



15 al 17 de octubre 2024

Cámara Mercantil de productos del país

La introducción de los SUDS en el drenaje de Montevideo. Aprendizajes de 8 años de trabajo

Marcos Lisboa (*)

Intendencia de Montevideo – Departamento de Desarrollo Ambiental- División Saneamiento. Servicio de Estudios y Proyectos de Saneamiento (SEPS). Director de la Unidad de Estudios Hidrológicos.



Analía Gandolfi

Intendencia de Montevideo – Departamento de Desarrollo Ambiental- División Saneamiento. Servicio de Estudios y Proyectos de Saneamiento (SEPS), Unidad de Estudios Hidrológicos.

Pablo Guido

Intendencia de Montevideo – Departamento de Desarrollo Ambiental- División Saneamiento. Servicio de Estudios y Proyectos de Saneamiento (SEPS).

TEMA1: Efluentes domiciliarios e industriales y drenaje urbano: conducción, tratamiento, reúso y gestión. Normativa.

Rambla República de Chile 4427/503(*): Montevideo – Montevideo– Uruguay -
Tel.:099900938 – e-mail: marcos.lisboa@imm.gub.uy

RESUMEN

Desde el nacimiento a nivel mundial del derecho ambiental en los años 60s (en Uruguay en los 90s), ha existido una evolución continua en los cambios en las demandas sociales por un mejor ambiente. La variabilidad climática y la sociedad cada día más comunicada exigen una mejor gestión de los recursos e infraestructura pública. En Montevideo, siendo la ciudad del Uruguay que recibe más turistas al año, la calidad ambiental de sus playas es de gran importancia frente a los posibles alivios del sistema de saneamiento unitario durante las lluvias. Requieren atención además las aguas de lluvia por ser contaminantes, ya que estas transportan todas las impurezas de la calle, veredas, techos, parques, entre otros. En cuanto a la población, si bien la ciudad no presenta crecimiento, ha habido un aumento de la impermeabilización como consecuencia de la consolidación urbana; según el Plan Director de Saneamiento y Drenaje Urbano de Montevideo del 2016 (PDSUM), se estima que para el 2030 se impermeabilicen aproximadamente 1000 nuevas hectáreas de suelo no habitacional y 1700 hectáreas de suelo habitacional. El aumento del área impermeable es directamente proporcional al aumento de la escorrentía conducida por infraestructura de drenaje. Frente a estos desafíos, en base a estudios internacionales y al PDSUM, la Intendencia de Montevideo (IM) ha impulsado este nuevo paradigma creando la unidad de Resiliencia, desarrollando proyectos y programas como Montevideo del Mañana, Montevideo más Verde, el Plan de Acción Climática para Montevideo, entre otros, así como el desarrollo de proyectos en el marco del Plan de Saneamiento Urbano VI (PSU VI) y la incorporación de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) en la gestión de las aguas urbanas de Montevideo. Este trabajo presenta el camino realizado por la División Saneamiento para desarrollar la tecnología de SUDS, desde los primeros diseños de jardines de lluvia realizados en 2017; su evolución de los diseños en función de las experiencias de construcción y la interacción con los gestores de otras infraestructuras urbanas; su evolución en la gestión de las obras y en la gestión posterior a la obra; los resultados de la interacción con otros actores que trabajan en el territorio tanto en ámbito público (Municipios, Vialidad, Tránsito, Patrimonio) como privado.

Palabras Clave: SUDS, Riesgo Hídrico, escurrimiento, sistemas naturales



15 al 17 de octubre 2024

Cámara Mercantil de productos del país

INTRODUCCIÓN

Los SUDS se han desarrollado en el mundo con varios nombres: Gestión Integral de las Aguas Urbanas, Infraestructura Verde, Diseños de Bajo Impacto y los Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible, en PDSUM se incluyen con la visión del Montevideo Verde.

La implementación de estas soluciones requiere en generar de un cambio en la sensibilidad del manejo de los recursos, un cambio cultural, técnico y fundamentalmente en las instituciones.

