Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. ISSN 1317-6781
Caracas, Nº 66 Enero-Marzo 2025: 22 – 29

Recibido: enero 2024
Aprobado: marzo 2024

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE DRENAJES URBANOS SOSTENIBLES COMO ALTERNATIVA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE INUNDACIONES EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO (CHILE)

Fernando TORRES DUGARTE[1] Yaely BARRIOS RODRÍGUEZ[2]
Héctor BUYONES GONZALEZ[3], Wilmer BUENO SILVA[4]

RESUMEN

El cambio climático ha generado un aumento en la frecuencia de tormentas extremas y las incertidumbres asociadas al riesgo de inundaciones en áreas urbanas, lo que plantea mayores desafíos para la prevención de estas. A medida que se elevan las temperaturas hay mayor evaporación de agua, lo que en consecuencia causa inundaciones y precipitaciones extremas, provocando más tormentas destructivas. La Región Metropolitana de Santiago, ha registrado hasta septiembre 2023 la cantidad de 201 mm de precipitación anual, teniendo agosto una precipitación de 89,8 mm/mensual, la mayor en los últimos trece años, superado solamente en el mismo mes con 111,4 mm/mensual, año 2015.

Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) son elementos superficiales, permeables, preferiblemente vegetados, integrantes de la estructura urbana-hidrológica-paisajística y previos al sistema de alcantarillado de aguas de lluvia, destinados a filtrar, retener, transportar, acumular, reutilizar e infiltrar al terreno el agua de lluvia, de forma que no degraden la calidad del agua que gestionan. Esto generaría mayores espacios permeables reduciendo la escorrentía pluvial urbana. En la Región Metropolitana de Santiago, existen SUDS pilotos, sin embargo, su implementación ha sido difícil debido a la poca experiencia, en tal sentido, se ha estudiado en diferentes ambientes: techos y jardines de viviendas, estacionamientos, plazas y parques urbanos. En cuanto a los avances e implementación de los SUDS se ha logrado establecer la conexión entre diferentes niveles organizacionales del país, elaborando normas y leyes, que orienta el financiamiento y la correcta gestión con la intención de promoverlos en el contexto urbano.

ABSTRACT

Implementation of sustainable urban drainage systems as an alternative for regulation and control of floods in Metropolitan Region of Santiago (Chile)

Climate change has led to an increase in the frequency of extreme storms and the uncertainties associated with flood risk in urban areas, posing greater challenges for flood prevention. As temperatures rise there is greater evaporation of water, which consequently causes flooding and extreme rainfall, leading to more destructive storms. The Metropolitan Region of Santiago has registered the amount of 201 mm of annual precipitation until September 2023, with August having a precipitation of 89,8 mm/month, the highest in the last thirteen years, surpassed only in the same month with 111,4 mm/monthly, year 2015.

Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS) are surface, permeable, preferably vegetated elements, members of the urban-hydrological-landscape structure and prior to the rainwater sewer system, intended to filter, retain, transport, accumulate, reuse and infiltrate rainwater into the ground, so that they do not degrade the quality of the water they manage. This would generate greater permeable spaces, reducing urban stormwater runoff. In the Metropolitan Region of Santiago, there are some pilot SUDS, however, their implementation has been difficult due to little experience; it has been carried out in different environments: roofs and gardens of homes, parking lots, squares and urban parks. Regarding the progress and implementation of the SUDS, it has been possible to establish the connection between different organizational levels of the country, developing norms and laws, which guide the financing and correct management with the intention of promoting them in the urban context.

Palabras Clave: Drenaje, Sostenible, Inundaciones, Santiago.
Keywords: Drainage, Sustainable, Floods, Santiago.

1 Magister Scientiae en Ingeniería Vial, Universidad Autónoma de Chile, correo-e.: fernando.torres2@cloud.uautonoma.cl
2 Magister en Gerencia de Construcción, Universidad Autónoma de Chile, correo-e.: yaely.barrios@uautonoma.cl
3 Magister en Gerencia de Construcción, Universidad Autónoma de Chile, correo-e.: hector.buyones@cloud.uautonoma.cl
4 Doctor en Ciencias Mención Gerencia, Universidad Católica del Maule, correo-e.: wbueno@ucm.cl

INTRODUCCIÓN.

En el dinámico entorno urbano de la Región Metropolitana de Santiago, Chile, la gestión de inundaciones se convierte en un desafío clave en la planificación y desarrollo sostenible. Este artículo, titulado "Implementación de sistemas de drenajes urbanos sostenibles como alternativa de regulación y control de inundaciones en la Región Metropolitana de Santiago (Chile)," busca explorar como los Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible (SUDS) se perfilan como una solución estratégica y eficaz. En este contexto, la resiliencia se revela como un pilar fundamental, y la implementación de sistemas de drenaje urbano sostenible (SUDS) emerge como una alternativa prometedora.

