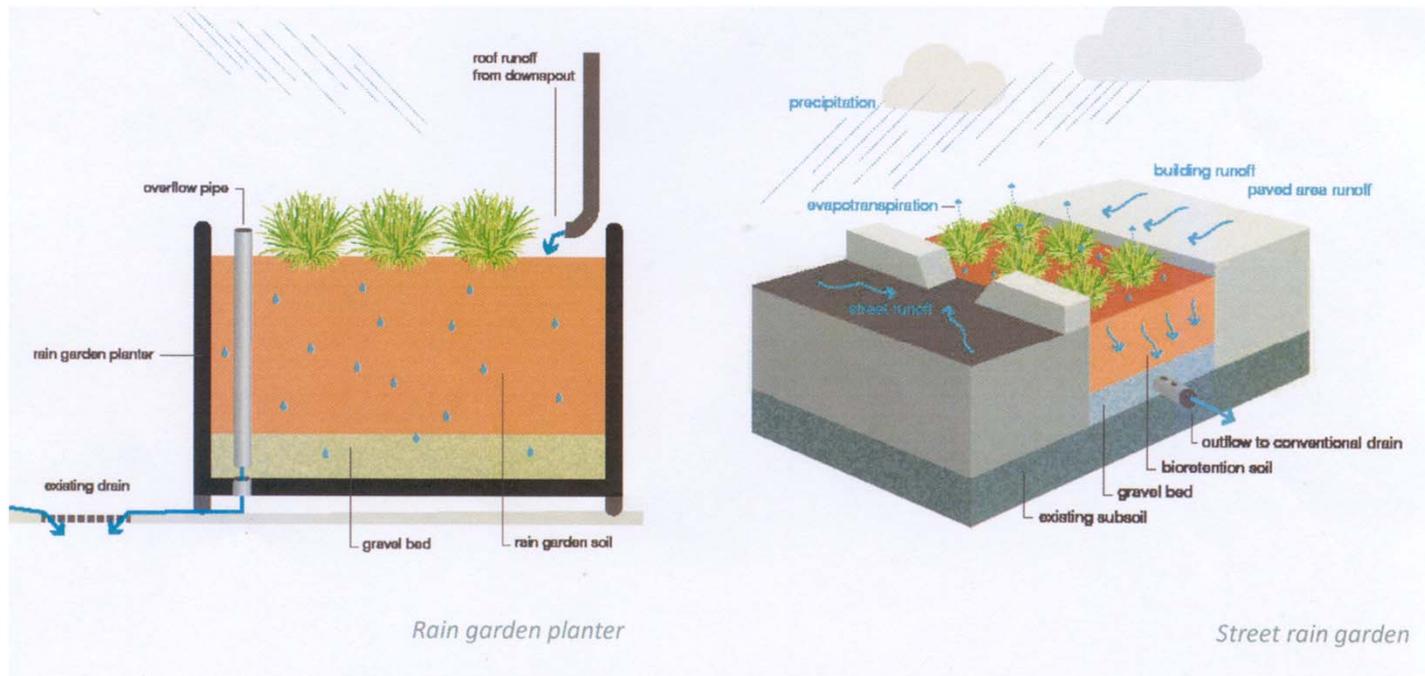
Agua sobrante



Los jardines de lluvia que se diseñan y construyen adecuadamente drenan rápidamente el agua presente en superficie en 1 o 2 días. Los mosquitos tardan 4 días en pasar a adultos después de la deposición de huevos en el agua (adaptado de Hinnan, 2007)

Los jardines de lluvia pueden instalarse también en jardineras que recogen el agua directamente de la bajante del tejado por ejemplo, y drenan a la red de drenaje, o en jardineras a nivel de la acera que recogen el agua de escorrentía y la derivan a la red de drenaje convencional, como sugieren Bray y col. (2012).

Jardines de lluvia en jardineras y calles



Tipos

Infiltración completa

Cuando todo el flujo de entrada está destinado a infiltrarse en el subsuelo subyacente.

Candidato en sitios con permeabilidad del subsuelo > 3,0 cm/h.

Está provisto de una tubería o canal de drenaje para el desbordamiento ocasional en caso de un evento fuerte, que va al sistema de saneamiento.

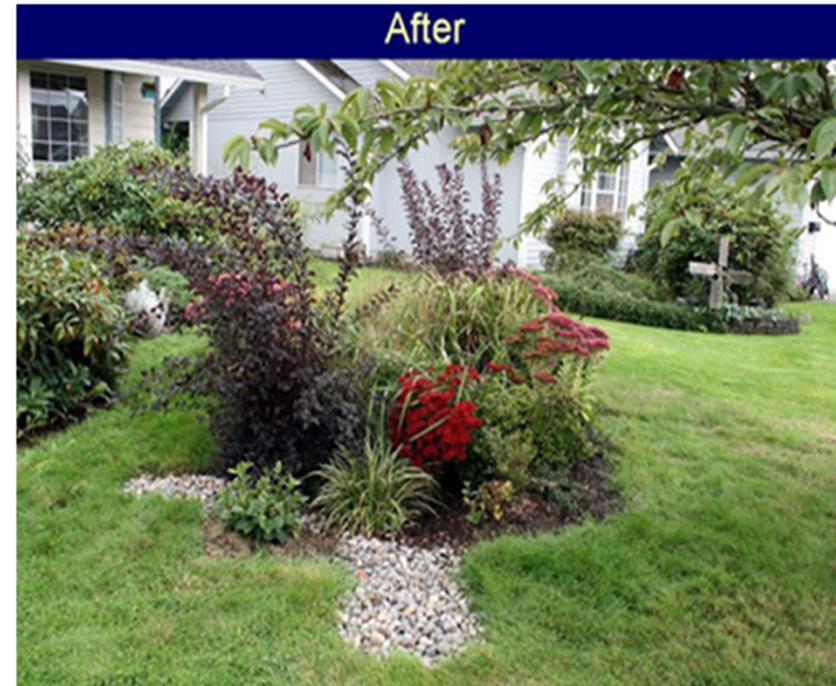


1. Plantas
2. Medio de cultivo con una profundidad mínima de 450 mm
4. Subsuelo - escarificado
7. Sobre flujo (tubo vertical o canal de drenaje)
9. Excedente secundario se recoge en un colector de fango
10. Tubería de salida al sistema de saneamiento
11. Presas en todos los cruces de servicios

http://www.lowimpactdevelopment.org/raingarden_design/downloads/InfiltrationRainGardenPosterVancouverCan.pdf

Beneficios

Como parte de la **infraestructura verde**, los jardines de lluvia junto con los espacios verdes, parques y jardines, proporcionan beneficios a un coste mínimo, lo que a menudo conocemos como **servicios ecosistémicos** (Bray y col., 2012).



http://picasaweb.google.com/110863538378992170244/PuyallupRG_Report#

Beneficios

Reduce las inundaciones en la propiedad vecina, desbordamiento de alcantarillas, y **la erosión** en los arroyos mediante la absorción de agua desde las superficies impermeables

Proporciona el **hábitat** para insectos benéficos y pájaros

Filtra el aceite y grasa de calzadas, pesticidas y abonos de césped, y otros **contaminantes** antes de que llegue al colector de aguas pluviales y finalmente, arroyos, humedales, lagos y aguas marinas

Aumenta la cantidad de agua que penetra en el suelo para **recarga local** de las **aguas subterráneas**



http://www.co.thurston.wa.us/waterresources/publications/other/Raingarden_handbook.pdf (Hinman, 2007)

Campañas para promover la creación de jardines de lluvia

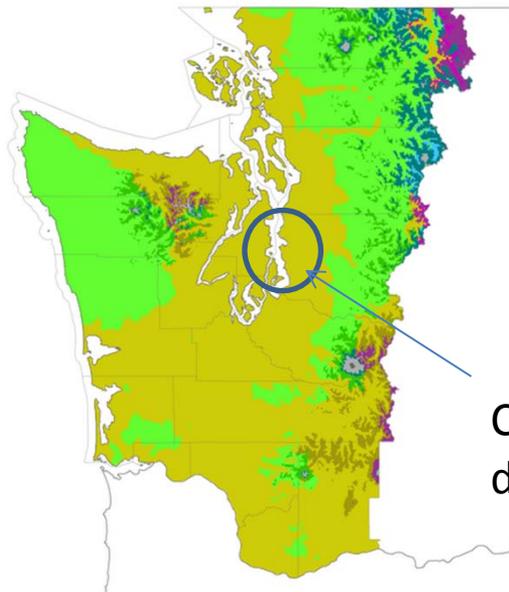
Promover la instalación de 12.000 rain gardens en Seattle/ en la región del Estrecho de Puget hasta el 2016.



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Washington_in_United_States.svg

Washington State University en colaboración con la administración

Köppen climate types of western Washington



Csb: Mediterráneo de veranos cálidos

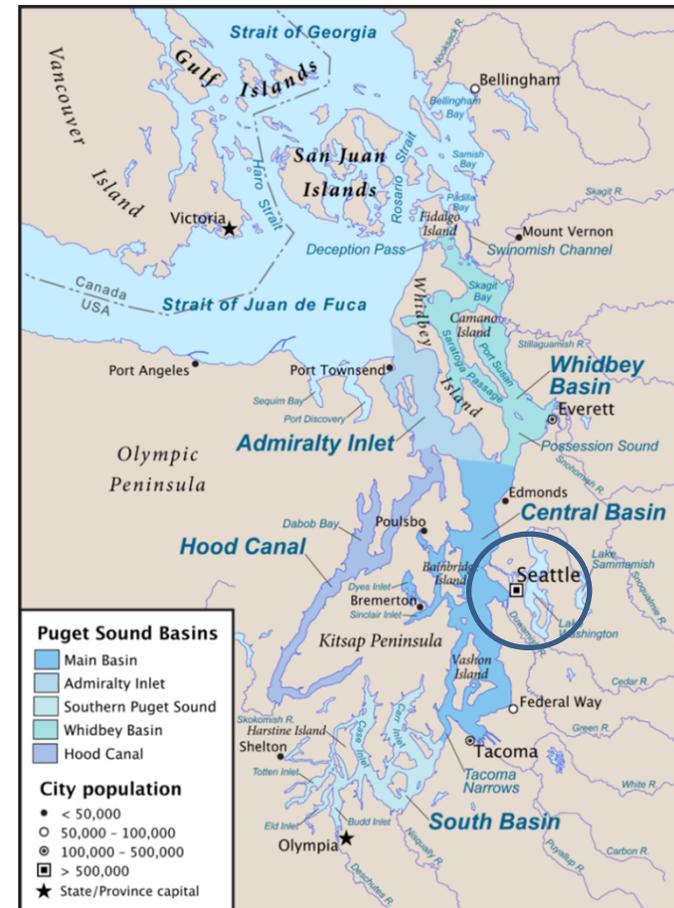
Köppen climate type



* Isotherm used to distinguish temperate (C) and continental (D) climates is °C.
Data sources: Köppen types calculated from data from PRISM Climate Group, Oregon State University, <http://prism.oregonstate.edu/>
Outline map from US Census Bureau

By Adam Peterson - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=50248340>

Superficie: 217,2 km²
 Densidad de población: 736 h/Km²
 Precipitación: 970 mm/año
 Zona de resistencia: 8b(-9,4 a -6,7)