Particularmente en Montevideo, durante los últimos 10 años ha habido cambios respecto a la concepción del drenaje de acuerdo a las demandas sociales por lograr un ambiente más saludable y un cambio de paradigma en los diseños permitiendo considerar soluciones alternativas y complementarias a las estructuras y conducciones tradicionales.

En PDSUM se puso énfasis en la incorporación de estas medidas como soluciones al drenaje. Teniendo en cuenta que dos tercios del sistema de saneamiento de Montevideo lo constituyen redes de colectores unitarios y sus aliviós de aguas pluviales y cloacales mezcladas se conducen hacia cuerpos de agua, el contar con soluciones para mitigar posibles descargas de este sistema durante lluvias pequeñas o frecuentes resulta una alternativa favorable para minimizar la contaminación y sus riesgos asociados a la población. En este marco, la consultoría estimó además que la concentración de materia orgánica media de las aguas pluviales de la ciudad es del orden de un tercio de las de las aguas servidas, además de contener una carga significativa de metales e hidrocarburos.

A saber, la carga contaminante de las aguas es particularmente alta para la “primera lluvia” o el “primer flujo” (first flush, por sus siglas en inglés), esto es, los primeros minutos de lluvia que se producen luego de un período de unos días sin llover. Esas aguas lavan todas las impurezas acumuladas en calles, veredas, prados, techos, además de arrastrar los residuos sólidos que encuentre en su camino. La contaminación producida por las aguas pluviales ocurre principalmente durante los eventos de lluvias frecuentes, que son aquellos que no provocan problemas de inundación significativa.

Hasta hace unos pocos años el diseño del Drenaje en Montevideo no tenía en cuenta estas consideraciones, primando los eventos de lluvia significativos y sus efectos; hoy en día además se da especial atención en la cantidad de días que llueve, en el porcentaje de lluvia pequeñas, en el volumen total escurrido y en la carga de contaminantes transportada.

Un aspecto clave en el éxito de esta estrategia depende del control de la impermeabilización y de la adopción de medidas verdes que colaboren en la gestión de las pequeñas lluvias.

En Montevideo, la incorporación de estas tecnologías verdes de drenaje a la infraestructura pública existente no fue inmediata y ha requerido de un esfuerzo continuo y conjunto de distintos actores de la IM. Las primeras intervenciones en SUDS, enmarcadas como componentes de la infraestructura de drenaje pública, datan del año 2018 con la construcción de 2 jardines de lluvia en vereda en el Municipio C.

Desde entonces, se ha impulsado incorporar estas medidas u otras similares en nuevos proyectos de la IM, así como también promoviendo su utilización en las intervenciones privadas en el marco de regulaciones y permisos de construcción formando parte de las Medidas de Control de Escurrimientos.

Ya para comienzos del 2022 Montevideo contaba con 8 jardines de lluvia construidos en zona pública, y algunas intervenciones privadas como resultado de aprobaciones de trámites de MCE dentro de padrones privados. Ese año, se trabajó además en distintas propuestas de incorporación de medidas SUDS en el marco del Plan de Saneamiento Urbano VI (PSU VI), logrando recursos para la ejecución de medidas verdes a implementar



15 al 17 de octubre 2024

Cámara Mercantil de productos del país

en el departamento durante el próximo quinquenio. Es así que en 2023 y 2024 se realizó el proyecto Ejecutivo por parte del SEPS, para la ejecución de 65 jardines de lluvia en Montevideo, además de otras propuestas de Biorretenciones y Pavimento permeable.

El camino recorrido en diversos proyectos ha permitido el desarrollo técnico de estas soluciones desde el punto de vista hidráulico y constructivo, sus variantes y posibilidades adaptativas dependiendo de la zona, el tipo de suelo, tipo de pavimento, escurrimiento de aporte, entre otras variables. Por otro lado, y de igual o muchas veces de mayor importancia, este proceso de trabajo ha permitido además conocer las limitaciones de implantación dependiendo de otros aspectos, diferentes a las necesidades hidrológicas o hidráulicas requeridas, que tienen que ver con las características del lugar seleccionado, en cuanto a circulación vial, peatonal, interferencias existentes, condición patrimonial y arquitectónica, entre otros.

