

# ANÁLISIS CUALITATIVO DE SOSTENIBILIDAD SOCIAL DE SISTEMAS DE DRENAJE URBANO EN CHILE

Recibido 28/02/2022  
Aceptado 17/06/2022

## QUALITATIVE ANALYSIS OF THE SOCIAL SUSTAINABILITY OF URBAN DRAINAGE SYSTEMS IN CHILE

### **Gianina Hidalgo-Monroy**

Estudiante de Ingeniería Civil, Departamento de Obras Civiles, Universidad Técnica Federico Santa María  
Santiago, Chile  
<https://orcid.org/0000-0001-9776-3191>  
[gianina.hidalgo.14@sansano.usm.cl](mailto:gianina.hidalgo.14@sansano.usm.cl)

### **Sebastian Vasquez-Avila**

Estudiante de Magíster en Ciencias de la Ingeniería Civil, Departamento de Obras Civiles, Universidad Técnica Federico  
Santa María, Valparaíso, Chile  
<https://orcid.org/0000-0002-5906-3490>  
[sebastian.vasqueza@usm.cl](mailto:sebastian.vasqueza@usm.cl)

### **Felipe Araya**

Doctor en Ingeniería Civil, Académico, Departamento de Obras Civiles, Universidad Técnica Federico Santa María  
Valparaíso, Chile  
<https://orcid.org/0000-0001-9814-5184>  
[felipe.araya@usm.cl](mailto:felipe.araya@usm.cl)



## RESUMEN

Avanzar hacia un desarrollo urbano sostenible conduce a aplicar nuevas formas de drenaje, las que entregan múltiples beneficios técnicos y sociales a la comunidad. No obstante, en países como Chile aún existe una gran brecha respecto de metodologías de evaluación de sostenibilidad social de proyectos de drenaje urbano. A través del análisis cualitativo de contenido aplicado a entrevistas a expertos ( $n = 11$ ), este estudio busca (1) identificar métricas para la medición de la sostenibilidad social de sistemas de drenaje urbano; (2) identificar desafíos para la implementación de dichas métricas y (3) proponer modificaciones al método actual de evaluación de sistemas de drenaje para mejorar la inclusión de la sostenibilidad social en el primero. Dentro de los resultados se advirtió que expertos proponen métricas que capturan la sostenibilidad social, pero que, en la práctica, son complicadas de cuantificar. En términos de los desafíos, la fragmentación de responsabilidades de las organizaciones que participan de la gestión de sistemas de drenaje dificulta el uso de nuevas métricas de sostenibilidad social. Por último, se sugiere el desarrollo de una institución que pueda gestionar los sistemas de drenaje urbano de forma global e integral a fin de valorar los beneficios de la sostenibilidad social de sistemas de drenaje urbano. Estos resultados pueden ser utilizados por autoridades y tomadores de decisiones relacionados a sistemas de drenaje urbano para desarrollar nuevas metodologías que tomen en cuenta los beneficios de la sostenibilidad social.

### Palabras clave

análisis cualitativo, desarrollo urbano, desarrollo sostenible.

## ABSTRACT

Moving towards sustainable urban development leads to applying new forms of drainage, which provide multiple technical and social benefits to the community. However, in countries like Chile, there is still a large gap regarding methodologies to assess the social sustainability of projects in this area. Using a qualitative content analysis applied to experts' interviews ( $n = 11$ ), this study aims at (1) identifying metrics to assess the social sustainability of urban drainage systems; (2) identifying challenges for the implementation of such metrics, and (3) proposing changes to the current system, to assess urban drainage systems that enhance the integration of social sustainability within these systems. The results show that experts proposed metrics that may assess social sustainability, but in practice, these metrics are difficult to quantify. In terms of challenges, the fragmentation of responsibilities from organizations that are involved in managing urban drainage systems may complicate the use of new social sustainability metrics. Ultimately, it is suggested that an institution is created that can manage urban drainage systems using an integrative approach, to account for the benefits of social sustainability of urban drainage systems. These results can be used by authorities and decision-makers who work with urban drainage systems, to move towards methodologies that consider the benefits of social sustainability.

### Keywords

Qualitative Analysis, Urban Development, Sustainable Development, Chile.

## INTRODUCCIÓN

La urbanización es un proceso de desarrollo histórico natural y constituye el mayor impacto del hombre sobre las cuencas naturales, pues conlleva a la pérdida de la capacidad natural de infiltración, almacenamiento subsuperficial y evapotranspiración de los suelos; procesos que son reemplazados por una mayor generación de escorrentía directa superficial, la que afecta significativamente las dinámicas del ciclo hidrológico y la calidad de aguas (Ministerio de Obras Públicas [MOP], 2013). En Chile, la superficie urbanizada ha aumentado en un 39.5% entre 2002 y 2017, crecimiento que es equivalente a la superficie del Gran Santiago (Instituto Nacional de Estadísticas [INE], 2019). Asimismo, se estima que para el año 2050, la población urbana del país será del 94.2% (MOP, 2013).

Es por lo anterior que surge la necesidad de generar un cambio en la gestión del drenaje urbano, integrando la sostenibilidad en la planificación urbana como una herramienta para incorporar sistemas de drenaje que brinden beneficios complementarios a los tradicionales y, así, a las comunidades que sirven (Jato-Espino, Toro-Huertas y Güereca, 2022). El concepto de sostenibilidad apunta a satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin poner en riesgo la capacidad de futuras generaciones de responder a sus necesidades (Brundtland, 1987; Olawumi y Chan, 2018). En ese sentido, la sostenibilidad posee tres dimensiones que la definen: económica, ambiental y social (Sierra, Pellicer y Yepes, 2017; Valdes-Vasquez y Klotz, 2013). Para lograr un desarrollo sostenible, estas tres dimensiones deben abordarse de forma integrada (Olawumi y Chan, 2018), sin embargo, en general esto no ocurre, principalmente, por la complejidad de definir qué es la sostenibilidad social, lo cual dificulta su proceso de medición (Atanda, 2019). Por consiguiente, se requiere de esfuerzos para desarrollar una mejor comprensión acerca de cómo capturar y medir el concepto de sostenibilidad social. Dado este contexto, en este estudio se busca analizar cómo se puede medir la sostenibilidad social en el contexto de los sistemas de drenaje urbanos en Chile. Como punto de partida, se desarrolla una revisión de la literatura especializada en sistemas de drenaje urbano sostenibles, como también en el concepto de sostenibilidad social y el contexto chileno de drenajes urbanos.

## REVISIÓN DE LA LITERATURA

### SISTEMAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE

Replicar al máximo posible los distintos componentes del balance hídrico natural existente previo a urbanizar, genera soluciones de drenaje urbano que permiten no solo proveer el control de la calidad y cantidad

de escorrentía, sino también entregar un servicio más completo a la comunidad, orientado a mejorar la calidad de vida de los habitantes de las ciudades (MOP, 2013). Este es el principal objetivo de los Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible, cuyas siglas en inglés son SUDS (i.e., Sustainable Urban Drainage Systems), los cuales se plantean gestionar la escorrentía urbana y, al mismo tiempo, brindar mejoras en áreas verdes y calidad ambiental. Según la guía oficial en Reino Unido (i.e., The SUD Manual), los 4 pilares de diseño, en este marco, son: (1) controlar la cantidad de agua, gestionando el riesgo de inundación, y mantener y proteger el ciclo agua; (2) gestionar la calidad de la escorrentía; (3) crear y mantener mejores espacios para las personas; y (4) crear y mantener mejores espacios para la naturaleza (Woods-Ballard et al., 2007).