Para la ejecución de un proyecto óptimo de ingeniería es de suma importancia un buen diseño de las obras de drenaje, de esta manera se reduciría el impacto de tener construcciones defectuosas con respecto a la evacuación del agua, los sistemas de drenaje en donde se capten las aguas pluviales deben tener las condiciones aptas para su drenaje, para posteriormente conducirlas hacia un cauce natural o al sistema de alcantarillado existente.

La causa de las inundaciones y desbordes de los cauces naturales se debe principalmente a que la precipitación excede a la evaporación, existen momentos durante los cuales el suelo se encuentra saturado, y al ocurrir nuevas lluvias, el agua no puede ser absorbida, aumentando el escurrimiento superficial, produciendo el anegamiento en los sitios del terreno natural ubicados en cotas menores.

MARCO TEÓRICO.

Cambio Climático: las actividades humanas, principalmente debido a las emisiones de gases de efecto invernadero, han causado el calentamiento global de la tierra, incrementándose a 1,1°C entre el 2011 y 2020 (Lee & Romero, 2023) como se aprecia en la figura 1. El cambio climático genera impactos en la seguridad alimentaria de la tierra y del agua, la salud humana, la economía y la sociedad, generando daños y pérdidas relacionados con la naturaleza y las personas. Así mismo, afecta a todas las regiones del mundo, generando olas de calor, precipitaciones intensas, sequías, ciclones, entre otros.

El cambio climático ha resultado en un aumento de tormentas extremas y las incertidumbres asociadas al riesgo de inundaciones en áreas urbanas, lo que plantea más desafíos para la prevención de estas. A lo anterior, se suma la impermeabilidad que tienen hoy en día la mayoría de las superficies urbanas, lo cual se traduce en un aumento de las inundaciones que pueden ocurrir en entornos urbanos.

En las últimas décadas, está situación ha sido considerada de gran interés por parte de la comunidad internacional, ya que se están realizando investigaciones para generar alternativas sostenibles que se puedan adaptar a posibles inundaciones.

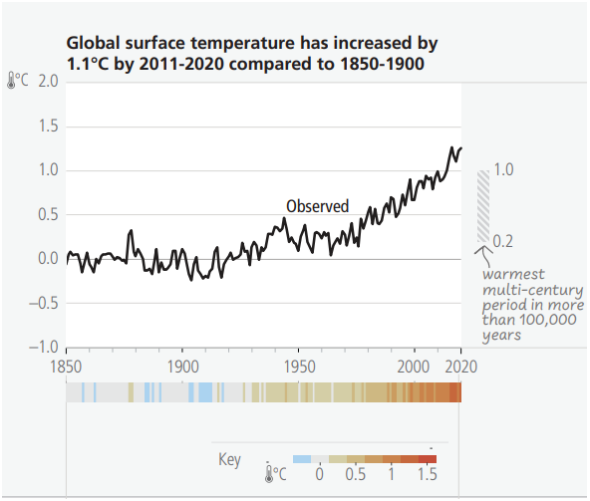


Figura 1. *Incremento de temperatura global de la superficie en 1,1°c comparación entre los períodos 2011-2020 y 1850-1900 . Fuente: Lee & Romero (2023)*

Gestión de Riesgo y Resiliencia Urbana: el riesgo se define como la "contingencia o proximidad de un daño", es la probabilidad de sufrir un daño cuyas causas no dependen de la voluntad del ser humano. En el mismo orden de ideas, el cambio climático ha aumentado el riesgo de desastres dentro de los cuales están las inundaciones en áreas urbanas por el aumento de tormentas y precipitaciones extremas unido a la impermeabilización del pavimento.

Por lo anterior, es importante la gestión de riesgo para minimizar el impacto que ocasionan los fenómenos naturales (Moreno, 2013), esta gestión es "un proceso social cuyo fin es la reducción, la previsión y el control de dicho riesgo en la sociedad, en consonancia con el logro de pautas sustentables de desarrollo humano, económico, ambiental y territorial".

(Moreno, 2013) establece las fases de la gestión de riesgo como: análisis del riesgo, prevención y preparación ante desastres, rehabilitación y reconstrucción, concientización de la población.

En cuanto al término "resiliencia" es muy utilizado en diversos sectores, incluyendo la ingeniería y la gestión de recursos hídricos. En el contexto de la gestión del riesgo de inundaciones, la resiliencia implica la habilidad que tiene una comunidad o sociedad para enfrentar, ajustarse y perdurar frente a los desafíos relacionados con inundaciones, asegurando la capacidad del sistema para funcionar eficazmente y mantener su integridad estructural esencial. Esta definición destaca la naturaleza dinámica de la resiliencia, enfatizando la respuesta proactiva y las medidas adaptativas necesarias para enfrentar y mitigar el impacto de los peligros de inundación. (Russo et al. 2021)

Sistemas de Drenaje Urbanos: "Tienen por objeto la disposición segura y eficiente de la escorrentía provocada por los eventos de precipitación sobre las ciudades, poblados y

asentamientos humanos en general, con el objeto de evitar los impactos negativos de estas. Esta disposición se debe lograr minimizando los efectos sobre la población, la infraestructura y el medioambiente". (Dirección General de Obras Públicas 2013).