Es así que a través de estas medidas se plantean los siguientes objetivos principales:

- gestionar la escorrentía pluvial que se genera en eventos frecuentes y de baja intensidad.
- Laminar y retener el escurrimiento pluvial disminuyendo el caudal y el volumen de agua que ingresa al sistema de saneamiento.
- Incorporar espacios verdes en vereda y minimizar la impermeabilización de la ciudad.
- Disminuir la carga de contaminantes del escurrimiento pluvial que ingresa al sistema de saneamiento.
- Contribuir a la disminución de alivios del sistema unitario.

MARCO CONCEPTUAL

Existen otros factores de sumo interés que manifiestan la necesidad de tomar acciones para prevenir acrecentar los inconvenientes en el futuro.

Variabilidad y cambio climático

La variabilidad y el cambio climático plantean nuevos desafíos a la gestión de las aguas urbanas dada las previsiones acerca del comportamiento de las lluvias en los próximos 50 años, frente una infraestructura existente y por construir que debe seguir en funcionamiento.

En el PDSUM, se hace recomendaciones basadas en el estado del arte: dar preferencia al uso de infraestructuras flexibles, abiertas y verdes frente al uso de entubamientos; aplicar normativas y criterios para guiar a la población a construir de forma más segura; y controlar al máximo los equilibrios de balance hidrológico en las cuencas, minimizando así el impacto de las obras sobre el escurrimiento pluvial.

Aumento del área impermeable

Si bien la población de Montevideo no presenta crecimiento, una consecuencia de los procesos de consolidación urbana es el aumento de la impermeabilización. El consultor estima que para el 2030 serán impermeabilizadas aproximadamente 1000 nuevas hectáreas de suelo no habitacional y 1700 hectáreas de suelo habitacional en Montevideo. Si esta tasa se sostuviera, el aumento de la impermeabilización afectaría aproximadamente a un 10% del área urbana cada 10 años. La impermeabilización genera un aumento de caudal y volumen de agua que escurre y que debe ser conducida por la infraestructura de drenaje; en esto influye además la frecuencia de vertidos a los cursos de agua y, particularmente a las playas de Montevideo.

En algunos proyectos recientes se ha comenzado a tener en cuenta el impacto hidrológico, construyendo espacios descendidos y permeables. Es importante que los gobiernos departamentales señalen a la sociedad un camino hacia un diseño sostenible.

Requerimientos de la sociedad

La sociedad mundial y local está cada vez más comunicada, es más exigente y consciente de la importancia de la gestión del agua en el entorno urbano y por consiguiente las presiones para mejorar la calidad del medio ambiente aumentan continuamente.

Montevideo es la ciudad de Uruguay que recibe más turistas al año y esta actividad está fuertemente asociada a la calidad ambiental de Montevideo y al uso de sus playas. La certificación ISO 14000 no será suficiente en unos años cuando la tendencia mundial sea a playas con bandera azul y no pueda lograrse el

15 al 17 de octubre 2024

Cámara Mercantil de productos del país

acceso a esa identificación con vertimientos unitarios de 100 días por año. Se observa que el aumento de la impermeabilidad y la variabilidad climática redundan en un aumento de la frecuencia de vertidos de las aguas a la costa.

Nuevos paradigmas en ambiente urbano

La gestión de las aguas urbanas debe responder a los requerimientos de la población. Las ciudades aumentan su densidad causando distintos impactos ambientales. Al mismo tiempo la conciencia ambiental evoluciona y a medida que se satisfacen algunas necesidades de nivel básico, surgen nuevos paradigmas de gestión con características integrales y transversales.