El modo de operar de los sistemas de drenaje sostenible implica gestionar las aguas pluviales lo más cerca posible de su fuente, reduciendo la escorrentía, en primer lugar, mediante la infiltración y, cuando eso no es posible, mediante la retención, almacenando dichas aguas temporalmente para posteriormente, descargarlas de forma controlada (Woods-Ballard et al., 2007). Sus elementos buscan representar los distintos componentes del ciclo hidrológico, basándose en los procesos de infiltración, evapotranspiración y almacenamiento de aguas. Algunos ejemplos de ellos son: estanques de retención, zanjas de infiltración, pavimentos permeables, techos verdes. Estos pueden ser utilizados de manera individual o agrupados en sistemas, cuya configuración definirá su efectividad (Johnson y Geisendorf, 2019).

Los beneficios técnicos de estos métodos apuntan a reducir la presencia de contaminantes en cuerpos de agua superficiales, mejorar la calidad de la escorrentía pluvial y promover la recarga de acuíferos, además de, controlar inundaciones (Gogate, Kalbar y Raval, 2017). También se producen beneficios económicos al aminorar tanto los costos de tratamiento de contaminantes en aguas, como el consumo de energía (Jiang, J. Li, H. Li, Y. Li y Zhang, 2020).

Dentro de los beneficios sociales y ambientales figura el embellecimiento de paisajes y la generación de hábitats para flora y fauna nativa (Fajardo, Valdelamar y Mouthon, 2019; Jiang et al., 2020). Encuestas realizadas en Reino Unido (Jose, Wade y Jefferies, 2015) evidencian que lo más valorado por ciudadanos es la biodiversidad, la salud y la estética que proporciona esta infraestructura, pues el acceso a áreas verdes provee de espacios recreativos agradables, donde se puede pasear o jugar, lo que proporciona una sensación de bienestar mental y físico. Por los beneficios antes mencionados, es necesario que los SUDS tengan cabida en el desarrollo de las ciudades, dado que implican un importante avance hacia el bienestar ambiental y, sobre todo, social.

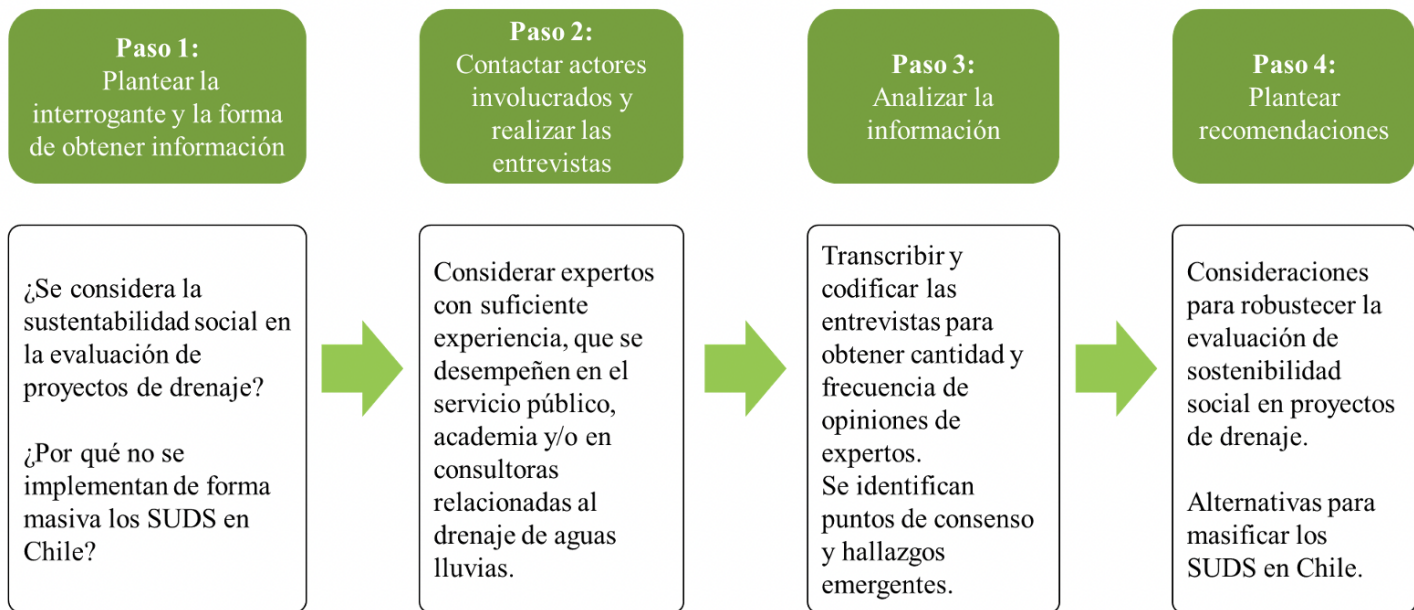


Figura 1. Resumen de pasos de investigación desarrollados en este estudio. Fuente: Elaboración de los autores.

## SOSTENIBILIDAD SOCIAL

La sostenibilidad social es un concepto que subyace a múltiples áreas del conocimiento y que asume el desarrollo social como el camino hacia lograr mayor equidad, seguridad y responsabilidad social, poniendo especial énfasis en el desarrollo de las ciudades (Eizenberg y Jabareen, 2017). Para el logro de la sostenibilidad social se debe contemplar acciones y políticas específicas que protejan a las personas, independiente de su origen, cultura o creencia, para generar una mayor comunidad y sentido de pertenencia de la ciudadanía en el lugar que habitan (Vallance, Perkins y Dixon, 2011).

La sostenibilidad social se evalúa mediante métodos de evaluación multicriterio, ya que se busca representar la multidimensionalidad de la realidad a través de una diversidad de perspectivas, que determinan su estado de desarrollo (Jiménez et al., 2019; Sierra, Yepes y Pellicer, 2018). Los criterios sociales son el resultado de la agrupación de indicadores o principios que valoran un aspecto social, sin embargo, su definición no está totalmente especificada, pues no existen criterios sociales preestablecidos que sean válidos para todos los contextos. Los criterios básicos de la sostenibilidad social suelen ser: equidad, economía, desarrollo local, movilidad y accesibilidad, salud, reducción de la pobreza y seguridad ambiental. A ellos se han integrado nuevos conceptos como la felicidad, la calidad de vida, el sentido de pertenencia y el bienestar (Chini, Canning, Schreiber, Peschel y Stillwell, 2017; Shen, Ochoa, Shah y Zhang, 2011), los cuales, a su vez, son más difíciles de medir debido a su subjetividad intrínseca (Atanda, 2019; Lami y Mecca, 2021). La evaluación debe analizar el ciclo de vida completo de la estructura, teniendo en cuenta

las necesidades futuras, de lo contrario, el alcance de la sostenibilidad social será limitado (Sierra et al., 2018). Sin embargo, también existen estudios que se han enfocado en la sostenibilidad social de etapas específicas del ciclo de vida de sistemas de drenaje urbano, tales como el mantenimiento (Gogate et al., 2019) y sus alternativas más sostenibles.