Sistemas de Infiltración: son aquellos sistemas relacionados directamente con la capacidad de infiltración y la disminución de la escorrentía urbana. El porcentaje de construcción de los terrenos y de impermeabilización del suelo está directamente relacionado con la eficiencia de los elementos de los sistemas de infiltración.

Tabla 1. *Cantidad de escorrentía e infiltración según el grado de urbanización. Fuente: Grupo Tragsa, (2022).*

CANTIDAD ESTIMADA DE AGUA DE ESCORRENTÍA Y DE INFILTRACIÓN SEGÚN GRADO DE URBANIZACIÓN				
	Ciudad densamente urbanizada	Residencial urbanización media	Zona rural o agropecuaria	Entorno natural
Escorrentía	95%	70%	30%	5%
Infiltración	5%	30%	70%	95%

Sistemas de Drenaje Urbanos Sostenibles (SUDS): son muy utilizados para minimizar el impacto de la escorrentía pluvial en áreas urbanas. Entre sus principales beneficios se pueden mencionar el reducir los volúmenes de escorrentía, disminuir los flujos máximos de agua de lluvia y mejorar la calidad del agua mediante procesos como la infiltración, filtración y absorción biológica. Entre los principales componentes de los SUDS se pueden mencionar las zanjas filtrantes, cunetas verdes, áreas de biorretención, techos verdes y pavimentos permeables, donde el objetivo principal es permitir que el agua se infiltre en el sustrato del suelo natural subyacente, siempre que las condiciones hidrológicas lo permitan. (Salas et al. 2007)

Zanjas Filtrantes: son trincheras lineales, corte en el terreno llenos de piedras, por donde penetra el agua, favoreciendo su almacenamiento. Este sistema mejora la calidad de suelo y ayuda a la recarga de acuíferos subterráneos.

Cunetas Verdes: son canales anchos vegetados, de poca profundidad y cubiertos de vegetación diseñadas específicamente para captar, tratar y transportar la escorrentía. Con una pendiente bastante horizontal y con la vegetación se consigue hacer más lenta la escorrentía, favoreciendo la sedimentación, la infiltración y la eliminación de contaminantes; evitando la erosión del cauce. Si es necesario, se incluyen elementos de contención transversal.

Áreas de Biorretención: son extensiones de vegetación adecuadas para volúmenes de escorrentía altos, que recogen y tratan el agua por medio de filtración antes de su vertido al cuerpo receptor. Pueden ser utilizadas como islas de estacionamientos, medianas de carreteras o en parques de uso estético.

Techos Verdes: son sistemas ubicados en el sector de la cubierta o techumbre de las edificaciones, que están encargados de captar, almacenar y evaporar el agua. Esta estructura de drenaje está diseñada para ayudar a la colectividad a adaptarse a la variación climática que existe, con ventajas como la depuración del aire, disminución de la escorrentía y mejorando la estética urbanística.

Pavimentos Permeables: estos sistemas son pavimentos continuos o modulares, que admiten que el agua penetre bajo la superficie, permitiendo que ésta se infiltre hacia la subrasante o sea captada y retenida en capas subsuperficiales para su posterior reutilización o evacuación. Son pavimentos porosos, permeables que permite el paso tanto de peatones como de vehículos, así como facilita la filtración de la escorrentía superficial hacia las capas inferiores de almacenamiento temporal, compuesta por gravas, celdas y/o cajas reticulares. Tras su almacenamiento, el agua se evacúa por infiltración y/o a través de drenes. La capa superficial puede ser de pavimento continuo, como hormigón o asfalto poroso, o modular, como serían los adoquines porosos, los adoquines permeables por junta o el césped reforzado.

Humedales Artificiales: son sistemas de depuración en los que se reproducen los procesos de eliminación de contaminantes, que tienen lugar en las zonas húmedas naturales. La vegetación que se emplea en este tipo de humedales es la misma que habita en los humedales naturales: plantas acuáticas emergentes, plantas halófitas que se desarrollan en aguas poco profundas. Se pueden clasificar en dos tipos, dependiendo de la circulación del agua: superficial o subterránea. (Salas et al. 2007)

Desagües Franceses (Baldosa Drenante): son similares a las zanjas filtrantes, son también trincheras, pero en su interior pasa una tubería perforada, que permite que el agua escape más rápidamente hacia ella y se infiltre en el suelo.