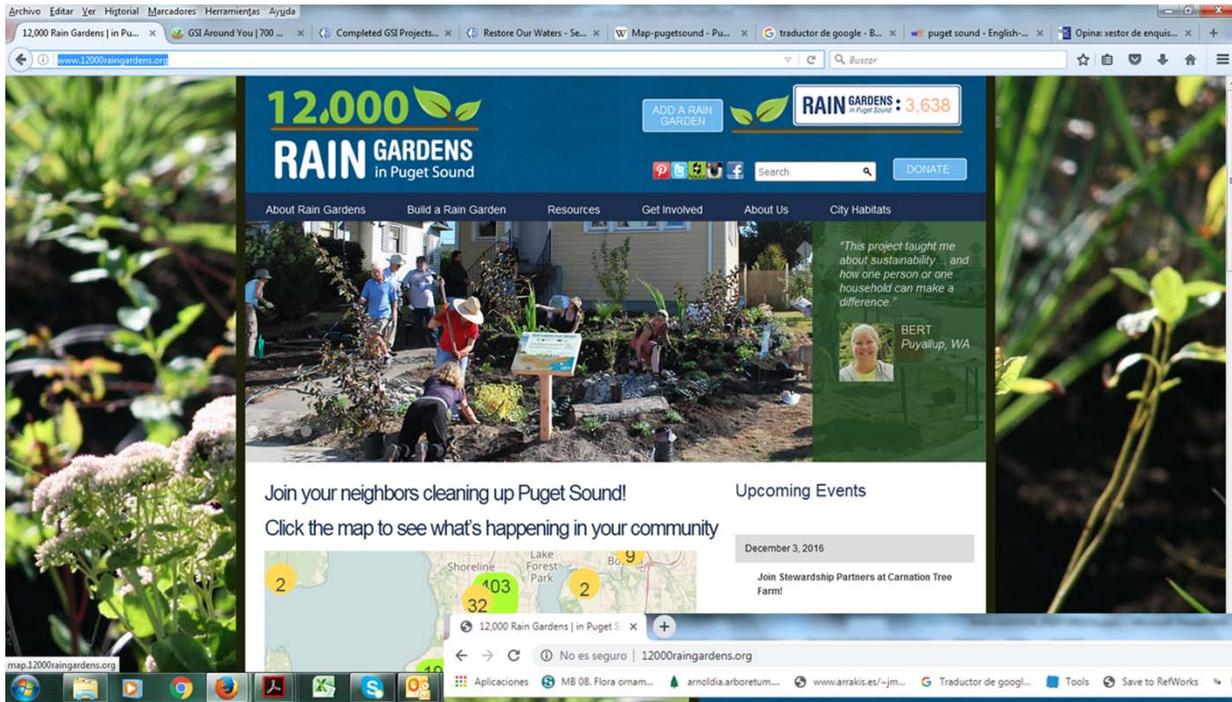


Campañas para promover la creación de jardines de lluvia

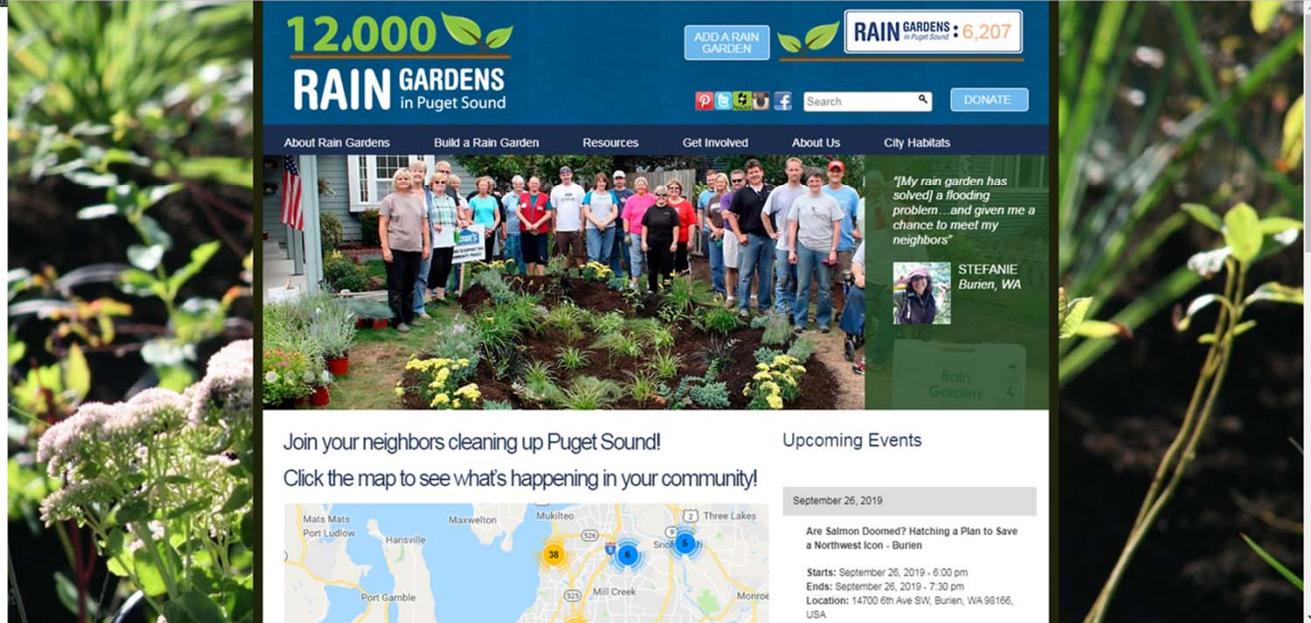


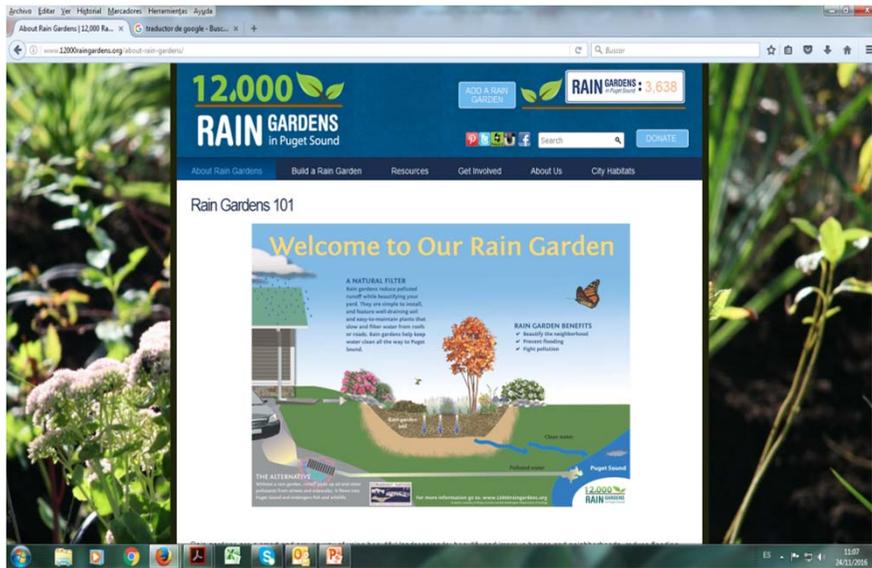
PuyallupRG_Report

- **Objetivo:** conseguir **12.000 jardines de lluvia** en Seattle (Estrecho de Puget) para el año **2016** que supondría absorber **605 millones de litros de aguas contaminadas** para proteger las vías fluviales y el estuario
- Animar a la participación activa mediante la instalación de uno o más jardines de lluvia en la comunidad.
- Los beneficios inmediatos que resaltan son:
 - Reducir la contaminación del agua
 - Prevenir las inundaciones
 - Incrementar valor de las viviendas
 - Asegurarse bellos paisajes de bajo mantenimiento
 - Ayudar a la comunidad a ahorrar millones de dólares en la limpieza de la contaminación y en el coste elevado de los proyectos de aguas pluviales
- **Web de la campaña:**
<http://www.12000raingardens.org/>
 - Manual de rain garden para los ciudadanos,
 - Programa de incentivos económicos
 - Información técnica para estudiantes de ingeniería
 - Información sobre empresas de rain gardens
 - Programación de actividades para formar parte activa de la campaña



<http://www.12000raingardens.org/>



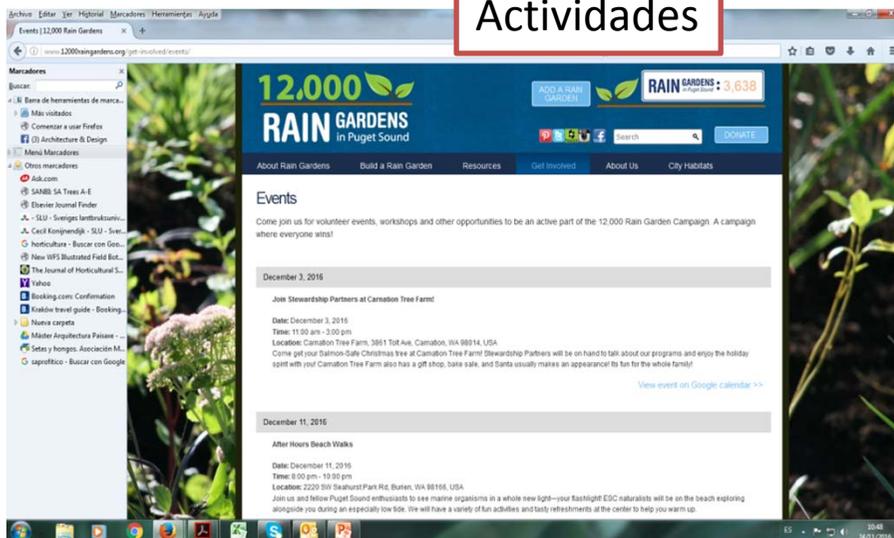


<http://www.12000raingardens.org/about-rain-gardens/>

Incentivos



Actividades



<http://www.12000raingardens.org/city-habitats/>



http://picasaweb.google.com/110863538378992170244/PuyallupRG_Report#

PuyallupRG_Report



http://picasaweb.google.com/110863538378992170244/PuyallupRG_Report#

PuyallupRG_Report



Archivo Editar Ver Historial Marcadores Herramientas Ayuda

About Rain Gardens | 1... x GSI Around You | 7... x Completed GSI Proj... x Restore Our Waters... x Map-pugetsound -... x traductor de googl... x puget sound - Engl... x Opina: xestor de en... x About Rain Gardens | 1... x +

www.700milliongallons.org/gsi-around-you/#

700 Million Gallons

RainWise REBATES

Home About Methods GSI Around You Take Action RainWise Search

Project Type

Green Stormwater Infrastructure (GSI) manages stormwater runoff by reducing its volume and speed while removing pollutants that could harm local waterways. Depending on the project type, GSI also provides additional benefits. Stormwater cisterns, for example, can be used for rainwater capture and reuse during the spring and summer months; Raingardens, green roofs, and trees add greenspace and enhance urban habitat, and roadside bioretention can be designed to improve pedestrian safety and beautify the streetscape.

Project Type

- Bioretention
- Cistern
- Cistern and Rain Garden
- Depaving
- Green Roof
- Permeable Pavement
- Rain Garden

SEATTLE

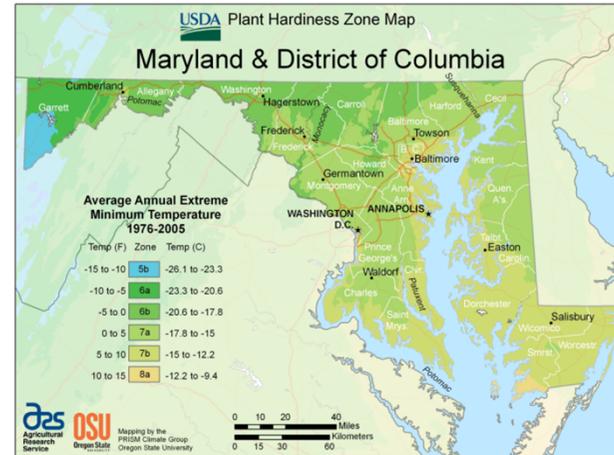
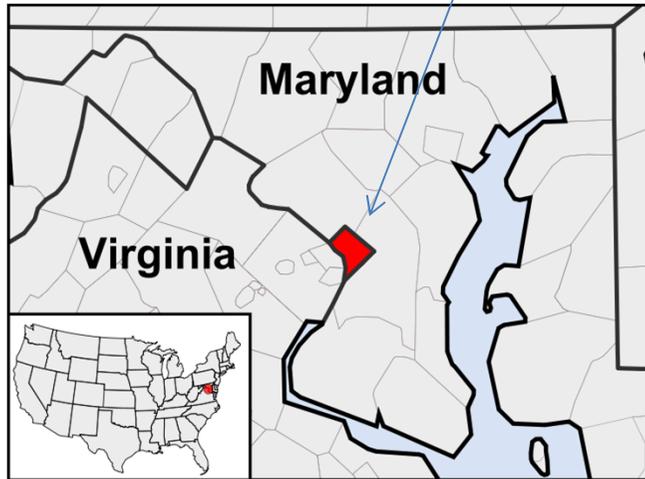
13:12 24/11/2016

<http://www.700milliongallons.org/gsi-around-you/#>

GSI (green stormwater infrastructure) :

Bioretención, tanques, tanques y jardines de lluvia, eliminación de pavimento, tejados verdes, pavimentos permeables, Jardines de lluvia

Washington D.C., Maryland



Zona de
resistencia 7a=
-17,8 a -15

De USA_Counties.svg: U.S. Census
BureauBlank_USA,_w_territories.svg:
Lokal_Profil -
USA_Counties.svgBlank_USA,_w_territories.svg,
CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11163261>

<http://planthardiness.ars.usda.gov/P/HZMWeb/Maps.aspx>

Clima subtropical húmedo (clasificación climática de köppen)

Altitud: 125 m s.n.m.