METODOLOGÍA

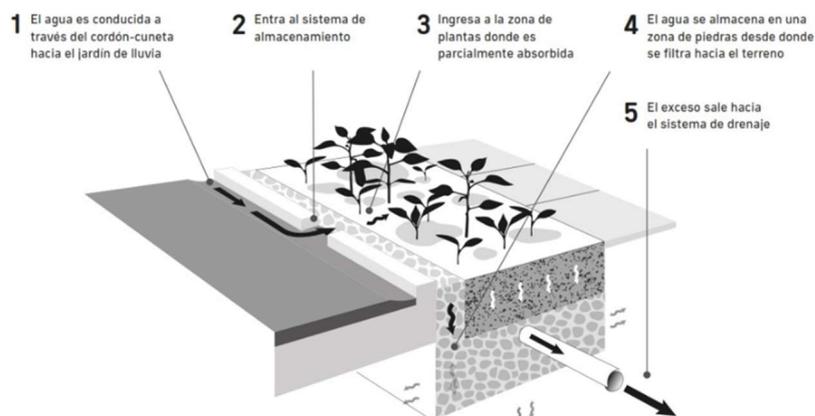
Las medidas SUDS implementadas en Montevideo han tenido una evolución constante desde sus inicios. Desde los jardines de lluvias, hasta la incorporación de espacios de Biorretención, y proyectos de incorporación de Pavimento Permeable.

En cuanto al sistema de funcionamiento de los jardines de lluvia de Montevideo, estos son un tipo de sistema de Biorretención que reciben el agua que escurre por el pavimento, reteniendo inicialmente residuos sólidos y arrastre fino a través de una caja sedimentadora instalada a la entrada del mismo. Luego, al ingresar en el jardín el agua se filtra en la tierra (zona de plantas) y es parcialmente retenida en el manto filtrante. Seguidamente, el agua pasará al manto drenante, donde se tiene mayor volumen de vacíos y a partir de donde el agua podrá infiltrarse al terreno circundante o volver a la red de saneamiento mediante una tubería Dren. Cuando la capacidad del jardín es superada (saturación del suelo) el agua excedente podrá ser dirigida a la red de saneamiento o hacia la calle nuevamente, donde luego podrá ser captada por una boca de tormenta aguas abajo.

Esta medida permite que el agua que ingresa al sistema de saneamiento y eventualmente alivia a las playas y cursos de agua sea más limpia. Por otro lado, esta nueva captación verde supone un enlentecimiento del ingreso del agua a la red, lo que podrá contribuir a la disminución de alivios durante lluvias pequeñas.

En la Ilustración 1 se presenta un esquema del funcionamiento general de un jardín de lluvia.

ÁREA VERDE PARA DISMINUIR EL AGUA DE LLUVIA QUE LLEGA AL DRENAJE



montevideo.gub.uy/saneamiento

Ilustración 1: funcionamiento general de un jardín de lluvia

15 al 17 de octubre 2024

Cámara Mercantil de productos del país

En la ilustración 2 a continuación se presenta los primeros jardines de lluvia construidos en Montevideo en 2018, por calles Guaviyú y Antonio Machado. Ambos fueron implantados en vereda, según los primeros modelos realizados por el SEPS, con conexión a las Bocas de Tormentas ubicadas inmediatamente aguas abajo.



Ilustración 2: Jardín de lluvia instalado por calle Guaviyú (izquierda); Jardín de lluvia instalado por Calle Antonio Machado (derecha). Municipio C.

La tipología de estos Jardines de lluvia se indica en la Ilustración 3.