Zanjas de tierra inundada: se usan para recolectar el agua de lluvia y almacenarla temporalmente hasta que se produzca una infiltración completa. Son utilizadas principalmente a lo largo de las carreteras, pero también se pueden usar en jardines de parques o viviendas.

CASOS DE ESTUDIO.

Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenibles (SUDS) son un conjunto de componentes que forman parte de las áreas verdes de una zona y su objetivo es captar el agua causada por las intensas lluvias que escurre superficialmente por los terrenos o pavimentos, para luego ser almacenada, filtrada o reutilizada, evitando grandes acumulaciones o inundaciones de agua en las calles. Existe una gran variedad de SUDS, los cuales se pueden agrupar según su función y tipología:

Tabla 2. *Tipo de Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible (SUDS). Fuente: Iragorri, L. (2023).*

Función	Tipología
Minimización de la escorrentía.	Pavimento permeable, zonas verdes entre calzadas y cunetas verdes.
Captación de agua de lluvia.	Techos verdes, almacenamiento subsuperficial.
Paisajismo	Biorretención, jardines de lluvia, materas.
Infiltración	Drenes filtrantes, áreas de biorretención, sumidero tipo alcorque inundable.
Conducción	Franjas, zanjas.

Los SDUS deben implementarse conjuntamente para promover una mayor eficiencia de estos. Su aplicación se realiza de acuerdo con las características de los suelos y los riesgos de contaminación por productos químicos. Su aplicación debe estar en línea con las condiciones locales, incluidas las redes de drenaje convencionales. (Abellán, A. 2018).

Los SDUS se basan en algunos principios, los cuales son:

1. Conseguir que la superficie de la ciudad sea la mejor para absorber y almacenar agua de lluvia con el fin de suministrar agua y mitigar la escorrentía de aguas pluviales, para evitar las inundaciones.
2. Sobre la gestión de la ecología del agua a través de sistemas de tratamiento.
3. Aplicación de infraestructura verde para depurar, restaurar, ajustar y reutilizar las aguas pluviales, lo que ayuda a las ciudades a evitar la contaminación del agua y el suelo.
4. Uso de nuevos materiales como lo son los pavimentos permeables en la construcción de las vías urbanas.

Estos principios buscan gestionar y, si es posible, purificar el agua lo más cerca posible de su punto de caída, con soluciones pasivas, ya sea con vegetación o con sistemas de valles y restauración de humedales funcionales, evitar o limitar la escorrentía, que es un factor poderoso en la contaminación del agua y la rápida transferencia de contaminantes aguas abajo y hacia él.

En el diseño de los SUDS, se deben considerar las condiciones del sector, los posibles riesgos; evaluando las posibles consecuencias que pueden generar la implementación de estos tipos de drenaje, ya sean ambientales, físicas, sociales y/o económicas.

Criterios de diseño para implementar un SUDS:

1. Hidráulicos: no producir daños a personas ni bienes en la zona protegida de las inundaciones; no producir efectos adversos aguas arriba ni aguas abajo derivadas de su desarrollo.
2. Calidad del agua: conseguir que su implementación derive en una efectiva mitigación de los riesgos provocados por la contaminación del agua. Aplicar los métodos de tratamiento de las aguas de escorrentía utilizados para conseguir eliminar la mayor parte de la contaminación tanto de escorrentías asociadas a bajos como a altos períodos de retorno.
3. Servicio Público: seguridad y salud de las personas, impacto paisajístico y beneficios sociales.
4. Ambientales: minimizar la contaminación y entregar un valor ecológico, que facilite el movimiento de fauna por la creación de pasillos verdes dentro de áreas urbanas. Donde se debe consideran: uso de plantas autóctonas, localizar los SUDS dentro o cerca de paisajes modificados, conservar y realzar sistemas de drenaje naturales, crear una sucesión de tipos de hábitat, incluir un estanque con agua de forma permanente y realizar un mantenimiento apropiado y un plan de gestión.

De acuerdo con la intensidad de la lluvia, se pueden clasificar entre 15 a 30 mm/hora como fuertes; 30 a 40 mm/hora como muy fuertes y mayores a 60 mm/hora como torrenciales. En la Región Metropolitana de Santiago, la máxima de precipitación acumulada en una semana se registró los primeros días de junio del año 2002, con un total de 244,1 mm, con un total acumulado durante ese año 600,8mm.