Otro aspecto fundamental para el desarrollo de métricas capaces de medir la sostenibilidad social es la participación de los distintos *stakeholders* (Axelsson et al., 2013; Sierra et al., 2018), personas u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el desarrollo de un proyecto (Chinyio y Olomolaiye, 2009). *Stakeholders* a considerar en proyectos de infraestructura pueden incluir comunidades locales, NGOs, representantes políticos, agencias de infraestructura y expertos en los sistemas de infraestructura en estudio (Araya, Faust y Kaminsky, 2020; Chinyio y Olomolaiye, 2009; Valdes-Vasquez y Klotz, 2013). Por lo tanto, es de vital importancia poder entender cómo cada uno de los *stakeholders* asociados a proyectos de infraestructura entienden la sostenibilidad social. En el contexto de los sistemas urbanos de drenaje, la literatura especializada ha incluido escasamente el rol de los distintos *stakeholders*. En efecto, en la revisión bibliográfica evaluada por Ferrans, Torres, Temprano y Sánchez, (2022), se identificó que la amplia mayoría de los estudios en este ámbito no incluía el rol de *stakeholders* (86% de los textos analizados), y del 14% que sí lo hacía, la mayor parte consideró el rol de los expertos en sistemas de drenaje urbano o autoridades. Ello, evidentemente, enfatiza el rol de los expertos en el desarrollo de un mejor entendimiento del desarrollo sostenible de sistemas de drenaje urbano.

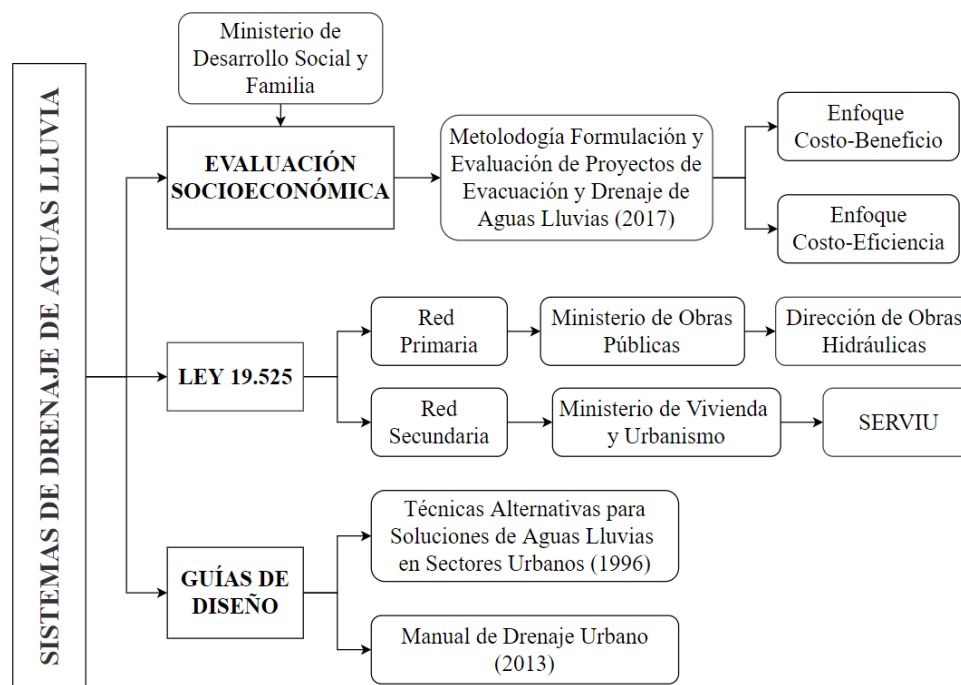


Figura 2. Contexto nacional del drenaje urbano. Fuente: Elaboración de los autores.

Contar con métricas adecuadas es fundamental para una mejor evaluación de la sostenibilidad social, pues permite especificar y ampliar el rango de beneficios, respaldarlos con datos objetivos y disminuir el sesgo que podrían tener las encuestas a usuarios (Jarvie, Arthur y Beevers, 2017). Es por esto que es necesario realizar estudios en diversos contextos, como el chileno, con el fin de aportar en la evaluación de la sostenibilidad social. La Figura 1 muestra un resumen de los pasos seguidos para desarrollar el presente estudio.

### CONTEXTO CHILENO DE DRENAJE URBANO

En el año 1997 es promulgada la ley chilena que regula los Sistemas de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias que pone acento en la disminución del daño por inundaciones en las ciudades, por medio de la construcción y operación de infraestructura de drenaje de aguas lluvias, la cual es independiente de la red de aguas servidas (Ley N° 19.525, 1997).

Así también, divide la red de aguas lluvias en red primaria y secundaria. La primera es definida en los planes maestros y corresponde a cauces naturales y tuberías de gran diámetro, siendo construida y operada por el MOP, a través de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH). Por otro lado, el resto de la red es considerada como secundaria, y su construcción y operación depende del Servicio de

Vivienda y Urbanización (SERVIU) (Ley N° 19.525, 1997).

El Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MIDESO) realiza la evaluación técnico-económica mediante la metodología de evaluación de proyectos públicos de drenaje urbano (MIDESO, 2017). El enfoque de evaluación es el de costo-beneficio para proyectos de inversión mayores a 30.000 UF; en caso contrario, el enfoque es el de costo-eficiencia. Se evalúan beneficios sociales, como liberación de recursos y beneficios por menor daño por inundación, valorizados a través de la metodología de daño evitado y precios hedónicos. La relación entre instituciones responsables del drenaje urbano se ilustra en la Figura 2.

Los beneficios evaluados dificultan el financiamiento de proyectos que contemplen beneficios sociales ajenos a los daños evitados por inundación, generalmente provistos por el drenaje sostenible, tales como la recarga de acuíferos, la depuración de aguas y aspectos estéticos y recreacionales que aportan al bienestar de la población, los cuales, por su contraparte, son difíciles de valorizar.

Por todo lo expuesto, este estudio tiene la intención de abordar las limitaciones de la existente metodología de evaluación de beneficios sociales para proyectos de drenaje de aguas lluvias, analizando el estado actual de la práctica y explorando el nivel de conciencia de los expertos como actores involucrados. A partir del caso de estudio

1 UF: La Unidad de Fomento es una unidad de cuenta indexada a la inflación, calculada y publicada por el Banco Central de Chile (BCCh).