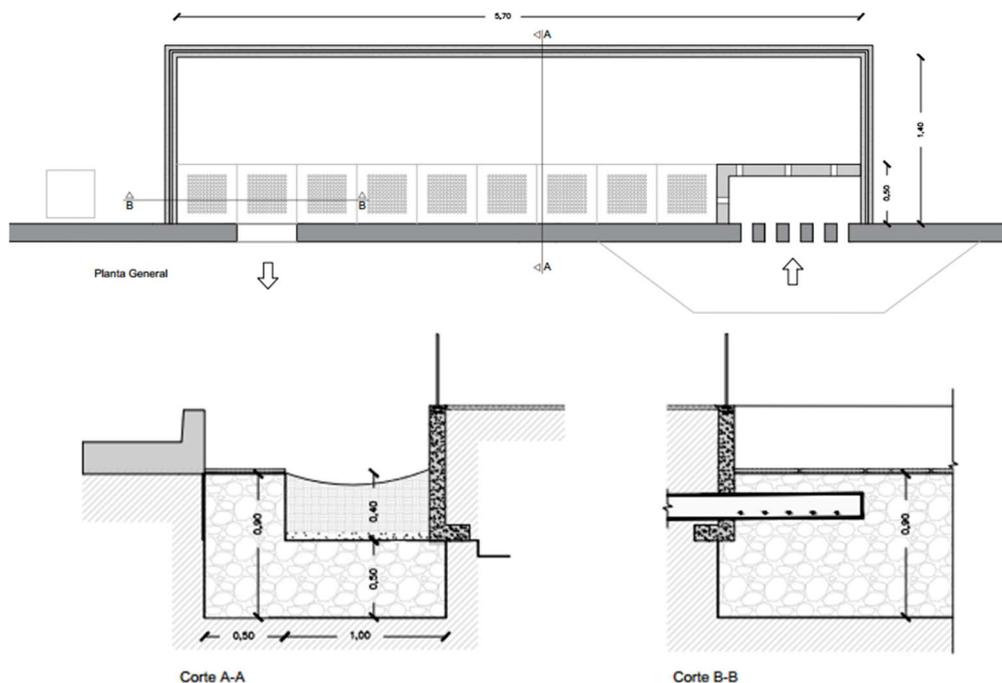


ilustración 3: esquema 1 de jardín de lluvia

En cuanto a características constructivas, el modelo de jardín de lluvia presentado en Ilustración 3, cuenta con una línea de baldosas perforadas, del lado de la calle, para evitar que el drenaje del agua superficial erosione el sustrato o manto filtrante existente, y que pueda permitir pisarse sin generar inconveniente.

Respecto al manto drenante, lo constituyen una granulometría de graduación uniforme, de tamaño 10 cm preferentemente, que permita volumen de vacíos y estabilidad a la estructura. Para esto, el manto drenante se construye en una jaula de malla galvanizada, y envuelto en un geotextil adecuado que impide el pasaje de áridos finos.

15 al 17 de octubre 2024

Cámara Mercantil de productos del país

Para el manto filtrante (zona de plantas) se propusieron los siguientes esquemas de plantación desde el punto de vista paisajístico:

Opción 1: Margaritas, Agapanto, Pasto inglés.

Opción 2: Ophiopogon, Rudbeckia Fulgida, lantana cámara.

Para febrero del 2022, la IM contaba con ocho jardines construidos en área pública con el esquema de jardín presentado en ilustración 3: 1 en Pasaje Antonio Machado, otro por calle Guaviyú, en Municipio C; y seis por Luis Alberto de Herrera, en los cruces con Emilio Raña (1), entre Mazzini y República del Salvador (3), Talcahuano (1), y Comodoro Coe (1). En ese entonces, vinculados a la obra del tanque de amortiguación por calle Ramón Anador, se construyeron cinco jardines de lluvia más.

Complementariamente a estos avances, se llevan a cabo propuestas conjuntas con Ingeniería de tránsito de la Intendencia con doble propósito, realizar canalizaciones viales para reducir velocidad o conducir flujo vehicular o peatonal de forma adecuada, y minimizar la impermeabilización a través de las incorporaciones de SUDS en estas áreas. En ilustración 4 se presenta un proyecto no ejecutado en la actualidad en línea con este objetivo. En un área de plaza existente se plantea un espacio de Biorretención, en este caso como espacio descendido respecto a la cota de pavimento con plantas adaptadas a la humedad y el encharcamiento, que permita el ingreso de agua desde la calle para su retención e infiltración en el terreno. En otra de las zonas de actuación, la intervención se trata de una reducción de calzada donde se proyecta un jardín de lluvia y un espacio con green block y vereda para la circulación peatonal.



Ilustración 4: intersección de calles Dalmiro Costa y Pérez Gomar. Situación existente (izquierda), proyecto de canalización vial + SUSD (derecha)

Desde los primeros modelos de Jardín de Lluvia (Ilustración 3) basados en referencias internacionales, la Intendencia ha trabajado en perfeccionar los aspectos constructivos y la viabilidad de implantación.

Particularmente a los jardines de lluvia en vereda, se adicionó una membrana impermeable del lado del paquete vial de forma de evitar posibles inconvenientes en bases y subbases de calle.