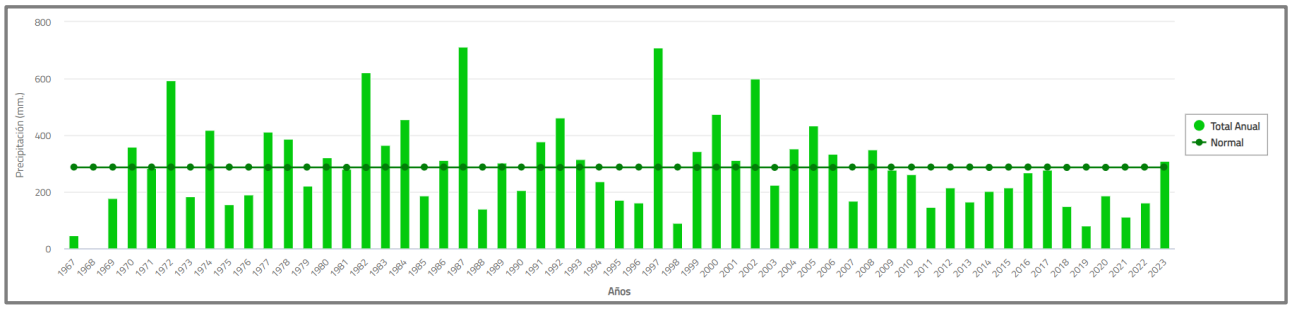


Figura 2. *Precipitación Histórica Anual . https://climatologia.meteochile.gob.cl/ (2023)*

En el año 2023, para la Región Metropolitana de Santiago, se superó el valor de precipitación promedio normal de 286,3 mm/anual en 8,5%, para obtenerse un valor hasta la fecha actual de 310,7 mm/anual.

Los valores mayores de precipitaciones anuales en la Región Metropolitana de Santiago en los últimos 50 años han ocurrido en los años 1987 y 1997 con 712,1 mm/anual y 709,3 mm/anual, respectivamente. Siendo el 2023, el año que tiene el mayor valor de precitaciones anual en la última década, mientras que en los años 2016 y 2017 se obtuvieron valores acumulados de 268,5 mm/anual y 278,2 mm/anual; los valores más cercanos al valor de precipitación promedio normal de 286,3 mm/anual.

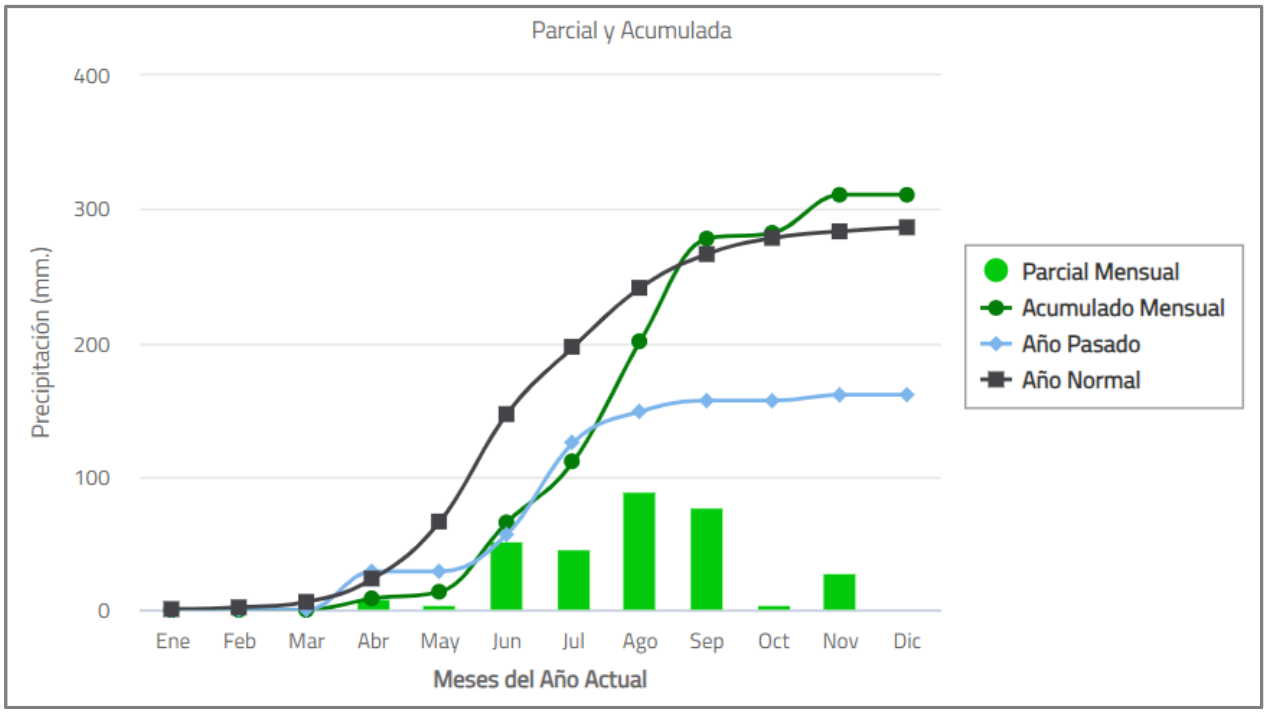


Figura 3. *Precipitación Año 2023 Región Metropolitana de Santiago. https://climatologia.meteochile.gob.cl/ (2023)*