Precipitación anual: 1007,6 mm

Población

- Total 646 449 hab.¹
- [Densidad](#) 3 652,25 hab./km²
- Metropolitana 5 582 170² hab.

Proyecto del gobierno de la ciudad para un proyecto de desarrollo de bajo impacto en un distrito comercial (el Triángulo dorado). Antes de convertirse en jardines de lluvia, la superficie era de hormigón.



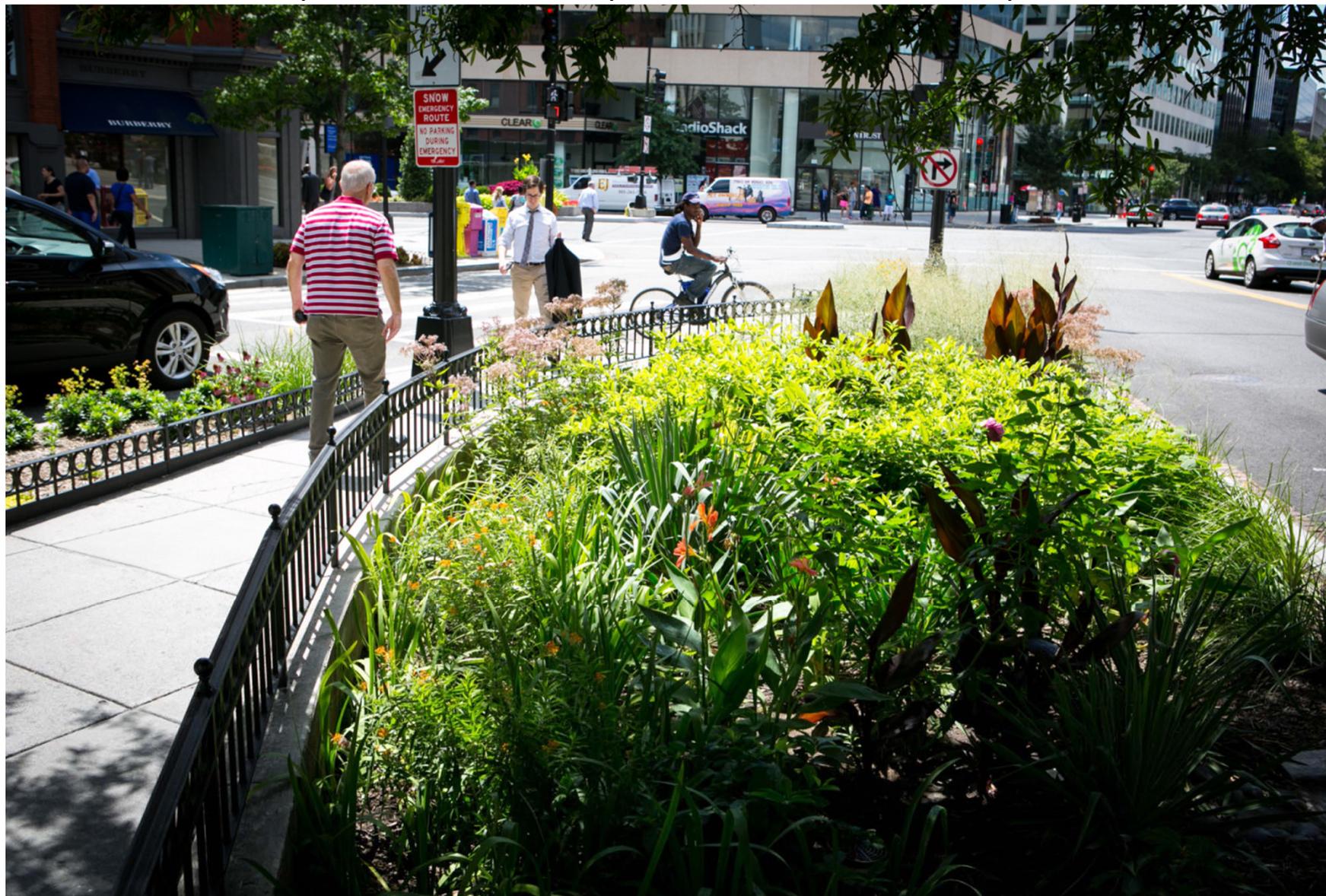
<https://goldentriangledc.com/initiative/rain-gardens/> (Washington DC, Maryland)

Hoy en día, estos jardines de lluvia son casi 278 m² de espacios verdes, que proporciona un valioso hábitat para la flora y la fauna (mariposas y otros polinizadores)



<https://goldentriangledc.com/initiative/rain-gardens/> (Washington DC, Maryland)

Cada uno de los cinco jardines de lluvia del Triángulo de oro es reconocido como un certificado hábitat para la vida silvestre por la Federación nacional para la vida silvestre.



<https://goldentriangledc.com/initiative/rain-gardens/> (Washington DC, Maryland)

State College Pennsylvania



Objetivos:

- Infiltración y recarga de acuíferos
- Filtrar sedimentos y contaminantes
- Reducir la tª del agua del calor estacional de las superficies duras
- Crear un hábitat para la vida silvestre
- Educar a la población en las buenas prácticas de gestión de la escorrentía
- Mitigar el impacto negativo de la urbanización y el desarrollo sobre las cuencas hidrográficas.

Rain garden:

- Diseño: estudiantes de Arquitectura del Paisaje de Penn State.



<http://www.statecollegepa.us/2502/Allen-Street-Rain-Gardens> (rain garden en Allen-Street, condado de Centre, Pennsylvania)

Allen Street Rain Gardens (State College-Pennsylvania)

urban environment of downtown State College:

- Allow stormwater to infiltrate the ground and recharge aquifers
- Filter pollutants and sediments
- Reduce water temperatures from seasonally hot surfaces such as asphalt and concrete
- Create an aesthetically pleasing natural environment and habitat for wildlife
- Educate the community on stormwater best management practices
- Mitigate negative impacts of urbanization and development on the Spring Creek Watershed

characteristics.



- Catlins Giant Bugleweed (*Ajuga reptans*)
- Heavy Metal Switchgrass (*Panicum virgatum*)
- Elijah Blue Blue Fescue (*Festuca glauca*)
- Variegated Lily Turf (*a muscari*)
- Cardinal flower (*Lobelia cardinalis*)
- Black-eyed Susan (*Rudbeckia hirta*)
- Dragons Blood Sedum (*Sedum spurium*)
- Artic Fire Dogwood (*Corus stolonifera*)



Public Works crews install the rain garden plants.



Construction of the east rain garden.



The east rain garden right after completion.

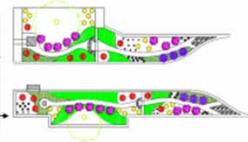


The west rain garden during a rain event.

Design & Construction

The Allen Street rain gardens were constructed in the summer of 2012 and are located on the west and east sides of South Allen Street, in front of Schlow Memorial Library and the Growing Tree.

The east side rain garden is 228 ft² and has a watershed area of 7,326 ft².
The west side rain garden is 143 ft² and has a watershed area of 34,729 ft² (.8 acres).



These rain garden drawings are based off work done by Penn State landscape architecture students in the spring of 2010. They designed a meandering path for water to run through the rain garden and gave a suggested list of plantings. Check dams are present in both to help slow runoff and allow for infiltration into the soil and yard inlet drains enable excess water to run into the storm sewer. A second storm drain was added to the entrance of the west side rain garden to prevent flooding from the high volume of runoff it receives (not shown). The rain gardens were constructed with a layer rock, topsoil, and compost (totaling 2.5 ft deep) to enhance the infiltration potential.



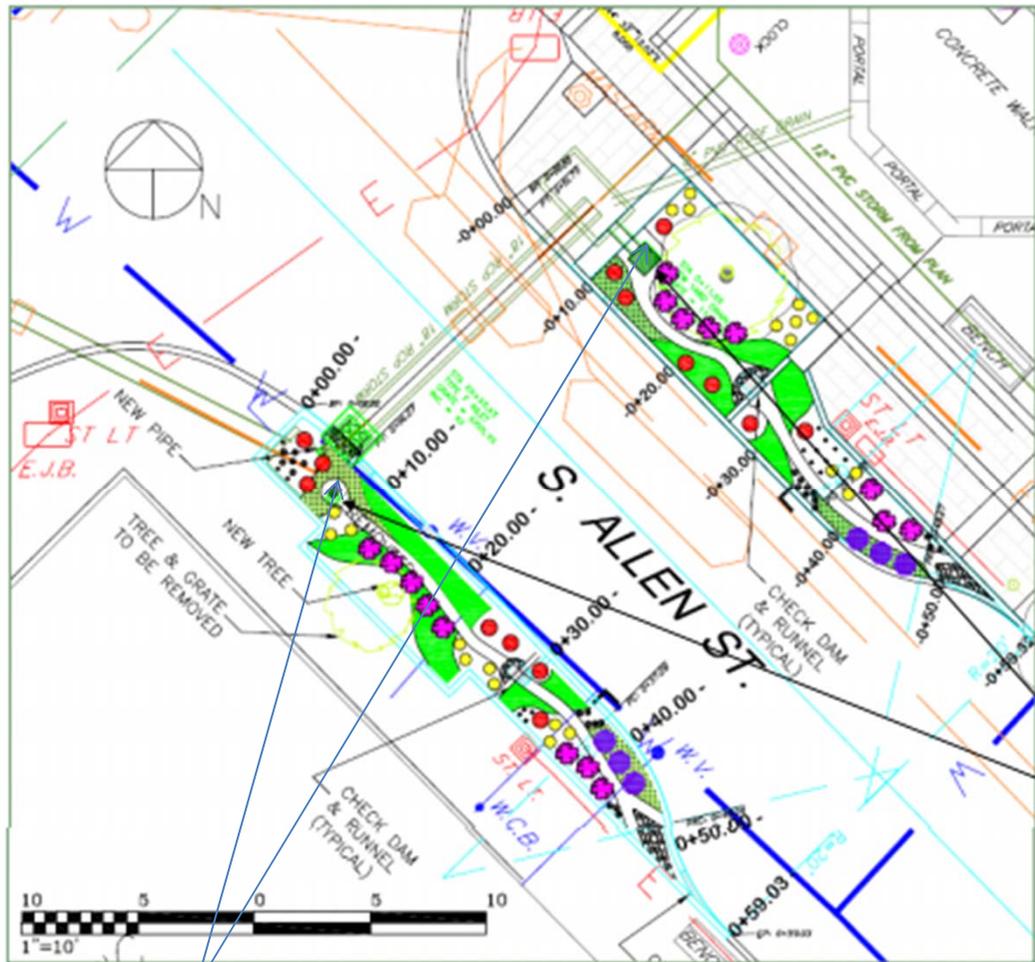
Yard inlet drains

Educational Signs

Education panels were installed at each rain garden, focusing on the role rain gardens can play for stormwater management while helping to protect the Spring Creek Watershed.