	Campo de ocupación	Cargo o posición	Años de experiencia
1	Academia	Jefe Departamento Académico	18
2	Academia	Profesor	25
3	Academia	Investigador	1
4	Institución pública	Analista Evaluación Social	16
5	Institución pública	Jefe de Departamento Evaluación Social	10
6	Institución pública	Encargado Nacional Infraestructura	25
7	Institución pública	Encargado Nacional Infraestructura	15
8	Institución pública	Jefe de División Técnica	26
9	Institución pública	Jefe de Unidad Técnica	15
10	Institución pública	Jefe de Unidad Interacción con comunidad	17
11	Ingeniería/Consultoría	Ingeniero consultor	1.5

Tabla 1. Caracterización del panel de expertos. Fuente: Elaboración de los autores.

chileno, se espera determinar las principales falencias de la metodología actual, como asimismo qué mejoras se podrían considerar para su fortalecimiento.

## METODOLOGÍA

### RECOLECCIÓN DE DATOS CON ENTREVISTAS

Dada la importancia de tomar en cuenta a los distintos *stakeholders* en el desarrollo de sistemas de drenaje urbano sostenible, en este estudio se decidió enfocarse en un *stakeholder* en particular: los expertos en sistemas de infraestructura de drenaje urbano.

Los expertos fueron contactados vía correo electrónico y las entrevistas, en su mayoría fueron realizadas de manera remota, con una duración de entre 30 y 45 minutos. Las entrevistas fueron grabadas y luego transcritas, contando con el permiso del entrevistado para hacerlo. El criterio de selección de entrevistados fue que en su ejercicio se encontraran vinculados ya fuera, con drenaje urbano, evaluación social de proyectos o desarrollo de infraestructura urbana sostenible, a través de la academia, consultoría u organismos institucionales. Estos últimos son muy importantes, pues aportan conocimiento desde la perspectiva operacional del sistema. Así, se obtuvo un total de 11 entrevistas completadas exitosamente.

Se escogió el método de muestreo de entrevistas semiestructuradas porque permite una interacción dinámica y flexible entre entrevistador y entrevistado.

Las entrevistas buscaron responder las siguientes 3 preguntas:

1. ¿Qué métricas podrían utilizarse para evaluar la sostenibilidad, en general, y la sostenibilidad social

de los sistemas de drenaje urbano sostenible?

2. ¿Qué barreras existen en la implementación de dichas métricas?
3. ¿Qué modificaciones haría usted a los sistemas de medición actuales?

El panel de expertos se clasificó según campo de ocupación y años de experiencia, la que en promedio fue de 15.4 años (Tabla 1).

### ANÁLISIS CUALITATIVO DE ENTREVISTAS

Las entrevistas se transcribieron y analizaron cualitativamente con el programa Weft QDA. Las respuestas fueron codificadas según los temas más recurrentes en ellas, usando el método de codificación en vivo (Saldaña, 2013). La codificación se desarrolló hasta llegar al punto de saturación, en donde nuevas entrevistas entregaron solamente información marginal respecto del tema en estudio. Esta situación se ve alineada con lo que sugiere la literatura respecto a que este punto de saturación se alcanza en torno a 12 entrevistas (Galvin, 2015). Para determinar la frecuencia, se consideraron ideas explícitas, mediante un análisis de contenido (Namey, Guest, Thairu y Johnson, 2008). Por último, los códigos fueron agrupados según el enfoque basado en los datos (Namey et al., 2008), es decir, en torno a la relación que se observa entre ellos mismos, evidenciada en las respuestas de los entrevistados. Cada código utilizado aparece en la Tabla 2, la cual considera cinco categorías: beneficio ambiental, beneficio social, equidad social, dificultades y aspectos a mejorar. Es importante subrayar que las cinco categorías que se observan en la Tabla 2 emergieron del análisis de las respuestas de los entrevistados. De igual modo, se debe destacar que, si bien una de las categorías incluidas en la Tabla 2 (i.e., beneficios ambientales) no pertenece al concepto de

		Criterion	Definition	Example of response
MÉTRICAS DE EVALUACIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES	Calidad de agua	Calidad del agua lluvia escurrida hacia cuerpos de agua.	"...depuración de las aguas para evitar la contaminación de cuerpos de agua producto del arrastre de contaminación..."
		Cantidad de agua	Agua precipitada que genera escorrentía pluvial.	"...aportar a la mantención del agua que se acumula y no generar un peak mayor..."
		Efecto isla de calor	Aumento de temperatura que sufren núcleos urbanos.	"...disminución del efecto isla de calor, ya que mejora la ventilación de la ciudad..."
		Recarga acuífero	Infiltrar agua hacia las napas subterráneas.	"...la infiltración de aguas lluvia genera un beneficio en el recurso hídrico, en periodo de sequía, el valor del agua almacenada es bastante importante..."
		Reutilización recurso hídrico	Evitar uso de otras fuentes de agua mediante utilización de aguas lluvias.	"...aumentan la retención de agua en el suelo, puede ser aprovechada en disminuir el uso de otras fuentes de agua para riego..."
	BENEFICIOS SOCIALES	Amenidad, estética, y beneficios comunitarios	Mejor integración de infraestructura en las comunidades.	"...calidad de vida, elementos estéticos, recreaciones, incluso espirituales, que significan convivir de una manera más armoniosa con el agua dentro de la ciudad..."
		Información pública, educación y sensibilización	Educar a la comunidad sobre la función del drenaje urbano	"...ahora se ve que la sociedad está demandando esto, ya que tienen más conciencia..."
	EQUIDAD SOCIAL	Acceso a áreas verdes	Homogeneizar el acceso a áreas verdes.	"...hay un déficit grande de áreas verdes, no distribuido de forma homogénea tanto a nivel de país, regional, como entre regiones..."
		Acceso al agua	Homogeneizar el acceso al agua.	"...si no hay agua, no habrá comida, es así de simple, no puede haber lugares que no tengan acceso o deficitario a algunos de estos temas..."
	BARRERAS O DIFICULTADES EN LA IMPLEMENTACIÓN	Disponibilidad de información	Bases de datos para la toma de decisiones.	"...disponibilidad y riqueza de datos que se cuenta para poder dirigir las metodologías en esa dirección (sostenibilidad)..."
Disponibilidad de recursos		Recursos para gestionar la infraestructura.	"...es difícil por la disponibilidad de información, calibración y mediciones, es complicado tener los recursos para obtener esos datos..."	
Fragmentación de responsabilidades		División de responsabilidades poco claras entre organismos, y no obedecen a un mismo objetivo.	"...se requiere el reconocimiento de la integridad del ciclo hidrológico, que la gota que se produce allá llegue acá..."	
Metodologías de evaluación		Limitada gama de beneficios evaluados.	"...metodología para proyectos integrales y que capten otros beneficios que no sean de aguas lluvias de daño evitado por inundación..."	
Paradigma aguas lluvias		Forma de concebir soluciones al drenaje de aguas lluvias.	"...cambiar el paradigma del agua que cae dentro de la ciudad, no sacarla rápidamente, sino que integrarla al ciclo urbano del agua..."	
Preparación profesional		Insuficiente capacitación a profesionales	"...hay falta de interés o conocimiento, hay un poco de inercia siempre, se hace lo mismo porque todos hacen lo mismo..."	