En el marco del PSU VI, el desarrollo en los jardines de lluvia y otros tipos de SUDS tuvo un empuje de relevancia.

Plan de Saneamiento Urbano VI (PSU VI)

En este trabajo finalizado en mayo 2024, se proyecta la ejecución de 65 jardines de lluvia distribuidos en el departamento, 1 Biorretención en un cantero central, y 400 m² de pavimento permeable en zona de estacionamiento.

Este trabajo requirió un desarrollo de los jardines de lluvias desde sus modelos iniciales. En esta ocasión los proyectos se encuentran vinculados a proyectos de canalizaciones de Ingeniería de Tránsito, a ser ubicados

15 al 17 de octubre 2024

Cámara Mercantil de productos del país

en Calle; en sitios de interés de los Municipios que presentan inconvenientes por encharcamiento, fallas en el pavimento, falta de bocas de tormenta, entre otros; en ubicaciones donde hay denuncias de la población, entre otros.

Se relevaron más de 120 puntos posibles de ubicación, teniendo en cuenta distintos aspectos aprendidos y criterios para el emplazamiento. Algunos de las consideraciones que se tienen en cuenta al definir la ubicación de un jardín de lluvia son: debe estar a unos 0,5 m de las entradas vehiculares (rebajes de cordón); a 2,40 m de arboles desde la corteza del fuste; ubicar el jardín de lluvia a un orden de 50 m de un contenedor cuando este esté aguas arriba, cuando el contenedor se encuentra aguas abajo la distancia será de 10 m como mínimo; se debe minimizar las interferencias con los otros servicios en calzada o vereda (OSE, UTE, ANTEL, GAS, otros), estas se estudiarán caso a caso.

En esta etapa se definió el siguiente esquema de jardín de lluvia, y dos nuevas tipologías, ya sea emplazado en vereda o en calle.

Puede apreciarse en Ilustración 5, en este caso el manto drenante es de potencia fija a lo largo del estrato drenante, conteniendo a la tubería dren. La granulometría propuesta no varía, se prefiere la incorporación de plantas autóctonas.