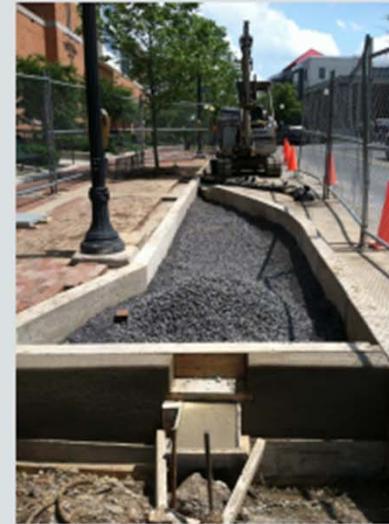


The panel on the west garden (above) has a children's section that fits nicely in front of the Growing Tree. We hope the rain gardens' central location will be a demonstration to the community of sustainable practices for handling stormwater. You can install rain gardens to control flooding, create a beautiful landscape, and allow for greater water absorption in your own yard.



Desagües para evacuar el exceso de agua

- ❑ J. Este: 21 m² (0,6 m² para agua)
- ❑ J. Oeste: 13 m² (3,2 m² para agua)



Construction of the east rain garden.

Grava+ tierra vegetal +compost
Profundidad: 76 cm



The east rain garden

Plantación



Ajuga reptans



Panicum virgatum



Festuca glauca



***Liriope muscari* 'Variegata'**



Rudbeckia hirta



Lobelia cardinalis



Sedum spurium



Cornus stolonifera

Creación de un jardín de lluvia. Etapas (Hinman, 2013)

Planificación

- Identificar las áreas de drenaje del agua de lluvia en el jardín
- Identificar la mejor localización
- Analizar el suelo
- Determinar el tamaño y la forma

Construcción

- Trazado y excavación
- Nivelación
- Mezclar compost con el suelo
- Colocación de la mezcla de suelo
- Nivelar la superficie del suelo
- Crear una entrada de agua
- Proporcionar una salida de agua

Plantación

- Variedad de pequeños árboles, arbustos, y herbáceas
- Seleccionar especies que potencien el área y que tengan unas necesidades de agua apropiadas (nativas y cultivares resistentes)
- Acolchado después de la plantación
- Riego de establecimiento

Mantenimiento:

- Acolchado para prevenir la erosión y las plantas adventicias
- Mantener limpias la entrada y salida de agua, protegiéndolas con rocas
- No fertilizar o utilizar pesticidas
- Regar según necesidades

1. Planificación



¿Qué áreas drenarán hacia el jardín lluvia?

- En primer lugar, es necesario evaluar la parcela para determinar las áreas que drenarán al jardín de lluvia. **Tejados, calzadas, patios y zonas ajardinadas con suelos compactados** producen escorrentía que puede absorber y filtrar el jardín de lluvia. Es posible captar la totalidad o parte del agua de estas áreas en uno o más jardines de lluvia

1. Planificación

Consideraciones para drenar al jardín de lluvia:

El agua puede llegar al jardín de lluvia a través de:

un área de jardín

una zanja de drenaje abierta llena de plantas o rocas decorativas,

por medio de una tubería subterránea (por ejemplo, de un tubo de bajada del tejado).

Los jardines de lluvia pueden colocarse en más de una ubicación

por ejemplo dirigir el agua de una parte del tejado a un jardín de lluvia en el patio trasero

el agua de otra parte del tejado a un jardín de lluvia en el patio delantero

1. Planificación: localización



Recomendaciones para colocar el jardín de lluvia:

- Donde se mejore la apariencia del lugar
 - Los jardines lluvia puede ofrecer atractivos visuales que amortigüen el impacto de las carreteras o edificaciones próximas
- Donde un desbordamiento puede dirigir el agua de manera segura fuera de la casa y de la propiedad vecina.

1. Planificación: localización

**Recomendaciones
para colocar el
jardín de lluvia:**

Donde el agua drena hacia el jardín de lluvia por gravedad.

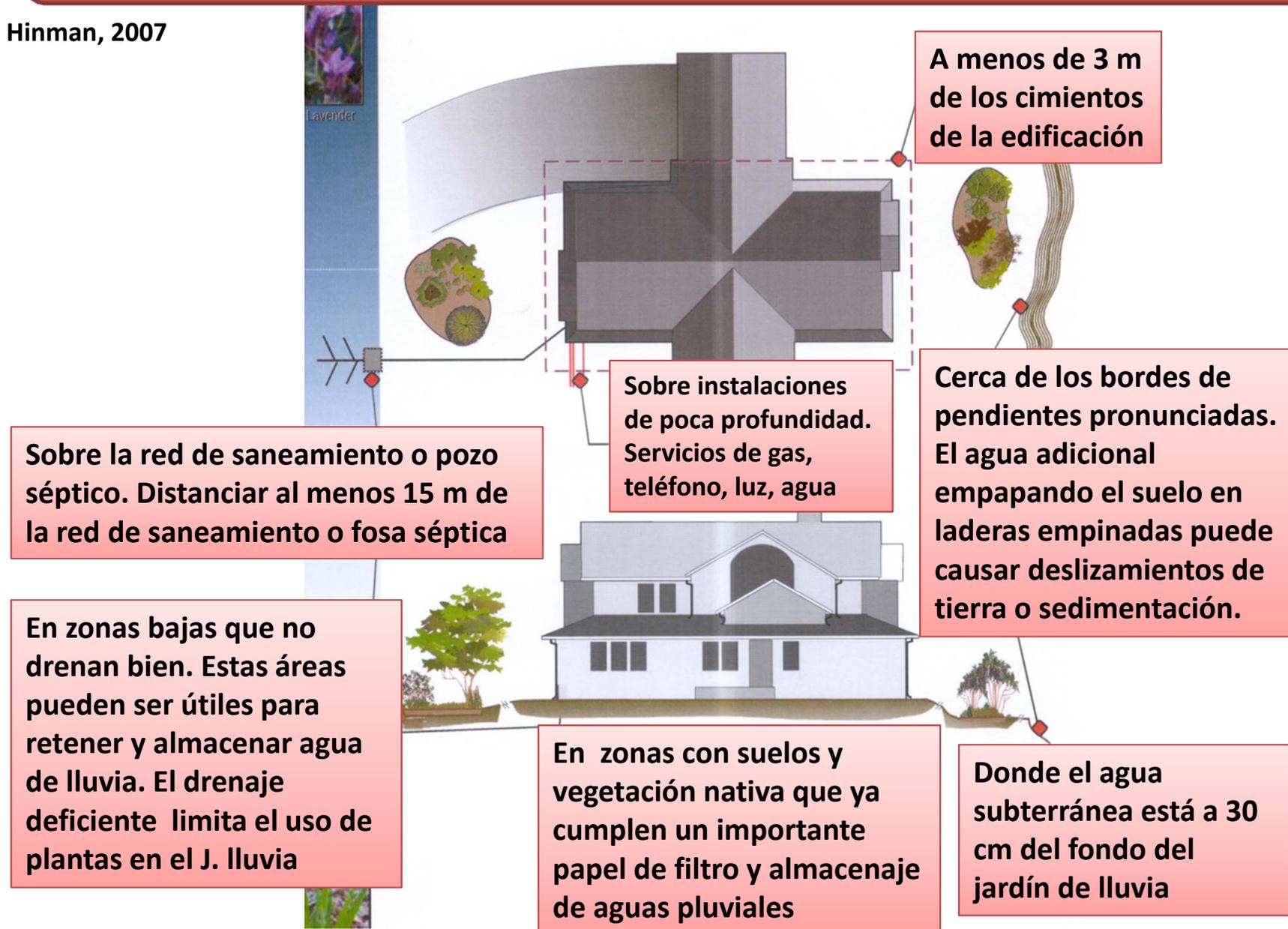
Aunque es posible bombear el agua hasta un jardín de lluvia, esto aumentará los costes y el mantenimiento.

La pendiente para un jardín de lluvia convencional debe ser en general inferior a 15%



Planificación: donde no colocar el jardín de lluvia:

Hinman, 2007



1. Planificación: Analizar el suelo



arenoso

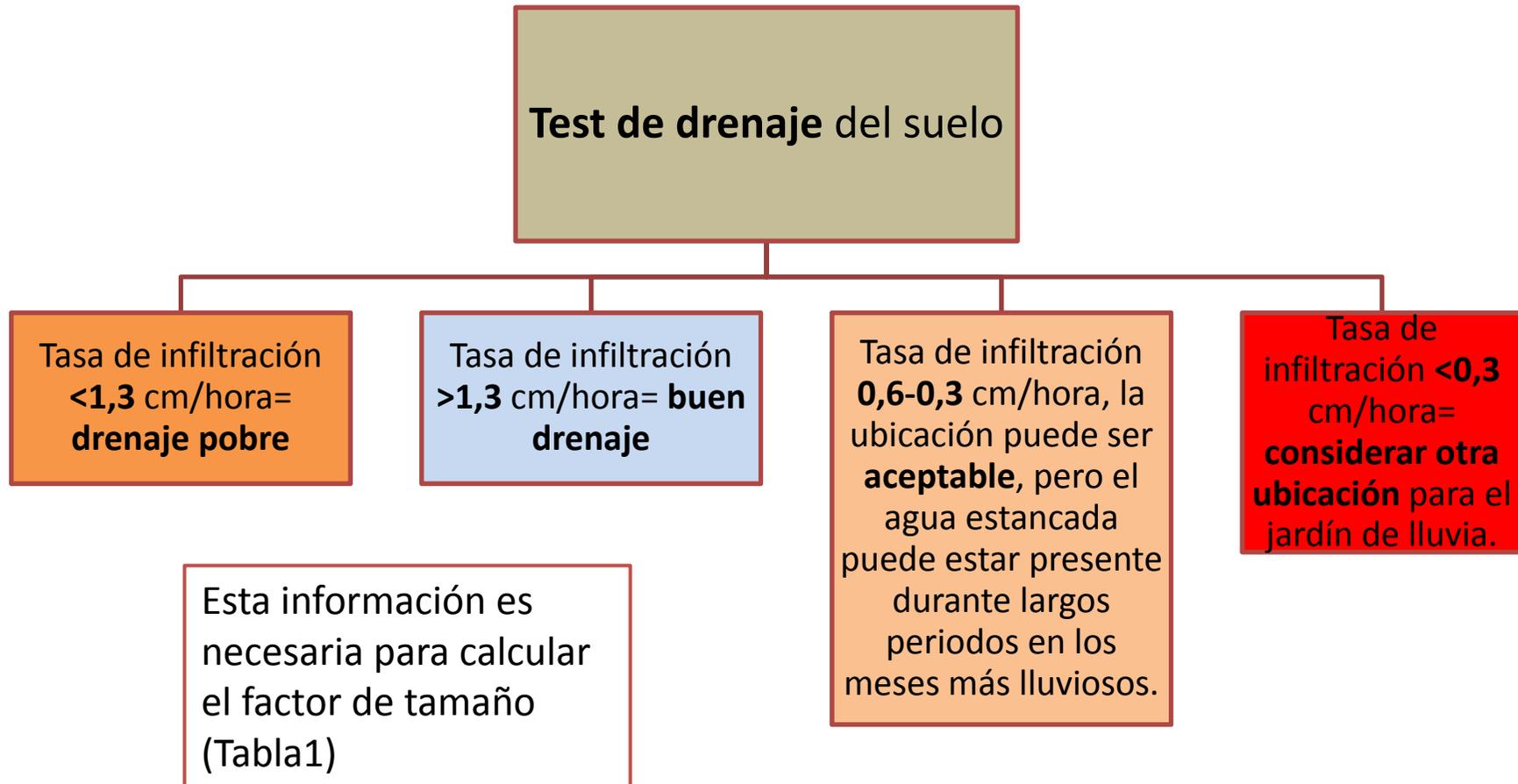


arcilloso

Test en tres etapas:

- Cavar un agujero pequeño cerca de 60 cm de profundidad y 30-60 cm de diámetro. Un agujero más grande está bien si disponemos de una retroexcavadora o mini excavadora.
- A medida que cavamos, y antes de la adición de agua al orificio de drenaje, observar las características del suelo.
 - Determinar la **textura**, la cantidad de arena, limo y arcilla en el suelo. La mezcla de estos componentes afecta al drenaje y a la retención de agua y nutrientes a utilizar por las plantas.
- Realizar el test de infiltración, añadiendo agua a una altura determinada (20 cm)

1. Planificación: Analizar el suelo



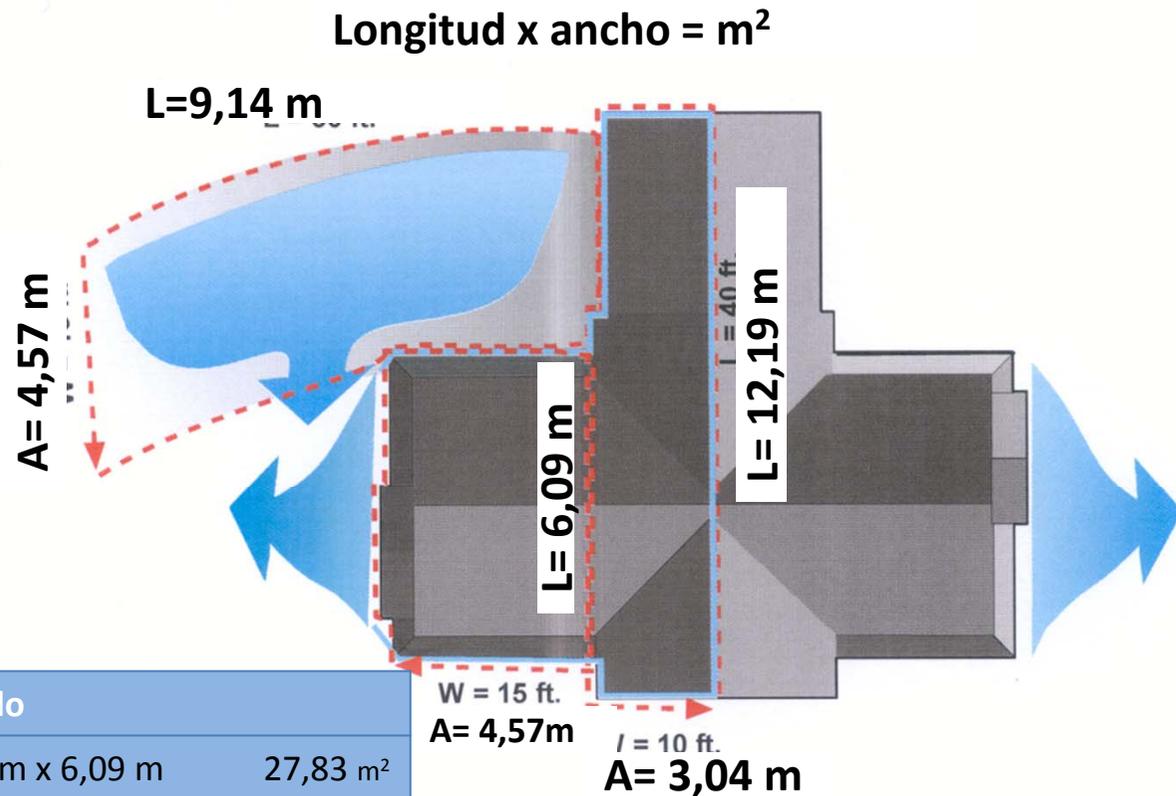
1. Planificación: Diseño

Tamaño: 1. Que superficie drenará al jardín de lluvia

Medir todas las **superficies impermeables** tejado, caminos pavimentados, suelo compactado...

Medir la superficie de suelo disponible en el jardín

Se pueden poner varios jardines de lluvia



Tejado		
4,57 m x 6,09 m		27,83 m ²
3,04 m x 12,19 m		37,06 m ²
Entrada		
4,57 m x 9,14 m		41,77 m ²

Total: 106.66 m²

Precipitación anual (mm/año)

Región 1: <760 Región 4: 1270-1778
 Región 2: 760-1016 Región 5: 1778- 2286
 Región 3: 1016-1270 Región 6: > 2286

Que tamaño de jardín de lluvia necesitaremos

Rain Garden Sizing Chart

0,25-0,60 cm/h	0,60-1,27 cm/h	1,27-2,50 cm/h	2,54-6,35 cm/h	+ 6,35 cm/h
-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	----------------



	Rainfall Region	Ponding Depth	SOIL DRAINAGE RATES				
			0.10 - 0.24* Inches/Hour	0.25 - 0.49 Inches/Hour	0.50 - 0.99 Inches/Hour	1.00 - 2.49 Inches/Hour	2.50 + Inches/Hour
<i>Recommended Sizing Factor: Size the top surface of the ponding area for your rain garden by multiplying the contributing area by this percentage.</i>							
GOOD (80%)	REGION 1	6" to 12"	8%	7%	7%	6%	6%
	REGION 2	6" to 12"	14%	10%	8%	6%	6%
	REGION 3	6" to 12"	16%	11%	8%	7%	6%
	REGION 4	6" to 12"	19%	12%	10%	7%	6%
	REGION 5	6" to 12"	23%	15%	11%	9%	6%
	REGION 6	6" to 12"	28%	18%	13%	10%	7%
BETTER (95%)	REGION 1	6" to 12"	9%	9%	8%	8%	7%
	REGION 2	6" to 12"	20%	14%	11%	9%	7%
	REGION 3	6" to 12"	22%	15%	12%	10%	7%
	REGION 4	6" to 12"	29%	18%	14%	11%	8%
	REGION 5	6" to 12"	34%	22%	16%	13%	9%
	REGION 6	6" to 12"	42%	27%	19%	15%	10%
BEST (Most All the Water)	REGION 1	6"	13%	10%	9%	9%	8%
		12"	N/A*	10%	9%	8%	8%
	REGION 2	6"	39%	32%	26%	21%	15%
		12"	N/A*	27%	23%	20%	15%
	REGION 3	6"	45%	36%	30%	25%	17%
		12"	N/A*	31%	26%	22%	17%
	REGION 4	6"	54%	43%	34%	27%	18%
		12"	N/A*	36%	31%	25%	17%
	REGION 5	6"	75%	47%	35%	26%	17%
		12"	N/A*	45%	31%	25%	17%
	REGION 6	6"	72%	56%	42%	30%	19%
		12"	N/A*	48%	39%	29%	19%

SIZING FACTORS

*At these low drainage rates, a 12-inch pond will not drain down within 3 days. Use a 6-inch ponding depth.

Notes to Guide the Use of this Chart

Fuente: Hinman, 2013

1. Planificación. Diseño: tamaño

1) Area a drenar: 107 m² de área impermeable

2) Tipo de suelo: drenaje 0,3-0,6 cm/hora

3) Area disponible para el jardín: 23 m²

4) Precipitación en la zona: 900 mm/anuales

- Utilizamos la tabla anterior:
- Para captar la mayor parte del agua de lluvia (100%):
 - 15 cm de almacenaje de agua: 32% de 107 m² = 34,24 m²
 - 30 cm de almacenaje de agua: 27% de 107 m² = 28,89 m²
- Para captar el 95% del agua de lluvia:
 - 15 - 30 cm de almacenaje de agua: 14% de 107 m² = 14,98 m²

1. Planificación. Diseño: forma

- Los jardines de lluvia pueden moldearse para adaptarse al área y a las preferencias personales.
- Cuando se coloca en una pendiente se recomienda:
 - hacer el jardín lluvia aproximadamente dos veces más largo que ancho
 - orientar el jardín siguiendo el contorno de la pendiente
 - reduce la cantidad de excavación y evitar que el agua se acumule en la parte baja mientras el resto está seco

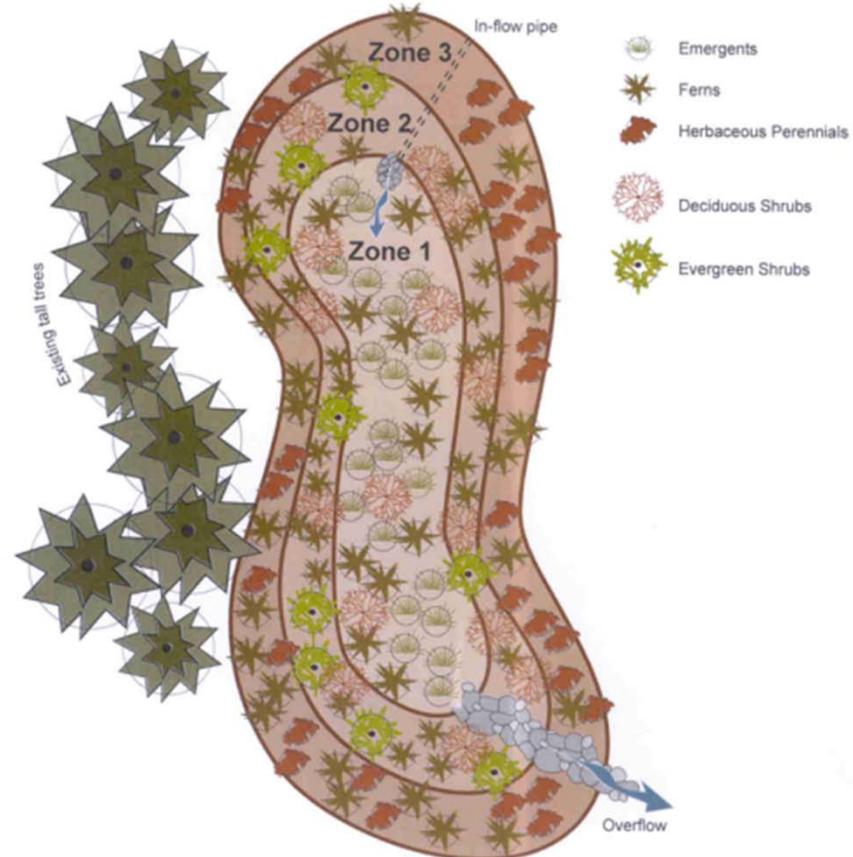


1. Planificación. Diseño: forma

Sample Planting Plans

Garden 1: Shade Garden

- ZONE 1** **Emergents:** Slough sedge (*Carex obruata*) and small-fruited bulrush (*Scirpus microcarpus*).
Ferns: Lady fern (*Athyrium filix-femina*) and deer fern (*Blechnum spicant*).
Deciduous shrubs: Stink currant (*Ribes bracteosum*). If the garden is large add black twinberry (*Lonicera involucrata*).
- ZONE 2** **Deciduous shrubs:** Snowberries (*Symphoricarpos albus*).
Evergreen shrubs: Evergreen huckleberry (*Vaccinium ovatum*).
Ferns: Sword fern (*Polystichum munitum*) and lady fern.
- ZONE 3** **Evergreen shrubs:** Evergreen huckleberry, low Oregon-grape (*Berberis nervosa*).
Ferns: Sword fern.
Herbaceous perennials: Wild ginger (*Asarum caudatum*), inside-out flower (*Vancouveria hexandra*), and western bleeding heart (*Dicentra formosa*).



Ejemplo de plano de plantación

Fuente: Hinman (2007)

2. Construcción



1. Trazado y excavación
2. Preparación de la mezcla de suelo
3. Gestión del agua



PuyallupRG_Report



2. Construcción. Trazado

En primer lugar, trazar el jardín de la lluvia para ver cómo se integra en el área.