	Criterio	Definición	Ejemplo de respuesta
MODIFICACIONES O ASPECTOS POR MEJORAR	Entidad global de aguas	Organismo integral que planifique infraestructura para aguas lluvias.	"...las aguas lluvias no saben de red primaria o secundaria, sería ideal tener un ente que se dedicara a una planificación integral..."
	Normas secundarias	Normas cuyo objetivo es mantener y proteger la calidad de las aguas.	"...cada vez que haya más normas secundarias nos vamos a preocupar no solo de las industrias, sino que también de las ciudades..."
	Planificación a escala domiciliaria	Diseño de viviendas con drenaje sostenible.	"...esa escorrentía se podría evitar si cada vez que urbanizamos nos preocupamos de controlar localmente la escorrentía que se produce..."
	Valorización integral de beneficios	Ampliar la gama de beneficios que son evaluados.	"...para que se transfieran los principios aplicados (de sostenibilidad) es importante tener metodologías que los consideren..."

Tabla 2. Diccionario de códigos. Fuente: Elaboración de los autores.

sostenibilidad social, se incorporó de todas maneras pues fue integrada a la primera pregunta efectuada (ver sección anterior) a los entrevistados. Cabe reforzar que, a pesar de que esta categoría sea expuesta aquí (Tabla 2), ya que emergió de las entrevistas, el foco de este estudio siempre estuvo en la sostenibilidad social.

### LIMITACIONES

Dentro de las limitaciones de este estudio se contempla, en primer lugar, que los resultados pueden presentar un sesgo, debido a la cantidad y origen de los entrevistados, como también debido al método de análisis, que varía de un investigador a otro (Hernández, Fernández y Batipsta, 2014). Este análisis se enfoca en la opinión de expertos en sistemas de drenaje urbano y no incluye a otros *stakeholders* que también participan en el desarrollo de estos sistemas. Sin embargo, la riqueza de información obtenida por medio de entrevistas entrega resultados que ayudan a la reflexión y a orientar futuras investigaciones motivadas por las respuestas de expertos en el área. Además, la experiencia da lugar a la comparación de estas opiniones las de otros *stakeholders* relacionados a los sistemas de drenaje urbano que futuros estudios podrían realizar. Otra limitación de esta investigación radica en el tamaño de la muestra, que consta de un total de 11 entrevistados, la cual podría ser considerada pequeña, no obstante, estudios que han analizado la opinión de expertos para el desarrollo de sistemas de infraestructura han utilizado muestras comparables a las de este (e.g., n=7 [El Hattab, Theodoropoulos, Rong y Mijic, 2020]; n=6 [Hacker, Kaminsky, Faust y Rauch, 2020]; n=12 [Uribe, Faust y Charnitski, 2019]; n=15 [Araya y Vásquez, 2022]).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se discuten los resultados que dan respuestas a las tres preguntas planteadas en la metodología: (1) ¿Qué métricas se podrían utilizar para evaluar la sostenibilidad social de sistemas de drenaje urbano?, (2) ¿qué barreras enfrenta la implementación de las métricas identificadas? y (3) ¿qué modificaciones se proponen para el sistema existente?

El resumen de los resultados del análisis cualitativo respecto de las métricas que se podrían utilizar para medir la sostenibilidad social en sistemas de drenaje urbano se exhibe en la Tabla 3. En ella se presentan las cinco categorías que emergieron en el proceso de análisis cualitativo de la información, con sus respectivas subcategorías.

Se indica la cantidad de veces que cada subcategoría se menciona en las respuestas de las entrevistas (i.e., frecuencia), así como también la cantidad de entrevistados que refiere dicha subcategoría en sus respuestas, que se muestra entre paréntesis. Estos resultados reflejan qué tan conscientes son los entrevistados en cuanto a las posibles métricas para evaluar la sostenibilidad social en sistemas de drenaje urbano. Para mayor claridad, la frecuencia de cada subcategoría se muestra igualmente en forma de porcentajes, los cuales se expresan respecto de cada categoría, y el total de cada categoría lo hace respecto del total general. Nuevamente, los valores entre paréntesis están referidos al número total de entrevistados; así, un 100% indica que todos los entrevistados mencionaron la subcategoría.



Categoría	Subcategoría	Frecuencia respuestas (Entrevistados)		Valor porcentual	
BENEFICIO AMBIENTAL	Calidad de agua	7	(4)	23%	(36%)
	Cantidad de agua	5	(5)	17%	(45%)
	Efecto isla de calor	3	(3)	10%	(27%)
	Recarga acuífero	10	(8)	33%	(73%)
	Reutilización recurso hídrico	5	(4)	17%	(36%)
	Total	30	(11)	22%	(100%)
BENEFICIO SOCIAL	Amenidad, estética y beneficios comunitarios	12	(7)	67%	(64%)
	Información pública, educación y sensibilización	6	(4)	33%	(36%)
	Total	18	(7)	13%	(64%)
EQUIDAD SOCIAL	Acceso a áreas verdes	5	(4)	71%	(36%)
	Acceso al agua	2	(2)	29%	(18%)
	Total	7	(5)	5%	(45%)
BARRERAS	Disponibilidad de información	9	(6)	17%	(55%)
	Disponibilidad de recursos	8	(6)	15%	(55%)
	Fragmentación de responsabilidades	13	(5)	24%	(45%)
	Metodologías de evaluación	14	(6)	26%	(55%)
	Paradigma aguas lluvias	6	(3)	11%	(27%)
	Preparación profesional	4	(3)	7%	(27%)
	Total	54	(11)	40%	(100%)
MODIFICACIONES	Entidad global de aguas	6	(4)	24%	(27%)
	Normas secundarias	3	(1)	12%	(9%)
	Planificación escala domiciliaria	8	(5)	32%	(45%)
	Valorización integral de beneficios	8	(6)	32%	(55%)
	Total	25	(8)	19%	(73%)

Tabla 3. Frecuencia de respuestas categorías emergentes. Fuente: Elaboración de los autores.

BENEFICIOS SOCIALES EVALUADOS EN METODOLOGÍA MIDESO	BENEFICIOS SOCIALES IDENTIFICADOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor daño en propiedades residenciales</li> <li>• Recuperación en terrenos baldíos anegadizos</li> <li>• Menor daño en propiedades comerciales e industriales</li> <li>• Menor daño en establecimientos públicos</li> <li>• Menor daño en vehículos</li> <li>• Menor deterioro de la infraestructura vial</li> <li>• Disminución de los costos generalizados de viaje</li> <li>• Menores gastos de emergencia y limpieza de vías y sumideros</li> <li>• Menor ausentismo laboral</li> <li>• Menor ausentismo escolar</li> <li>• Liberación de recursos públicos de salud</li> <li>• Liberación de recursos públicos en ONEMI</li> <li>• Beneficios no valorados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad de agua</li> <li>• Cantidad de agua</li> <li>• Efecto isla de calor</li> <li>• Recarga acuífero</li> <li>• Reutilización recurso hídrico</li> <li>• Amenidad, estética, y beneficios comunitarios</li> <li>• Información pública, educación y sensibilización</li> <li>• Acceso a áreas verdes</li> <li>• Acceso al agua</li> </ul>

Figura 3. Comparación entre los beneficios sociales considerados actualmente y los obtenidos a partir de las entrevistas realizadas. Fuente: Elaboración de los autores.