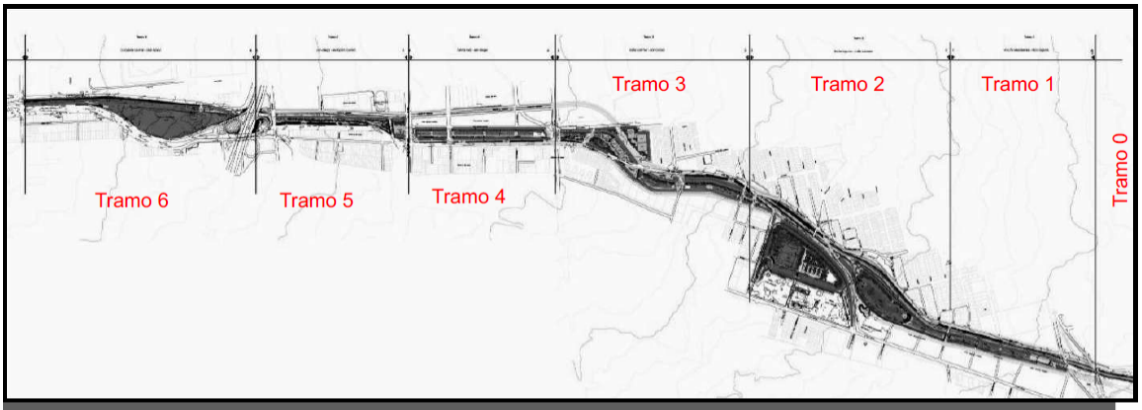
"El diseño de nuestras ciudades no ha sido sensible al agua ni a los ciclos del agua. La proporción de superficie impermeable de nuestras ciudades genera que tengamos problemas cada vez que llueve. Cuando el Gran Santiago considera tasas de impermeabilización del 80 por ciento es evidente que vamos a tener problemas con el agua, porque si el suelo está sellado y pierde la capacidad de infiltración, de actuar como esponja y regular las inundaciones".

Tabla 3. *Datos Comparativos. Años 2023, 2022 y Normal Promedio. https://climatologia.meteochile.gob.cl/ (2023).*

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2023	s/p	s/p	s/p	8.6	5.0	51.9	45.7	89.8	76.8	4.5	28.4	0.0	310.7
2022	s/p	0.1	s/p	28.8	s/p	27.5	69.0	23.1	8.1	0.0	4.3	0.1	161.0
Normal	0.6	1.3	4.1	17.5	42.6	80.4	50.4	44.1	25.3	12.1	4.9	3.0	286.3
Déficit / Superávit	-100.0%	-100.0%	-100.0%	-50.9%	-88.3%	-35.4%	-9.3%	+103.6%	+203.6%	-62.8%	+479.6%	.	+8.5%

Para contrarrestar las consecuencias de las precipitaciones pluviales que ocurren en la Región Metropolitana de Santiago, las cuales han sido cíclicas en los últimos años, pero que han generado en algunos meses del año graves inundaciones con pérdidas materiales y humanas como ocurrió entre Junio a Septiembre del presente año 2023, para el día 30 de Agosto se registró la máxima intensidad de lluvia, 105,6 mm/h a la 1 de la madrugada (Canaltiempo21, 2023), es que se construyó el Parque Intercomunal Inundable Víctor Jara.

Este proyecto Parque Intercomunal Inundable Víctor Jara contemplado como un SUDS de gran magnitud, comenzó su implementación el año 2010 y su término fue en 2021, es una réplica de proyectos construidos en ciudades como Barcelona (España) y Denver (USA). El parque tiene una extensión longitudinal de 4,7 km, desde la Avenida Vicuña Mackenna hasta Avenida Club Hípico, con una superficie de 41 hectáreas de áreas verdes, de un total de 60 hectáreas, fue construido para generar un espacio urbano para la recreación y el esparcimiento, beneficiando a los habitantes de la zona centro sur de la Región Metropolitana de Santiago, específicamente a las comunas de San Joaquín, San Miguel, Pedro Aguirre Cerda y Santiago. Este SDUS es un parque inundable que permite conducir y regular las aguas, y al mismo tiempo mitigará las crecidas del Zanjón de La Aguada en periodo de grandes lluvias, evitando que se produzcan inundaciones que puedan afectar viviendas, calles e infraestructura, tales como la Autopista Central y la Línea 2 del Metro. El Zanjón de La Aguada es el principal cauce recolector de aguas lluvias de Santiago, al recibir los aportes de 20 comunas.