Replanteo con cuerdas, pintura, estacas, para marcar la zona. Los límites se pueden ajustar fácilmente a nuestro gusto.

Antes de excavar, asegurarse de que el agua pueda fluir hacia el jardín a través del paisaje, una zanja o canal de drenaje o una tubería instalada después de la excavación.



Eliminación de la cubierta de césped antes de la excavación



Uso de una pequeña excavadora para los jardines de lluvia de mayor tamaño

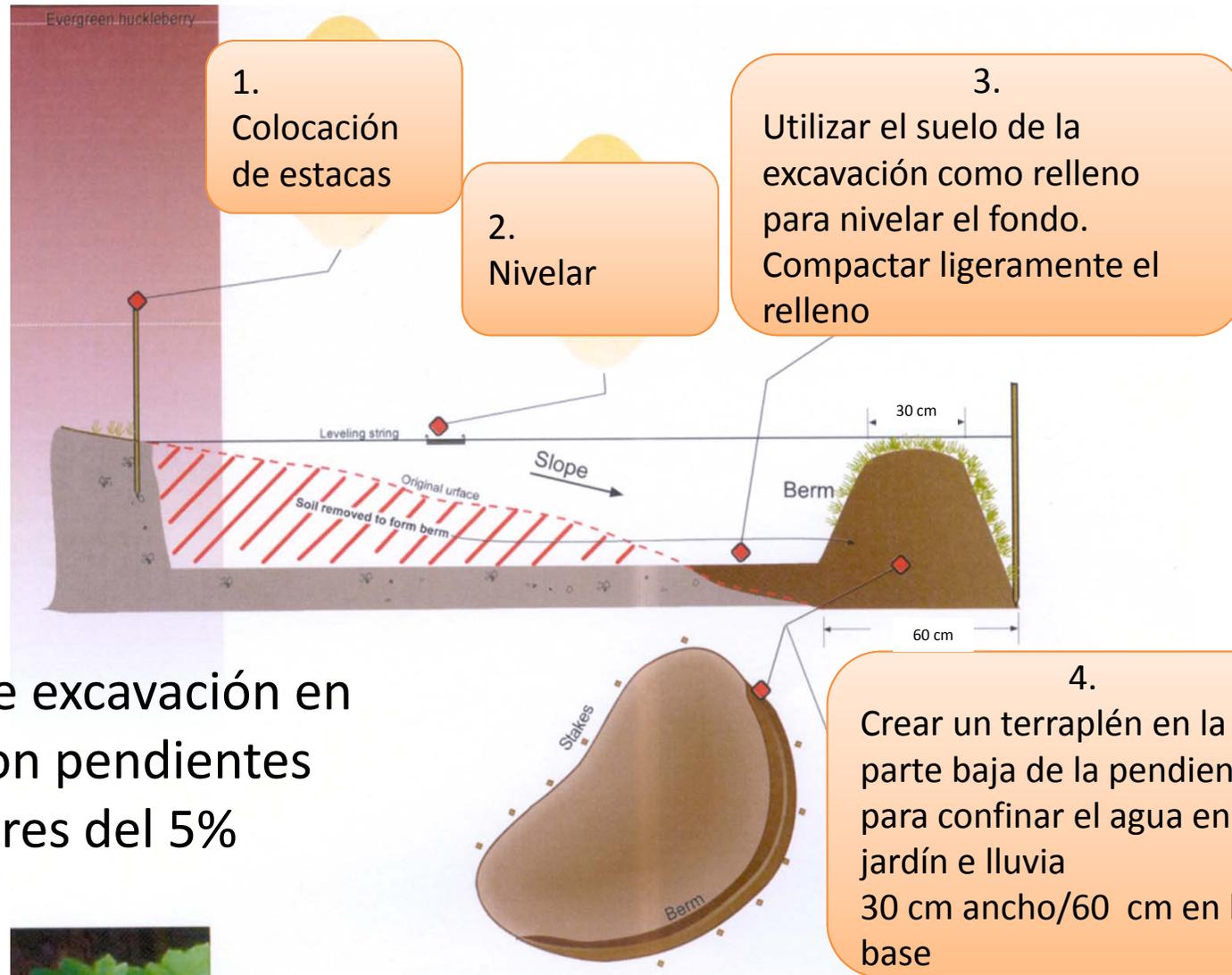
2. Construcción. Excavación

Excavación en suelos arenosos, con tasa de infiltración $\geq 2,5$ cm/h

- Eliminar sólo suelo suficiente (aproximadamente 23 cm) para crear la profundidad deseada de encharcamiento.
- Extender una capa de 8 cm de espesor de compost en la superficie de la zona del jardín y trabajar a una profundidad de 10-13 cm (quedarán 15 cm de profundidad para almacenaje de agua)

Excavación en suelos no arenosos, con tasa de infiltración de la zona de jardín de lluvia $< 2,5$ cm /h:

- Se necesita mayor profundidad y se recomienda una enmienda adicional de compost.



Ejemplo de excavación en suelos con pendientes mayores del 5%



Vine maple

Fuente. Hinman, 2007

- Recubrir el terraplén con plantas de recubrimiento y compactar bien para evitar su erosión.
- Terraplén de al menos 15 cm de altura desde la máxima profundidad de estancamiento.
- Si hay una salida de agua en el terraplén cubrirla con piedras para protegerla de la erosión

2. Construcción

Reemplazo del suelo original

Suelos con un alto contenido en arcilla

- considerar reemplazar el suelo excavado con una mezcla de suelo para el j. de lluvia que consiste de:
 - 60% de arena tamizada y 40% de compost (V/V)



2. Construcción

Utilizando el suelo original

Si el suelo original no es muy arcilloso dejar a un lado para mezclar con compost y rellenar el jardín de lluvia.

- La mezcla de suelo podría ser:
 - 65% suelo excavado y 35% de compost (V/V)

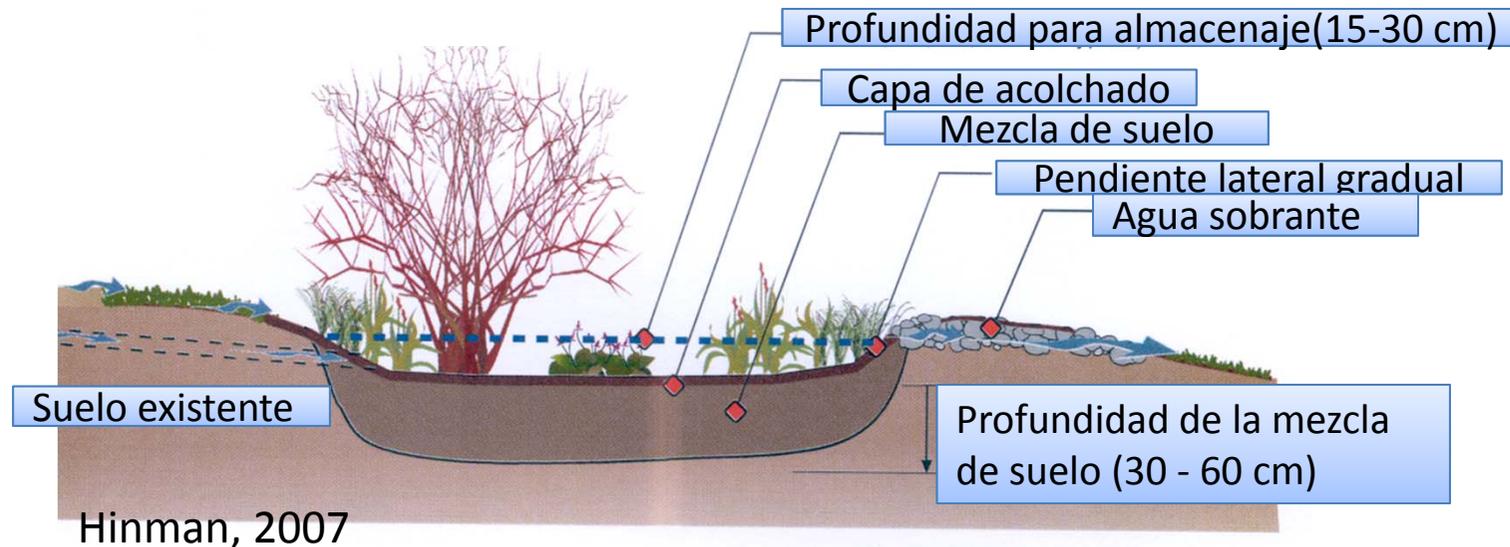
El compost debe ser estable y maduro

- Procedente de restos orgánicos (restos de siega, residuos de madera).

2. Construcción

Rellenando con la mezcla de suelo

- Los j. de lluvia tienen un área sobre el suelo que permite almacenar agua. Se recomienda una profundidad de 15-30 cm.
- Reemplazar el suelo con capas de 15 cm y compactar ligeramente en cada capa.
- Rellenar con el suelo hasta el nivel que proporciona la profundidad de almacenamiento de agua deseada



2. Construcción

Gestión del agua en el jardín de lluvia

Considerar la **pendiente** de la entrada de agua (zanja, tubería, zona verde) y **proteger de la erosión**

- Con pendientes **suaves** (**2%** o menos) y utilizando un zanja para el agua con rocas y vegetación, no se necesita ningún diseño especial
- Con pendientes **> 2%**, se pueden hacer presas con pequeñas piedras cada 1,5 a 3m para ralentizar el agua
- Cuando el agua entra en el jardín de lluvia a partir de un canal de drenaje o tubería colocar una capa de roca para frenar el agua

Gestión del agua en el jardín de lluvia



Piggyback plant

Con suelo húmedo o tormentas fuertes la cantidad de agua puede sobrepasar la capacidad del jardín de lluvia
El diseño de una **línea de salida** para el agua sobrante protege de la erosión



Photo by Sassafras Gardens
Rock lined swale



Colocación de roca alrededor de la entrada de agua



Línea de salida de agua



Línea rocosa de entrada de agua, utilizar roca lavada

Fuente: Hinman, 2007

3. Plantación

Las posibilidades creativas son múltiples
Consideraciones especiales en la selección de especies:

- **En el caso de árboles considerar:**
 - **Altura y anchura. No bloquear la visión** si hay carreteras o caminos cerca. Evitar especies que puedan causar problemas de seguridad (potencial de fallo de las ramas)
 - **Extensión de las raíces en la madurez: evitar** especies con **raíces invasoras** que puedan romper tuberías de instalaciones subterráneas próximas
- Incluir **variedad** de categorías y especies de plantas: árboles pequeños, arbustos, herbáceas (incluidas gramíneas ornamentales para color). Utilizar diferentes alturas y texturas para efectos decorativos.
- Considerar la **vegetación nativa** así como la vegetación de los alrededores.
- Considerar plantas que puedan funcionar como **pantallas visuales**, por ejemplo entre la vivienda y la carretera (arbustos perennifolios)



Hinman, 2013



PuyallupRG_Report

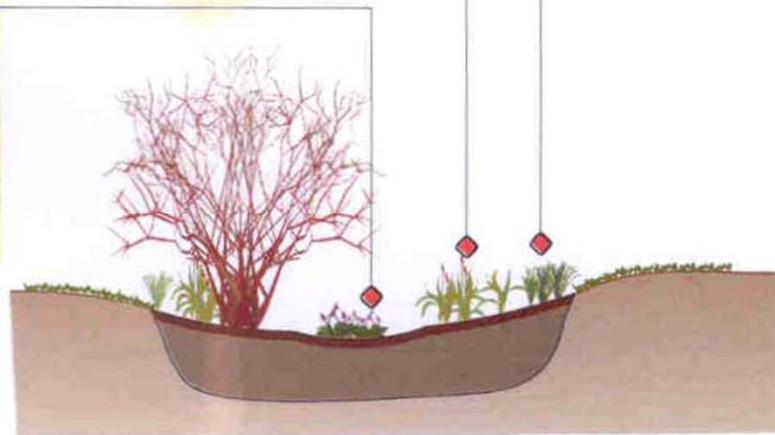
3. Plantación



Zona 3: plantas que prefieren condiciones secas

Zona 2: plantas que toleran presencia ocasional de agua

Zona 1 Plantas que pueden tolerar condiciones muy húmedas



For planting techniques to improve survival of your rain garden plants go to: "Plant it Right: Restoration Planting Techniques" at <http://wawater.wsu.edu>

Lo ideal es que todas las plantas toleren la sequía
Fuente: Hinman, 2007

3. Plantación. Acolchado

Beneficios del acolchado:

- Mantiene la humedad el suelo
- Previene de la erosión
- Reduce la invasión de adventicias
- Una capa de 5-8 cm de espesor es suficiente. Se coloca en los laterales y alrededor del jardín de lluvia
- Para el fondo del jardín es mejor el compost grueso ya que la corteza tiende a flotar más

No utilizar acolchados a base de: restos de siega. Estos se descomponen y aportan un exceso de nutrientes que pueden contaminar arroyos y humedales si el agua fluye del jardín de lluvia a la red de aguas pluviales. Las cortezas tampoco.....consumo N



Compost grueso

astillas de madera..