## MÉTRICAS DE EVALUACIÓN

Al consultar a los entrevistados por los beneficios del drenaje sostenible, el 100% mencionó el aspecto ambiental, mientras que un 64% hizo referencia al aspecto social. Lo anterior indica que, dentro del grupo de expertos, existe una menor conciencia de los beneficios sociales en comparación con los ambientales (Tabla 3). Similares resultados fueron obtenidos en Ferrans *et al.* (2022), donde esta menor conciencia de beneficios sociales se ve explicada en la falta de investigaciones abocadas a analizar beneficios sociales de los sistemas urbanos de drenaje sostenible.

Por otra parte, el principal beneficio ambiental declarado por el 73% de los entrevistados es el aporte de la recarga de acuíferos, el cual se entiende como un beneficio en posibles escenarios de escasez hídrica. En cuanto al beneficio social, el 64% destaca el aporte estético de áreas verdes en zonas urbanas, definidos como: "elementos estéticos, recreaciones, incluso espirituales, que significan convivir de una manera más armoniosa con el agua dentro de la ciudad". Estos beneficios están alineados con dos puntos de la filosofía de diseño de los SUDS establecidos en su manual (Woods-Ballard *et al.*, 2007), que son: proteger el ciclo del agua y crear mejores espacios para las personas.

En relación a la sostenibilidad social, los expertos subrayan el rol de la equidad social en términos del acceso a áreas verdes y al agua. Por ejemplo, uno de los entrevistados señaló que: "Hay un déficit muy grande de áreas verdes en general en Chile, el cual tampoco está distribuido de forma homogénea a lo largo del país, tanto a nivel regional, como entre las regiones". Al analizar cifras de indicadores de área verde por habitante (i.e., m<sup>2</sup>/hab.) publicados en el catastro de áreas verdes del INE (2018), se advierten los siguientes valores: Arica (3.75), La Serena (11.01), Valparaíso (1.25), Talca (7.15), Valdivia (11.18). Dentro de la Región Metropolitana, existen grandes diferencias entre comunas, por ejemplo, San Miguel (1.97) y Vitacura (18.67). El estándar establecido por el Consejo Nacional de Desarrollo Urbano es de 10 (m<sup>2</sup>/hab.) y, según sus cifras solo el 15% de las comunas cumplen con dicho estándar y el 51% de las comunas se encuentra bajo 5 m<sup>2</sup>/hab. (INE, 2018). No debe olvidarse que tanto la equidad en el acceso a áreas verdes, como el estado de estas son fundamentales para que la comunidad haga uso de ellas y sea beneficiada por ellas, a fin de promover la salud mental y la vida en comunidad (Anthun *et al.*, 2019).

La amenidad, la estética y los beneficios comunitarios sugieren que las soluciones de drenaje no solo tienen un componente sociocultural, sino que además

ofrecen ventajas muchas veces desapercibidas por las instituciones que no se hallan asociadas con su función hidráulica, tal como el aumento de estatus y plusvalía de los barrios. Se trata de un aspecto evidenciado también por Ashley *et al.* (2018) en Reino Unido, donde personas encuestadas mencionaron estar dispuestas a pagar más por una vivienda cercana a un área verde generada para un drenaje sostenible.

Por último, dado que se está analizando el contexto chileno, en la Figura 3 es posible apreciar, a la izquierda, los beneficios que hasta hoy se contemplan en la evaluación social de proyectos de drenaje de aguas lluvias y, a la derecha, aquellos identificados a través de las entrevistas. La comparación muestra una brecha entre los beneficios actuales y los comentados por los expertos. Se puede observar que la lista de beneficios existentes en la metodología MIDESO se enfoca en elementos que son actualmente cuantificables, mientras que los beneficios obtenidos en este estudio pueden ser difíciles de cuantificar, por ejemplo, la amenidad. Sin embargo, se estima relevante destacar que los beneficios identificados en este trabajo no son vistos como beneficios que deberían reemplazar a los existentes en la metodología actual, sino como beneficios que se deben adicionar a los existentes. De esta forma, se podría robustecer la importancia de la sostenibilidad social en el desarrollo de sistemas de drenaje urbano sostenibles.

## BARRERAS

En cuanto a las dificultades detectadas por los expertos para aplicar métricas de sostenibilidad social, un 45% de los entrevistados resaltó la fragmentación de responsabilidades entre instituciones, tal como indica uno de ellos: "MOP (DOH) solo tiene competencia en la red primaria, por tanto, no tiene facultad para actuar a nivel local; lo ideal sería comenzar a almacenar aguas lluvias en las casas, o en veredas, antes de que lleguen a las calles". Esta barrera ya había sido identificada en estudios anteriores realizados en Chile (Patagua, Fundación Legado Chile y Pontificia Universidad Católica de Chile, 2021).

A un nivel nacional, se produce una situación equivalente, pues existen cuencas que se ubican en más de una región, lo que implica que se requiere un proceso de coordinación entre DOH de las regiones involucradas, y también entre los SERVIU, el cual surge solo por buena voluntad de los encargados, pero suele perderse cuando cambian las jefaturas, ya que "no hay un sistema orgánico para hacer esta coordinación". Finalmente, las responsabilidades divididas dificultan la entrega de soluciones o la propuesta de espacios públicos de uso integral o

multipropósito, entendiendo que un proyecto público puede responder a múltiples necesidades y no únicamente a la función que le compete al organismo que lo presenta, tal como sostiene un entrevistado: “tienes un organismo que se preocupa de un tema específico, eso dificulta bastante el trabajo del sector público en general, la mirada más integral no existe, está esparcida en destinos organismos”. Algo similar ocurre en Europa, donde se ha investigado los distintos niveles de acción, ya sea nacional, regional y local, y donde se pueden aplicar políticas y medidas con el propósito de garantizar el camino hacia el drenaje sostenible (Gimenez, Breuste y Hof, 2020), las que tendrían mayor eficiencia de ser implementadas por un único organismo.

En la misma línea, el 55% menciona las metodologías de evaluación específicas, evidenciando que estas dificultan la realización de proyectos multisectoriales. La metodología entiende que un proyecto de drenaje urbano solo puede solucionar problemas de inundación, los que son abordados ampliamente por sistemas tradicionales, pero deja de lado el beneficio que una solución basada en la naturaleza podría otorgar en el ámbito social y ambiental. Al respecto, un entrevistado comenta que “justamente hay una falta de metodologías de valoración que consideren esos aspectos y que quizás no se han internalizado, es super importante para dar la aprobación a los proyectos y esos números tienen que considerar dimensiones distintas a la económica, como lo asociado a lo ambiental”. La falta de metodologías no constituye una característica particular de la realidad chilena, sino que es constatada en diversos diagnósticos internacionales (e.g., Ashley et al., 2018; Jimenez et al., 2019).