Tramos	Descripción	Comuna
Tramo 0	Av. Vicuña Mackenna	San Joaquín
Tramo 1	Av. Vicuña Mackenna – Calle Las Flores	San Joaquín
Tramo 2	Calle Las Flores – Calle Carmen	San Joaquín
Tramo 3	Calle Carmen – Santa Rosa	San Joaquín
Tramo 4	Santa Rosa – Gran Avenida	San Miguel
Tramo 5	Gran Avenida – Ruta 5	San Miguel
Tramo 6	Ruta 5 – Club Hípico	Pedro Aguirre Cerda

Figura 4. *Proyecto Parque Intercomunal Inundable Víctor Jara. M.O.P (2015).*

Funcionamiento Hidráulico del Proyecto.

Primer Escenario.
Zanjón de La Aguada – Bóveda, caudal hasta 94 m^3/s
Parque Seco destinado a esparcimiento.

Segundo Escenario.
Caudal en Parque: 113 m^3/s
Bóveda existente: 94 m^3/s
Total = 207 m^3/s

Tercer Escenario.
Caudal a Lagunas: 45 m^3/s
Zanjón Existente: 207 m^3/s
Caudal Sector Regulación – Sector Conducción: 8 m^3/s
Caudal en Parque: 121 m^3/s
Bóveda Existente: 94 m^3/s
Total = 252 m^3/s

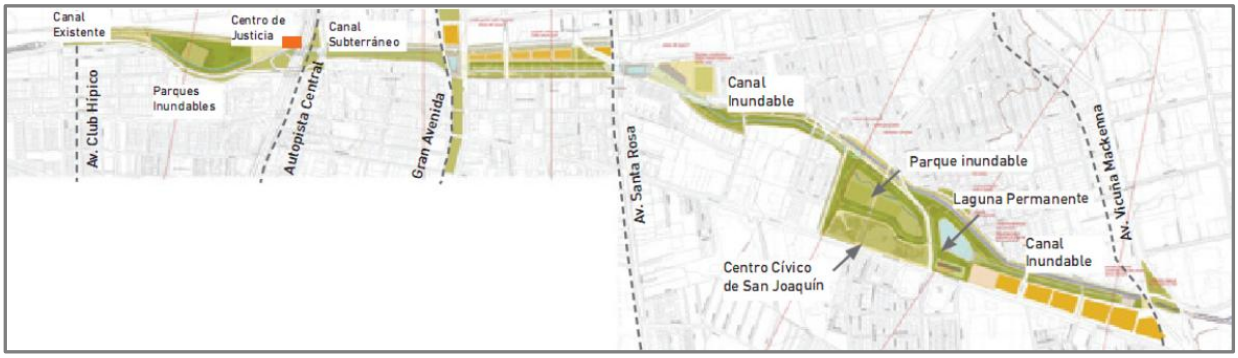


Figura 5. *Extensión del Proyecto Parque Intercomunal Inundable Víctor Jara. M.O.P (2015).*

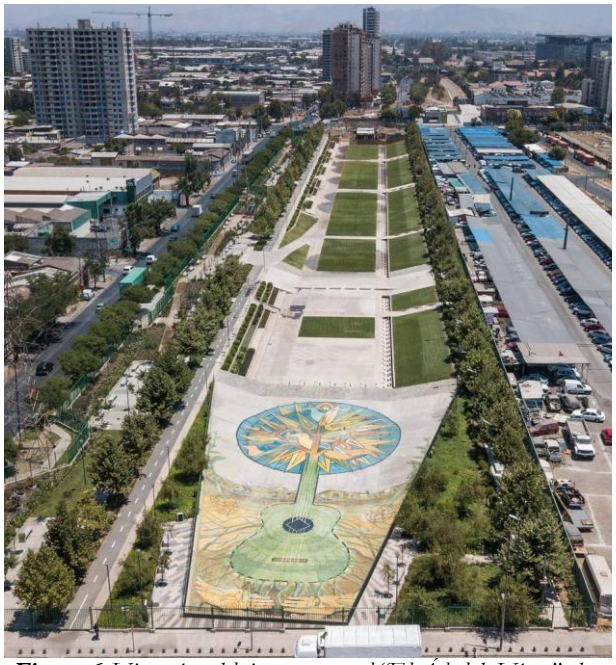


Figura 6. *Vista aérea del gigantesco mural "El Árbol de Víctor", de 53 metros de largo y 1.563 m², realizado en uno de los tramos del Proyecto Parque Intercomunal Inundable Víctor Jara. Fuente: Peñalver, 2018.*

CONCLUSIONES.

La inversión para la ejecución de un SUDS es directamente proporcional con el área planteada, el Parque Intercomunal Inundable Víctor Jara, tuvo un costo de 53.000 millones de pesos para las 5 etapas del total de 60 hectáreas.

Cada proyecto de los SDUS es un caso particular, de acuerdo con estos se debe acometer su diseño y determinar los costos de acuerdo con la complejidad de este.