0,76 m³ de acolchado a un espesor de 7,6 cm, cubrirá un área aproximada de 10 m²

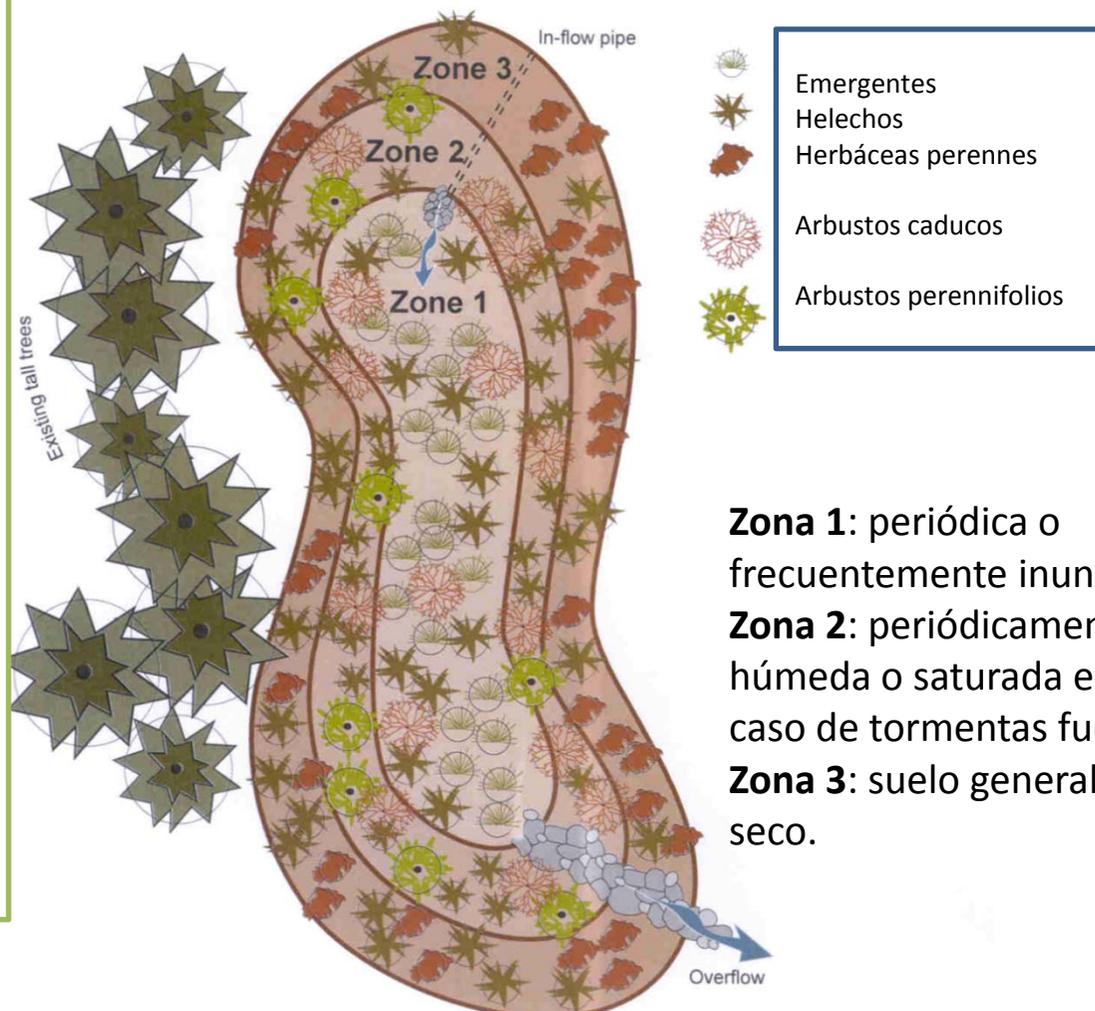
Planos de plantación

Jardín 1: Jardín en sombra

Zona 1 Emergentes: *Carex obnupta*, *Scirpus microcarpus*, helechos: *Athirium filix-femina*, *Blechnum spicant*, arbustos caducos: *Ribes bracteosum*, *Lonicera involucrata*

Zona 2 Arbustos caducos: *Symphoricarpus albus*, arbustos perennifolios: *Vaccinium ovatum*, helechos: *Polystichum munitum*, *Athirium filix-femina*

Zona 3 Arbustos perennifolios: *Vaccinium ovatum*, helechos: *Polystichum munitum*, herbáceas perennes: *Asarum caudatum*, *Vancouveria hexandra* y *Dicentra formosa*



Zona 1: periódica o frecuentemente inundada.
Zona 2: periódicamente húmeda o saturada en el caso de tormentas fuertes
Zona 3: suelo generalmente seco.

Fuente: Hinman, 2007

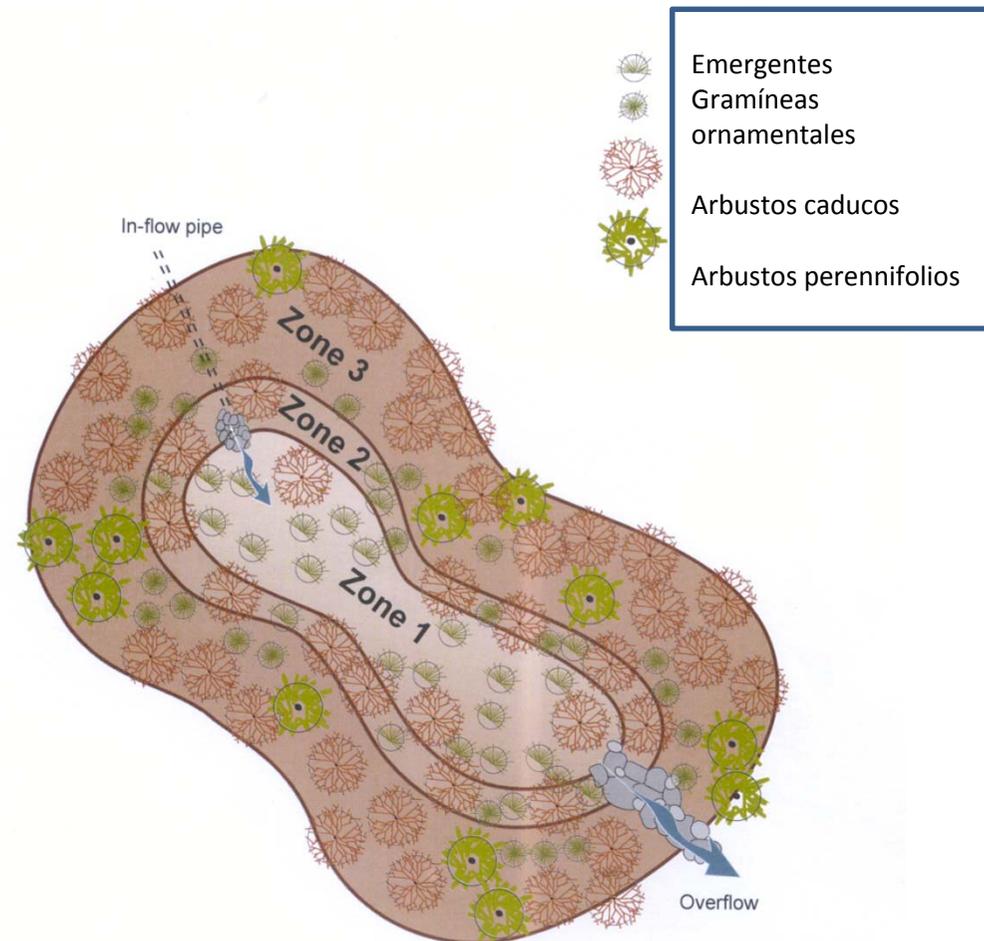
Jardín 2: Jardín soleado y silvestre

Zona 1 Emergentes: *Carex obnupta*,
Juncus ensifolius, *Juncus acuminatus*,
Arbustos caducos: *Cornus sericea*
'Kelsey', *Physocarpus capitatus*,
Cornus 'Mildwinter Fire'

Zona 2 Arbustos caducos:
Simphoricarpus albus, arbustos
perennifolios: *Mahonia aquifolium*,
helechos: *Polystichum munitum*,
[Athirium filix-femina](#)

Zona 3 Arbustos caducos: *Amelanchier
alnifolia*, *Holodiscos discolor*, *Ribes
sanguineum*, *Simphoricarpus albus*
para rellenar, detrás de las gramíneas,
arbustos perennifolios: *Mahonia
aquifolium*, gramíneas ornamentales:
[Miscanthus 'Morning Light'](#),
Pennisetun alopecuroides, *Panicum
virgatum* 'Heavy Metal' y 'Shenandoah'

Planos de plantación



Fuente: Hinman, 2007

3. Plantación

Ejemplo: lista de especies (selección para el oeste de Wasinghton* nativas). Jardín soleado, parcialmente en sombra

Zona 1 Arbustos caducos	Exposición	Tamaño final	época de floración	Observaciones
<i>Cornus sericea</i> *	Sol/Sol p	4,6 m	My-junio	Suelos muy húmedos a húmedos, ricos en M.O. Adaptable. Tolera encharcamiento estacional. Flores blancas, bayas rojas
<i>C. sericea</i> 'Kelseyi'	Sol/Sol p	45 cm	Junio-Ag	<i>Idem.</i> Bajo crecimiento, forma compacta, buen recubrimiento
<u><i>C. sericea</i></u> <u>'Flaviramea'</u>	Sol/Sol p	1,8-2,4 m	My-Junio	<i>Idem.</i> Tallos amarillos y rojizos, color otoñal púrpura
<i>Cornus sanguinea</i> 'Midwinter Fire'	Sol/Sol p	1,5-2,8 m	My-Junio	<i>Idem.</i> Tallos rojo brillantes en invierno. Nativo de Europa
<i>Physocarpus capitatus</i> *	Sol /som p.	2,8-4 m	My-Junio	Suelos húmedos o secos. Tolera la sequía. Forma redondeada, flor blanca. Frutos persistentes en invierno
<i>Rosa pisocarpa</i> *	Sol /som p.	1,8-2,4 m	My-Julio	S. húmedos. Tolera encharcamiento estacional y sequía. Flores rosas, frutos persistentes. Agresiva
<i>Spiraea douglasii</i> *	Sol /som p.	1,2-2,1 m		Húmedos o secos a estacionalmente inundados; flores rosas
<i>Salix purpurea</i> 'Nana'	Sol /som p.	1-1,5 m	otoño	Suelos pobres. Moderadamente tolerante a la sequía. Flores amarillas

3. Plantación

Ejemplo: lista de especies (selección para el oeste de Wasington)

* Indica especies nativas en esa zona

Zona 1: Arbustos perennifolios	Exposición	Tamaño final	época de floración	Observaciones
<i>Myrica californica</i> *	Sol/som p	9,0 m	My-junio	Suelos húmedos. Flores poco visibles