Por otro lado, la metodología actual no contempla las múltiples necesidades que podría cubrir un proyecto, encasillándolo tan solo en una función. Así, por ejemplo, para la realización de un parque inundable (i.e., Parque Inundable Victor Jara en Santiago de Chile), se debió evaluar la dimensión hidráulica involucrada por medio de la metodología de aguas lluvias y la paisajística, por medio del enfoque de costo-eficiencia, puesto que no existe una metodología para este tipo de obras, es decir, el proyecto se dividió en dos y no fue evaluado de manera integral. Finalmente, el proceso de evaluación se dificulta debido a que las métricas de sostenibilidad social son difíciles de monetizar: “es difícil evaluar los beneficios, es un desafío a nivel mundial, en el ámbito de parques es posible reconocer esos beneficios, pero muy difícil cuantificarlos, llevarlos a números”.

## MODIFICACIONES

Como forma de vincular y contextualizar los resultados de esta sección, las modificaciones propuestas por los entrevistados son emparejadas con las barreras a las que podrían impactar (ver Figura 3).

La planificación a escala domiciliaria y la evaluación integral de los beneficios fueron las modificaciones más referidas por los entrevistados (Tabla 3). La planificación a escala domiciliaria propone elaborar técnicas junto a las comunidades para evitar la excesiva escorrentía en redes primarias. Estas iniciativas se han aplicado en otros países: por ejemplo, en una localidad argentina, se resolvió un problema de inundación puntual por medio del drenaje sostenible a escala de barrio (Villalba, Curto, Malegni y Linfante, 2019). Esto apunta a proyectar obras de menor costo e impacto en el medioambiente, con un consiguiente cambio de paradigma en los profesionales, quienes podrían considerar el desarrollo de proyectos de manejo local de aguas lluvias, en lugar de llevar a cabo obras para lidiar con grandes tormentas de diseño.

El presente trabajo intenta, precisamente, promover una valoración integral de beneficios, la que, entre otras aristas, propone la creación de métodos integrales de evaluación, que no solo cuantifiquen los daños evitados por inundación, sino también los innumerables beneficios sociales de los SUDS; lo que podría influir en que los proyectos reciban mayor financiamiento producto de una mayor cuantificación de sus beneficios.

La eventual creación de una entidad global para la gestión de los sistemas de drenaje urbano sostenible ayudaría principalmente a reducir la fragmentación de responsabilidades en la gestión de sistemas de aguas lluvias. Con ello, podrían mejorar las condiciones de monitoreo, se dispondría de más información para la toma de decisiones, existiría un uso más eficiente de los recursos y, por ende, se vería aumentada la disponibilidad de fondos para otros proyectos.

## CONCLUSIÓN

En el estudio aquí expuesto se realizaron entrevistas a expertos vinculados al desarrollo de sistemas de drenaje urbano sostenible en Chile. A partir de sus respuestas, se obtuvo (1) un grupo de métricas para la medición de la sostenibilidad social de sistemas de drenaje urbano; (2) información sobre las barreras para la implementación de dichas métricas; y (3)

sugerencias de modificaciones al sistema actual de evaluación de la sostenibilidad para sistemas de drenaje urbano.

Los principales beneficios identificados por los expertos fueron el aporte a la recarga de acuíferos a través de la infiltración de aguas lluvias y el hermoseamiento de los espacios con áreas verdes. Estos beneficios tienen, asimismo, un impacto directo en la equidad social, una de las aristas de la sostenibilidad social, puesto que empalman directamente con el acceso universal al agua y con el acceso a áreas verdes. Respecto de las barreras para nuevas métricas de evaluación de la sostenibilidad social de sistemas de drenaje urbano, se destaca la fragmentación de las responsabilidades de las instituciones asociadas a la gestión de los sistemas de drenaje urbanos, junto con la limitada capacidad de la metodología actual para valorar alternativas integrales de drenaje urbano. En términos de las sugerencias de los expertos para modificar el presente contexto, se sugiere considerar una valorización integral de los beneficios de sistemas de drenaje urbano, una entidad que aborde la gestión del recurso hídrico de forma global e integral, así como expandir la planificación de la reutilización del agua a una escala domiciliaria.

Por último, para fortalecer las metodologías de evaluación, se recomienda que estudios posteriores profundicen en la valorización integral de beneficios sociales y ambientales, y se enfoquen en nutrir dichos métodos con bases de datos más completas y extensas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anthun, K. S., Maass, R. E. K., Hope, S., Espnes, G. A., Bell, R., Khan, M. y Lillefjell, M. (2019). Addressing inequity: Evaluation of an intervention to improve accessibility and quality of a green space. *International journal of environmental research and public health*, 16(24). DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph16245015>

Araya, F., Faust, K. M. y Kaminsky, J. A. (2020). A decision-making framework for participatory planning: Providing water infrastructure services to displaced persons. En *Construction Research Congress 2020: Infrastructure Systems and Sustainability* (pp. 654-664). Reston, VA: American Society of Civil Engineers. DOI: <https://doi.org/10.1061/9780784482858.071>

Araya, F. y Vásquez, S. (2022). Challenges, drivers, and benefits to integrated infrastructure management of water, wastewater, stormwater and transportation systems. *Sustainable Cities and Society*, 82. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103913>

Ashley, R. M., Gersonius, B., Digman, C., Horton, B., Bacchin, T., Smith, B., Shaffer, P. y Baylis, A. (2018). Demonstrating and Monetizing the Multiple Benefits from Using SuDS. *Journal of Sustainable Water in the Built Environment*, 4(2). DOI: <https://doi.org/10.1061/JSWBAY.0000848>

Atanda, J. O. (2019). Developing a social sustainability assessment framework. *Sustainable Cities and Society*, 44, 237-252. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.09.023>

Axelsson, R., Angelstam, P., Degerman, E., Teitelbaum, S., Andersson, K., Elbakidze, M. y Drotz, M. K. (2013). Social and cultural sustainability: Criteria, indicators, verifier variables for measurement and maps for visualization to support planning. *Ambio*, 42(2), 215-228. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13280-012-0376-0>

Brundtland, G. H. (1987). Our common future—Call for action. *Environmental Conservation*, 14(4), 291-294. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0376892900016805>

Chini, C., Canning, J., Schreiber, K., Peschel, J. y Stillwell, A. (2017). The Green Experiment: Cities, Green Stormwater Infrastructure, and Sustainability. *Sustainability*, 9(1). DOI: <https://doi.org/10.3390/su9010105>

Chinyio, E. y Olomolaiye, P. (2009). *Construction stakeholder management*. Oxford: John Wiley & Sons.