Los SUDS, son sistemas novedosos que se han ido implementando de diferentes maneras como elementos necesarios para mitigar las consecuencias derivadas de las altas precipitaciones de lluvia, que presentan más ventajas que desventajas, en su comparación con los sistemas convencionales de colectores de aguas pluviales.

Tabla 4*. Datos Comparativos del Sistema Convencional Colectores y Sistema Alternativo SUDS. Perales et al (2008).*

	SISTEMA CONVENCIONAL COLECTORES	SISTEMA ALTERNATIVO SUDS
Coste de construcción	Pueden ser equivalentes, aunque los usos indirectos de los SUDS reducen su coste real	
Costes de operación y mantenimiento	Establecido	No establecido: falta experiencia
Control de inundaciones en la propia cuenca	Sí	Sí
Control de inundaciones aguas abajo	No	Sí
Reutilización	No	Sí
Recarga / Infiltración	No	Sí
Eliminación de contaminantes	Baja	Alta
Beneficios en servicios al ciudadano	No	Sí
Beneficios educacionales	No	Sí
Vida útil	Establecida	No establecida: falta experiencia
Requerimientos de espacio	Insignificantes	Dependiendo del sistema, pueden ser importantes
Criterios de diseño	Establecidos	No establecidos: falta experiencia

En cuanto a recursos asociados para el avance e implementación de los SUDS se ha logrado en todos los niveles organizacionales del país, formulándose nuevas normas y leyes, que favorecen desde el financiamiento del proyecto hasta lograr su correcta ejecución, dando criterios de experiencia para la asignación correcta del personal capacitado para cada proyecto según el nivel de organización que corresponda, bien sea nacional, regional, intercomunal y comunal.

REFERENCIAS

Abellán Ana (22/11/2018) *"Sustituir la red de drenaje convencional por SUDS es inviable económicamente"* https://www.iagua.es/noticias/redaccion-iagua/ana-abellan-sustituir-red-drenaje-convencional-suds-es-inviable

Canaltiempo21, Resúmenes Meteorológicos Palau. (septiembre 2023) *Resumen meteorológico agosto 2023 https://www.canaltiempo21.com/art-304-agosto-2023/*

Dirección General de Obras Públicas (2013), Manual de drenaje Urbano.

Dirección Meteorológica de Chile - Servicios Climáticos, *Dirección General De Aeronáutica Civil*, *https://climatologia.meteochile.gob.cl/*

Grupo Tragsa (2023) Memoria de Sostenibilidad Principales Hitos ESG en 2022, Madrid. *https://www.tragsa.es/_layouts/15/GrupoTragsa/Ficha-Publicacion.aspx?ID=110&language_cd=es&pi=0&tipo=-1&LA=-1*

Iragorri Maturana Leo (2022). *Estudio técnico sobre el diseño e implementación de drenajes urbanos sostenibles como alternativa de regulación y control de inundaciones en la Región Metropolitana.* Tesis para optar al Título en Ingeniería en Construcción no publicada, Universidad Autónoma de Chile, Chile.

Lee H. and Romero J. (2023). *Sections In Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II, and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp.35-115). IPCC. Recuperado el 27 de noviembre del 2023 de *https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf*

Ministerio de Obras Publicas (2015) "Parque Inundable Intercomunal Víctor Jara" https://www.mop.gob.cl/agenda/parque-inundable-intercomunal-victor-jara/

Moreno Flores Osvaldo (2013). *Paisajes Resilientes. Reflexiones en torno a la reconstrucción de territorios desde el manejo y diseño de infraestructuras verdes, en el marco de las estrategias de gestión de riesgos ante desastres. Revista electrónica de geografía austral*, Año 5, n°1 enero-julio 2013. ISSN: 0718-7130.

Peñalver Fernando, enero 2018. Publimetro.cl, Noticias, *Las obras estarán culminadas en 2021: Primera etapa del Parque Inundable "Víctor Jara" hará más vivible a San Joaquín y San Miguel https://www.publimetro.cl/cl/noticias/2018/01/25/las-obras-estaran-culminadas-2021-primera-etapa-del-parque-inundable-victor-jara-hara-mas-vivible-san-joaquin-san-miguel.html*

Russo Beniamino, Gómez Valentín Manuel, Tellez-Álvarez Jackson. (2021), *The Relevance of Grated Inlets within Surface Drainage Systems in the Field of Urban Flood Resilience. A Review of Several Experimental and Numerical Simulation Approaches. https://doi.org/10.3390/su13137189*

Salas, Juan José; Pidre, Juan Ramón and Sánchez, Luciana (2007). *Manual de tecnologías no convencionales para la depuración de aguas residuales. Capítulo IV: Humedales Artificiales. ISBN 13: 978-84-611-6885-9. Sevilla*