Zona 1 Emergentes	Exposición	Tamaño final	época de floración	Observaciones
<i>Carex obnupta</i> *	Sol /som p.	30 cm-1,5 m		Suelos húmedos a estacionalmente saturados. Follaje brillante. Excelente para cohesionar el suelo
<i>Juncus acuminatus</i> *	Sol /som p.	30-60 cm	verano	Soporta inundación superficial en invierno y sequía en verano
<i>J. ensifolius</i> *	Sol	30,5-45,7 cm		Tallos que semejan iris. Flores como pompones
<i>J. tenuis</i> *	Sol	15,2-76 cm		Flores delicadas
<i>Scirpus microcarpus</i> *	Sol /sombra	60 cm-1,2 m		Suelos muy húmedos Tolera inundación prolongada. Agresivo

3. Plantación

Ejemplo: lista de especies (selección para el oeste de Wasington* nativas)

Zona 2: Arbustos caducos	Exposición	Tamaño final	época de floración	Observaciones
<i>Rubus parviflorus</i> *	Sol /som p	1,2- 3 m	My-junio	Suelos húmedos a secos. Flores blancas. Bayas rojas. Se extiende rápido
<i>Simphoricarpus albus</i> *	Sol /som	60cm-1,8m	abril-junio	Suelos muy húmedos a secos, arcillosos a arenosos. Excelente cohexionador. Buen control de la erosión. Bayas blancas
Zona 2: Arbustos perennifolios	Exposición	Tamaño final	época de floración	Observaciones
<u><i>Mahonia aquifolium</i></u> *	Sol/som p	1,8-3m; 'Compacta' : 60-90 cm)	Marzo-abril	Suelos secos a húmedos. Bayas azuladas. Flores amarillas.
Zona 2: Herbáceas perennes	Exposición	Tamaño final	época de floración	Observaciones
<i>Aquilegia formosa</i> *	Sol /som p.	30-91 cm	Primavera	Tolera suelos variados. Tolera encharcamiento temporal. Flores rojas y amarillas
<i>Aster chilensis</i> *	Sol /som p.	46-91 cm	Junio-sep	Suelos húmedos. Flores blancas a púrpuras

3. Plantación

Ejemplo: lista de especies (selección para el oeste de Wasington* nativas)

Zona 3: Arbustos caducos	Exposición	Tamaño final	época de floración	Observaciones
<i>Holodiscus discolor*</i>	Sol /som p	4,6m	Junio-julio	Suelos húmedos a secos. Tolera la sequía. Flores blanco crema. Cohesión del suelo.
<i>Ribes sanguineum*</i>	Sol/som p	2,4-3,6 m	Marzo-abril	Prefiere suelos bien drenados, pero tolera los arcillosos. Tolera sequía. Flores rojas. Bayas azul oscuro.

Zona 3: Arbustos Perennifolios y recubrimiento	Exposición	Tamaño final	época de floración	Observaciones
<i>Arbutus unedo</i> 'Compacta'	Sol /som p	3 m	otoño	Suelos húmedos a secos. Flores blancas. Bayas rojas. Se extiende rápido. Nativo de Europa
<i>Helianthemum nummularium</i>	Sol	15-60 cm	Mayo-julio	Similar al anterior. Hábito extendido. Algunos cultivares más verticales, tienen bayas mayores y brillantes. Nativa de Europa, mitad norte de la P.I, Sierra Nevada
<u>Lavandula angustifolia</u>	Sol /som p	76 cm	Junio-agos	En suelos bien drenados, sin enmiendas. Flores azules a blancas. Región mediterránea occidental, Francia e Italia, nordeste de España. Cultivada como ornamental

3. Plantación

Ejemplo: lista de especies (selección para el oeste de Wasington* nativas)

Zona 3: Gramíneas ornamentales	Exposición	Tamaño final	época de floración	Observaciones
<i>Miscanthus sinensis</i> 'Morning Light' 'Little Kitten' 'Yaku Jima'	Sol /som p	60 cm a 1,5 m Según cultivar	Verano	Los cultivares listados son resistentes a la sequía. Se utilizan como plantas acento alrededor de los bordes para imitar la vegetación de estanques naturales. Hojas delicadas. Recorte de tallos en invierno
<i>Pennisetum alopecuroides</i> 'Hameln' 'Little Bunny'	Sol	10,2 cm a 1,2 m según cultivar	Verano	Variedad en alturas y secuencias de floración según cultivares.
<i>Helictotrichon sempervirens</i>	Sol	60 cm-1,2 m, h y a	Verano	Toleran la sequía. Follaje azulado, llamativo. Plantas acento, solas o en grupos.
<i>Panicum virgatum</i> 'Heavy Metal' 'Shenandoah' 'Dallas Blues'	Sol	1,2 -1,8 m	Verano	Tolerantes a la sequía. Varios cultivares con follaje diferente. Color otoñal

Zona 1. Arbustos caducos



Cornus sericea 'Flaviramea'



Spiraea douglasii



Acer circinatum

Zona 1. Arbustos perennes



Myrica californica*

Zona 2. Arbustos perennes



***Mahonia aquifolium* 'Apollo'**

Zona 2. Arbustos caducos



Simphoricarpus albus

Zona 3. Arbustos perennes



Arbutus unedo

(Suroeste de Europa y región mediterránea)



***Lavandula angustifolia* 'Miss Katherine'**

(Europa, región mediterránea occidental)



***Lavandula angustifolia* 'Beechwood Blue'**



***Lavandula angustifolia* 'Nana Alba'**

Zona 3. Gramíneas ornamentales



***Pennisetum alopecuroides* 'Woodside'**

- 0,5-1m
- H3-H4 M-Resistente
- Sol a sombra
- Zonas húmedas, buen drenaje o pobre
- Origen: Africa oriental y tropical, Oriente medio



***Miscanthus sinensis* 'Morning Light'**

- 1-1,5 m
- Resistente (H4)
- Sol
- Zonas húmedas, buen drenaje
- Bajo mantenimiento
- Origen: este de Asia

Arbustos (nativos de Europa)

Cornus sanguinea 'Midwinter Fire'



Viburnum opulus

P. Ibérica: cornisa
cantábrica y Pirineos

Cornus sanguinea

Presente en toda la Península ibérica excepto en el extremo
SO y SE.



Herbáceas (nativas de Europa)

Helleborus foetidus

En la mayor parte de las provincias de la Península Ibérica



Ajuga reptans en la mayor parte de Europa



Campanula glomerata

Cornisa Cantábrica, Sistema Central e Ibérico



Herbáceas

(nativas de Europa)

Iris pseudacorus

Por toda Europa



Playa de Moniello, 04/05/07, © Juan Luis Menéndez

Juncus effusus

Por toda la península ibérica



Juncus effusus f. *spiralis*



Carex pendula

Por toda la península ibérica



Helechos

(nativos de Europa)

Osmunda regalis

P. Ibérica: norte, centro y oeste



<http://www.landscapeofus.com/garden/royal-fern-osmunda-regalis/>

Dryopteris filix-mas

Mitad norte de la península ibérica, muy raro en el sur



Dryopteris dilatata

P. Ibérica: región septentrional hasta el sistema ibérico



© RHS
<https://www.rhs.org.uk/Plants/6182/Dryopteris-dilatata/Details>

Etapa 4

Mantenimiento

4. Mantenimiento

- **Los jardines de lluvia** , como cualquier jardín necesitan un mantenimiento para crecer bien y tener un buen aspecto. Un jardín de lluvia bien diseñado necesita sin embargo un mantenimiento mínimo
- **Acolchado**
- **Riego**
- **Fertilización**
- **Desherbado**
- **Poda**
- **Control de la erosión**

4. Mantenimiento. Riego

Durante los primeros 2-3 años la mayoría de las plantas necesitan riego en los períodos secos para desarrollar un sistema radicular saludable.

Las plantas nativas necesitarán poco o ningún riego una vez establecidas.

Puede ser necesario el riego, incluso de las plantas nativas establecidas, durante períodos prolongados de sequía.

Técnicas de riego que se pueden utilizar:

- Tuberías de inundación: ahorran agua y se pueden cubrir con el acolchado para que no sean visibles.
- Microaspersores: distribuidos en varios puntos del j. de lluvia
- Mangueras: cantidad y frecuencia de riego.

4. Mantenimiento. Fertilización

No aplicar fertilizantes: la mezcla de suelo utilizada proporciona suficientes nutrientes

Si se seleccionaron especies nativas adecuadas a las condiciones existentes o plantas adaptadas a la zona, no será necesaria fertilización.



4. Mantenimiento. Desherbado

El j. de lluvia
funcionará
igualmente
aunque no
eliminemos las
malas hierbas,
pero los
inconvenientes
serán que:

Las adventicias competirán con las
plantas seleccionadas

Desde el punto de vista decorativo
nuestro diseño se puede ver
comprometido y perder atractivo
visual en el paisaje

4. Mantenimiento. Poda

Poca o casi ninguna. Puede ser necesaria para:

- Mantener los caminos despejados y la visibilidad de señales de tráfico en las carreteras
- Mantener despejadas de vegetación la salida y la entrada de aguas
- Eliminar chupones y ramas muertas o rotas

4. Mantenimiento. Erosión

Erosión: Los sedimentos que se depositen en el jardín de lluvia pueden alterar las propiedades físicas de la mezcla de suelo y ralentizar el drenaje.

Los sedimentos procedentes del j. de lluvia pueden dañar arroyos y humedales de múltiples formas:

Transportando contaminantes

Cubriendo las áreas de desove de los peces

Rellenando los cauces de arroyos y estanques

4. Mantenimiento. Erosión

Las zonas de suelo que queden expuestas deben revisarse en otoño, y durante el invierno

Acolchar las áreas laterales y el fondo del jardín de lluvia

Mantener la cubierta de plantas saludable

Mantener una cubierta de roca decorativa para proteger el suelo en las zonas en que se concentra el flujo de agua hacia el j. de lluvia desde una tubería o zanja de drenaje

Si se deposita sedimento con el agua que entra al j. de lluvia, determinar la fuente y estabilizar el área.

Si persiste la erosión puede entrar demasiada agua rápidamente. En ese caso reducir la pendiente de la tubería de entrada de agua (o zanja de drenaje)



Plantas y rocas protegen de la erosión este cauce de drenaje de agua

Referencias

- **Bannerman, R., Considine, E. 2003.** Rain Gardens a how-to manual for home owners. Wisconsin Department of Natural Resources. University of Wisconsin–Extension. Descargado de:
<http://learningstore.uwex.edu/assets/pdfs/GWQ037.pdf>
- **Bray, B., Gedge, D., Grant, G., Leuthvilay, L. 2012.** Rain Garden Guide. Descargado de: <http://raingardens.info/wp-content/uploads/2012/07/UKRainGarden-Guide.pdf>).
- **Hinman, C. 2007.** Rain Garden Handbook for Western Washington Homeowners WSU Extension Pierce County; cooperating agencies: **Washington State University**, USDA, and Pierce County. Designing your landscape to protect our streams, lakes, bays, and wetlands. Descargado de: http://www.co.thurston.wa.us/waterresources/publications/other/Raingarden_handbook.pdf)
- **Hinman, C. 2013.** Rain Garden Handbook for Western Washington. A guide for Design, maintenance and installation. Department of Ecology. Washington State University Extension. Descargado de:
<https://fortress.wa.gov/ecy/publications/documents/1310027.pdf>

- http://www.lowimpactdevelopment.org/raingarden_design/downloads/InfiltrationRainGardenPosterVancouverCan.pdf(accessible marzo 2017)
- <http://www.statecollegepa.us/2476/On-Street-Rain-Gardens> (accessible septiembre 2019)
- <http://www.12000raingardens.org/> (accessible septiembre 2019)



Muchas gracias por su
atención

http://www.co.thurston.wa.us/waterresources/publications/other/Raingarden_handbook.pdf