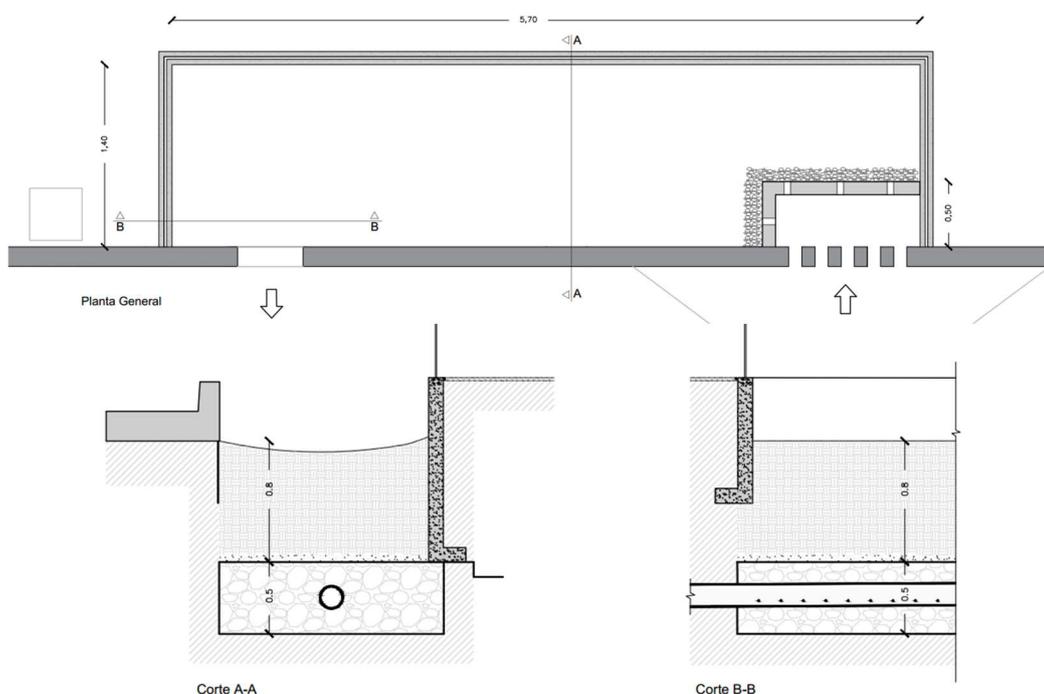


Ilustración 5: esquema 2 de jardín de lluvia

En cuanto a los jardines dispuestos en calle, se adiciona una estructura de muro perimetral para la protección tanto del paquete vial como del jardín en sí mismo, permitiendo su emplazamiento en calles con cargas de tránsito elevadas (camiones, ómnibus, vehículos en general). Vale decir que este desarrollo elevó los costos del jardín de lluvia de Calle, sobre todo si el pavimento es de hormigón, aunque manteniendo una solidez en su estructura lo cual asegura su vida útil.

En Ilustración 6 se muestran dos jardines de lluvias ejecutados en calle Orinoco esquina Rio de la Plata, barrio Malvín. En el marco de acciones de un proyecto Participativo de Paseo Orinoco.

15 al 17 de octubre 2024

Cámara Mercantil de productos del país



Ilustración 6: Jardín de lluvia calle Orinoco esquina Río de la Plata lado SUR (izquierda), Jardín de lluvia calle Orinoco esquina Río de la Plata lado NORTE (derecha)

Otros proyectos propuestos en PSU VI se muestran a continuación, donde se incorpora el uso de pavimento permeable tipo Green Block en el área destinada a estacionamiento en una calle de Montevideo, y en otro caso se genera un espacio de Biorretención en un canchero Central de una Avenida (Ricaldoni).

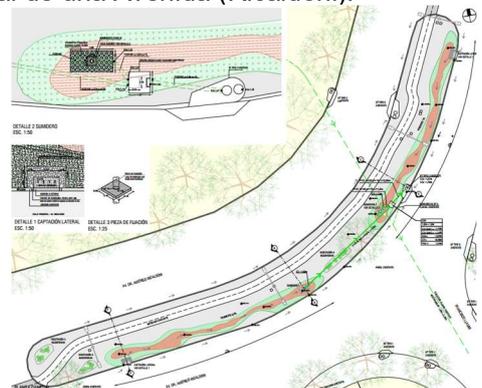


Ilustración 7: Proyecto Pavimento Permeable Michigan (izquierda), Biorretención Ricaldoni (derecha)

COMENTARIOS FINALES

Como fue expuesto, estas medidas de drenaje además de generar nuevos espacios verdes que conviven con el resto de las infraestructuras existentes en la vía pública, los SUDS como jardines de lluvia, biorretenciones, entre otros, favorecen el ciclo hidrológico natural. Las lluvias frecuentes quedan retenidas parcialmente, se infiltran al terreno y/o ingresan al sistema paulatinamente, lo que disminuye la cantidad y mejora la calidad del agua que se vierte a la red de drenaje pluvial y de saneamiento de la ciudad.

Como cualquier conducción o componente de los sistemas de saneamiento estas medidas requieren de mantenimientos periódicos para asegurar su correcto funcionamiento, y en este caso además hay que considerar que se trata de una infraestructura viva. Es importante contar con la asignación de costos para llevar a cabo esta tarea, identificar quienes serán los responsables de las operaciones de mantenimiento del sistema, y desarrollar un plan de trabajo donde se incorporen detalladamente los requerimientos para el sistema.

Desde los inicios de estos trabajos en materia de sostenibilidad, con la creación de la Unidad de Resiliencia y programas como Montevideo del Mañana, Montevideo más Verde, el Plan de Acción Climática para Montevideo, la evolución ha sido significativa. Concretamente en lo que refiere a drenaje, los estudios en PDSUM y luego los desarrollados por Saneamiento en proyectos conjuntos con Ingeniería de tránsito y en el marco del PSU VI marcarán un hito en la ciudad y en el país consolidando estas medidas como parte de los sistemas de drenaje urbanos.