Eizenberg, E. y Jabareen, Y. (2017). Social sustainability: A new conceptual framework. *Sustainability*, 9(1). DOI: <https://doi.org/10.3390/su9010068>

El Hattab, M. H., Theodoropoulos, G., Rong, X. y Mijic, A. (2020). Applying the systems approach to decompose the SuDS decision-making process for appropriate hydrologic model selection. *Water*, 12(3). DOI: <https://doi.org/10.3390/w12030632>

Fajardo, R. J., Valdelamar, J. C. y Mouthon, J. (2019). A rain garden for nitrogen removal from storm runoff in tropical cities. *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(2), 132-146. DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/rca.53-2.7>

Ferrans, P., Torres, M. N., Temprano, J. y Sánchez, J. P. R. (2022). Sustainable urban drainage system (SUDS) modeling supporting decision-making: a systematic quantitative review. *Science of the Total Environment*, 806. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150447>

Galvin, R. (2015). How many interviews are enough? Do qualitative interviews in building energy consumption research produce reliable knowledge? *Journal of Building Engineering*, 1, 2-12. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.job.2014.12.001>

Gimenez, M., Breuste, J. y Hof, A. (2020). Sustainable Drainage Systems for transitioning to sustainable urban flood management in the European Union: A review. *Journal of Cleaner Production*, 255. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120191>

Gogate, N. G., Kalbar, P. P. y Raval, P. M. (2017). Assessment of stormwater management options in urban contexts using Multiple Attribute Decision-Making. *Journal of cleaner production*, 142, 2046-2059. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.079>

Hacker, M. E., Kaminsky, J., Faust, K. M. y Rauch, S. (2020). Regulatory Enforcement Approaches for Mass Population Displacement. *Journal of Construction Engineering and Management*, 146(5). Recuperado de [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001820](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001820)

Hernández, R., Fernández, C. y Batipsta, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6th ed.). México, DF: McGraw-Hill Interamericana.

Instituto Nacional de Estadísticas [INE] (2018). *Mejor acceso a servicios y equipamientos públicos básicos*. Recuperado de <https://insights.arcgis.com/#/embed/017b497bed394412a8def49f7a95a808>

Instituto Nacional de Estadísticas [INE] (27 de agosto de 2019). *Entre 2002 y 2017 las áreas urbanas del país crecieron un tamaño equivalente al Gran Santiago*. Recuperado de <https://www.ine.cl/prensa/2019/09/16/entre-2002-y-2017-las-%C3%A1reas-urbanas-del-pa%C3%ADs-crecieron-un-tama%C3%B1o-equivalente-al-gran-santiago>

Jarvie, J., Arthur, S. y Beevers, L. (2017). Valuing Multiple Benefits and the Public Perception of SUDS Ponds. *Water*, 9(2), 128. DOI: <https://doi.org/10.3390/w9020128>

Jato-Espino, D., Toro-Huertas, E. I. y Güereca, L. P. (2022). Lifecycle sustainability assessment for the comparison of traditional and sustainable drainage systems. *Science of The Total Environment*, 817. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.152959>

Jiang, C., Li, J., Li, H., Li, Y. y Zhang, Z. (2020). Low-impact development facilities for stormwater runoff treatment: Field monitoring and assessment in Xi'an area, China. *Journal of Hydrology*, 585. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.124803>

Jiménez Ariza, S. L., Martínez, J. A., Muñoz, A. F., Quijano, J. P., Rodríguez, J. P., Camacho, L. A. y Díaz-Granados, M. (2019). A multicriteria planning framework to locate and select sustainable urban drainage systems (SUDS) in consolidated urban areas. *Sustainability*, 11(8). DOI: <https://doi.org/10.3390/su11082312>

Johnson, D. y Geisendorf, S. (2019). Are Neighborhood-level SUDS Worth it? An Assessment of the Economic Value of Sustainable Urban Drainage System Scenarios Using Cost-Benefit Analyses. *Ecological Economics*, 158, 194-205. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.12.024>

Jose, R., Wade, R. y Jefferies, C. (2015). Smart SUDS: Recognising the multiple-benefit potential of sustainable surface water management systems. *Water Science and Technology*, 71(2), 245-251. DOI: <https://doi.org/10.2166/wst.2014.484>

Lami, I. M. y Mecca, B. (2021). Assessing social sustainability for achieving sustainable architecture. *Sustainability*, 13(1). DOI: <https://doi.org/10.3390/su13010142>

Ley N° 19.525 (1997). *Regula sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias*. D.O. 24.10.1997. Recuperado de <http://bcn.cl/2et48>

Namey, E., Guest, G., Thairu, L. y Johnson, L. (2008). Data reduction techniques for large qualitative data sets. *Handbook for team-based qualitative research*, 2(1), 137-161.

Ministerio de Desarrollo Social y Familia [MIDESO] (2017). *Metodología Formulación y Evaluación de Proyectos de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias*. Recuperado de <http://sni.gob.cl/storage/docs/metodolog%C3%ADa%20aguas%20lluvias%20%2029-11-2017%20final.pdf>

Ministerio de Obras Públicas [MOP] (2013). *Manual de Drenaje Urbano*. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12140/25907>

Olawumi, T. O. y Chan, D. W. (2018). A scientometric review of global research on sustainability and sustainable development. *Journal of cleaner production*, 183, 231-250. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.162>

Patagua, Fundación Legado Chile y Pontificia Universidad Católica de Chile (2021). *Ciudades sensibles al agua. Guía de drenaje Urbano Sostenible para la Macrozona Sur de Chile*. Santiago: Patagua, Fundación Legado Chile y Pontificia Universidad Católica de Chile. Recuperado de [https://www.cedeus.cl/wp-content/uploads/2021/05/Guia-DUS\\_VOL-II-2.pdf](https://www.cedeus.cl/wp-content/uploads/2021/05/Guia-DUS_VOL-II-2.pdf)

Saldaña, J. (2013). *The Coding Manual for Qualitative Researchers*. London: SAGE Publications Ltd.

Shen, L.Y., Ochoa, J., Shah, M. N. y Zhang, X. (2011). The application of urban sustainability indicators – A comparison between various practices. *Habitat International*, 35(1), 17-29. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2010.03.006>

Sierra, L. A., Pellicer, E. y Yepes, V. (2017). Method for estimating the social sustainability of infrastructure projects. *Environmental Impact Assessment Review*, 65, 41-53. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2017.02.004>

Sierra, L. A., Yepes, V. y Pellicer, E. (2018). A review of multi-criteria assessment of the social sustainability of infrastructures. *Journal of Cleaner Production*, 187, 496-513. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.022>

Uribe, M. G., Faust, K. M. y Charnitski, J. (2019). Policy driven water sector and energy dependencies in Texas border colonias. *Sustainable Cities and Society*, 48. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101568>

Valdes-Vasquez, R. y Klotz, L. E. (2013). Social sustainability considerations during planning and design: Framework of processes for construction projects. *Journal of construction engineering and management*, 139(1), 80-89. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000566](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000566)

Vallance, S., Perkins, H. C. y Dixon, J. E. (2011). What is social sustainability? A clarification of concepts. *Geoforum*, 42(3), 342-348. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2011.01.002>

Villalba, G. A., Curto, F. A., Malegni, N. J. y Linfante, A. F. (2019). Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible como herramienta para resolver problemas de inundaciones urbanas. Experiencias en Costa Esmeralda. *Aqua-LAC*, 11(2), 39-49. DOI: <https://doi.org/10.29104/phi-aqualac/2019-v11-2-04>

Woods-Ballard, B., Kellagher, R., Martin, P., Jefferies, C., Bray, R. y Shaffer, P. (2007). *The SUDS manual* (Vol. 697). London: Ciria.